ISSN 2782-6058 (print)

АЛЬМАНАХ

Пермского военного института войск национальной гвардии

Выпуск 6 (26)



Пермь
2026

ПЕРМСКИЙ ВОЕННЫЙ ИНСТИТУТ
ВОЙСК НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Альманах

Пермского военного института войск национальной гвардии

Том 6 Выпуск 26 (октябрь 2026)

Пермь 2026

PERM MILITARY INSTITUTE OF THE NATIONAL GUARD TROOPS OF THE RUSSIAN FEDERATION

Almanac
of the Perm Military Institute of the National Guard Troops

Volume 6 Issue 26 (October 2026)

Perm 2026

ISSN 2782-6058
УДК 355/359
ББК 68
А 57

Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии

Том 6 выпуск 26 (октябрь 2026)

Журнал издается с периодичностью 8 выпусков в год
Выпускается с 2020 года

Главный редактор
Кузьмицкий Геннадий Эдуардович доктор технических наук

Заместитель главного редактора
Гладков Алексей Николаевич кандидат технических наук, доцент

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций, реестровая запись Роскомнадзора от 26.04.2022 ПИ № ФС77-83074.

Учредителем является Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Пермский военный институт войск национальной гвардии Российской Федерации».

Адрес редакции: Пермский край, город Пермь, улица Гремячий лог, дом 1, индекс: 614030.

Издатель: Пермский военный институт войск национальной гвардии Российской Федерации.

Адрес издателя: Пермский край, город Пермь, улица Гремячий лог, дом 1, индекс: 614030.

Издается по решению редакционно-издательского совета Пермского военного института войск национальной гвардии

Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии, научный журнал; Пермский военный институт войск национальной гвардии / Научно-исследовательский и редакционно-издательский отдел. – Пермь: ПВИ войск национальной гвардии, 2026. – № 6 (26). – 149 с.

В журнале опубликованы результаты исследований в области развития и эксплуатации ВВСТ, а также экономические аспекты образования и науки. Также рассматриваются научные статьи, освещающие актуальные вопросы в области воинского обучения и воспитания, боевой подготовки, военной педагогики, управления повседневной деятельностью войск. Материалы статей могут быть использованы научным сообществом, а также военнослужащими и сотрудниками войск национальной гвардии в образовательной деятельности, курсантами военных институтов при подготовке научных докладов и проведении исследований.

Издание постатейно размещается в научных электронных библиотеках **eLIBRARY.ru** (зарегистрировано в наукометрической базе РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) по договору № 312-07/2020 от 27 июля 2020 г.) и **КиберЛенинка** (лицензионный договор № 37344-01-v3).

Редакционная коллегия:

Технические науки
Бердников Алексей Анатольевич, *доктор технических наук, доцент (Пермь)*
Бургонутдинов Альберт Масугутович, *доктор технических наук, профессор (Пермь)*
Дубовский Виталий Александрович, *доктор технических наук (Санкт-Петербург)*
Ибрагимов Эмиль Наилевич, *доктор технических наук, доцент (Пермь)*
Костарев Сергей Николаевич, *доктор технических наук, доцент (Пермь)*
Нечаев Виталий Викторович, *доктор технических наук, профессор (Санкт-Петербург)*
Пушкарев Александр Михайлович, *кандидат технических наук, профессор (Пермь)*
Стрельников Владимир Николаевич, *член-корреспондент Российской академии наук, доктор технических наук, профессор (Пермь)*
Федюк Роман Сергеевич, *доктор технических наук, доцент (Владивосток)*
Шабалин Денис Викторович, *доктор технических наук, профессор (Омск)*
Шилоносов Артем Владимирович, *доктор технических наук, доцент (Пермь)*

Технические науки (утилизация)
Бирюков Александр Николаевич, *доктор технических наук, профессор (Санкт-Петербург)*
Бирюков Юрий Александрович, *доктор технических наук, доцент (Санкт-Петербург)*
Бондарев Алексей Валентинович, *доктор технических наук, доцент (Санкт-Петербург)*
Казаков Юрий Николаевич, *доктор технических наук, профессор (Санкт-Петербург)*
Клюев Виктор Дмитриевич, *кандидат технических наук, доктор экономических наук, профессор (Москва)*
Руденко Александр Алексеевич, *кандидат технических наук, доктор экономических наук, профессор (Санкт-Петербург)*
Саркисов Сергей Владимирович, *доктор технических наук, профессор (Санкт-Петербург)*

Педагогические науки
Авуза Алексей Анатольевич, *доктор педагогических наук, доцент (Москва)*
Дубровский Александр Владимирович, *доктор педагогических наук, профессор (Пермь)*
Коломийченко Людмила Владимировна, *доктор педагогических наук, профессор (Пермь)*
Косолапова Лариса Александровна, *доктор педагогических наук, профессор (Пермь)*
Туркин Егор Владимирович, *доктор педагогических наук, доцент (Новосибирск)*
Тухватуллин Булат Талирович, *доктор педагогических наук, доцент (Новосибирск)*
Уварина Наталья Викторовна, *доктор педагогических наук, профессор (Челябинск)*
Мухина Татьяна Геннадьевна, *доктор педагогических наук, профессор (Нижний Новгород)*

Экономические науки
Бабенков Андрей Валерьевич*, член-корреспондент РАРАН, доктор экономических наук, профессор (Санкт-Петербург)*
Бирюков Николай Александрович, *доктор экономических наук (Санкт-Петербург)*
Богданов Денис Юрьевич, *доктор военных наук, доцент (Минск)*
Козин Михаил Николаевич, *доктор экономических наук, профессор (Москва)*
Курбанов Артур Хусаинович, *доктор экономических наук, профессор (Санкт-Петербург)*
Литвиненко Александр Николаевич, *доктор экономических наук, профессор (Санкт-Петербург)*
Мокроусов Алексей Сергеевич, *доктор экономических наук, профессор (Санкт-Петербург)*
Плотников Владимир Александрович, *доктор экономических наук, профессор (Санкт-Петербург)*
Порвадов Максим Геннадьевич, *доктор экономических наук, профессор (Пермь)*
Шангутов Антон Олегович, *доктор военных наук, доцент (Пермь)*

ISSN 2782-6058
УДК 355/359
ББК 68

© ПВИ войск национальной гвардии, 2026

ISSN 2782-6058

The Almanac Perm Military Institute of the National Guard Troops

Volume 6 issue 26 (October 2026)

The magazine is published at a frequency of 8 issues per year.
It has been available since 2020.

Chief Editor
Kuzmitsky Gennady Eduardovich Doctor of Technical Sciences

Deputy Editor-in-Chief
Gladkov Alexey Nikolaevich Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

The journal is registered with the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Communications, Roskomnadzor registry entry dated 04.26.2022 PI No. FS77-83074.

The founder is the Perm Military Institute of the National Guard of the Russian Federation, a federal state-owned military educational institution of higher education.

Editorial office address: 1 Gremyachy Log Street, Perm Krai, Perm, zip code: 614030.

Publisher: Perm Military Institute of the National Guard of the Russian Federation.

Publisher's address: Perm Krai, Perm city, 1 Gremyachy Log Street, zip code: 614030.

It is published by the decision of the editorial and publishing Council.
Perm Military Institute of the National Guard Troops

Almanac of the Perm Military Institute of the National Guard Troops, scientific journal; Perm Military Institute of the National Guard Troops / Scientific Research and Editorial Publishing Department. – Perm: PVI of the National Guard troops, 2026. – № 6 (26). – 149 p.

The journal publishes the results of research in the field of development and operation of military equipment and weapons, as well as the economic aspects of education and science. It also features scientific articles covering current issues in the field of military training and education, combat training, military pedagogy, and the management of troops' day-to-day activities. The materials of the articles can be used by the scientific community, as well as by military personnel and employees of the National Guard troops in educational activities, cadets of military institutes in preparing scientific reports and conducting research.

The publication is posted in the scientific electronic libraries eLIBRARY.ru (registered in the scientometric database RSCI (Russian Science Citation Index) under contract No. 312-07/2020 dated July 27, 2020) and CyberLeninka (license agreement No. 37344-01-v3).

Editorial Board:

Technical sciences
Berdnikov Alexey Anatolyevich, *Doctor of Technical Sciences, Associate Professor (Perm)*
Burgonutdinov Albert Masugutovich, *Doctor of Technical Sciences, Associate Professor (Perm)*
Dubovsky Vitaly Alexandrovich, *Doctor of Technical Sciences (St. Petersburg)*
Ibragimov Emil Nailevich, *Doctor of Technical Sciences, Associate Professor (Perm)*
Kostarev Sergey Nikolaevich, *Doctor of Technical Sciences, Associate Professor (Perm)*
Nechaev Vitaly Viktorovich, *Doctor of Technical Sciences, Professor (St. Petersburg)*
Pushkarev Alexander Mikhailovich, *Candidate of Technical Sciences, Professor (Perm)*
Strelnikov Vladimir Nikolaevich, *Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor (Perm)*
Fedyuk Roman Sergeevich, *Doctor of Technical Sciences, Associate Professor (Vladivostok)*
Shabalin Denis Viktorovich, *Doctor of Technical Sciences, Professor (Omsk)*
Shilonosov Artem Vladimirovich, *Doctor of Technical Sciences, Associate Professor (Perm)*

Technical sciences (disposal)
Biryukov Alexander Nikolaevich, *Doctor of Technical Sciences, Professor (Saint Petersburg)*
Biryukov Yuri Alexandrovich, *Doctor of Technical Sciences, Associate Professor (Saint Petersburg)*
Bondarev Alexey Valentinovich, *Doctor of Technical Sciences, Associate Professor (Saint Petersburg)*
Kazakov Yuri Nikolaevich, *Doctor of Technical Sciences, Professor (Saint Petersburg)*
Klyuev Viktor Dmitrievich, *Candidate of Technical Sciences, Doctor of Economic Sciences, Professor (Moscow)*
Rudenko Alexander Alekseevich, *Candidate of Technical Sciences, Doctor of Economic Sciences, Professor (Saint Petersburg)*
Sergei Vladimirovich Sarkisov, *Doctor of Technical Sciences, Professor (Saint Petersburg)*

Pedagogical sciences
Avuza Alexey Anatolyevich, *Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor (Moscow)*
Dubrovsky Alexander Vladimirovich, *Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Perm)*
Kolomiychenko Lyudmila Vladimirovna, *Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Perm)*
Kosolapova Larisa Alexandrovna, *Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Perm)*
Turkin Egor Vladimirovich, *Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor (Novosibirsk)*
Tukhvatullin Bulat Talirovich, *Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor (Novosibirsk)*
Uvarina Natalia Viktorovna, *Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Chelyabinsk)*
Mukhina Tatyana Gennadievna, *Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Nizhny Novgorod)*

Economic Sciences
Babenkov Andrey Valerievich, *corresponding member of RARAN, Doctor of Economics, Professor (St. Petersburg)*
Biryukov Nikolai Alexandrovich, *Doctor of Economic Sciences (Saint Petersburg)*
Bogdanov Denis Yurievich, *Doctor of Military Sciences, Associate Professor (Minsk)*
Kozin Mikhail Nikolaevich, *Doctor of Economics, Professor (Moscow)*
Kurbanov Artur Khusainovich, *Doctor of Economics, Professor (St. Petersburg)*
Litvinenko Alexander Nikolaevich, *Doctor of Economics, Professor (St. Petersburg)*
Mokrousov Alexey Sergeevich, *Doctor of Economics, Professor (St. Petersburg)*
Plotnikov Vladimir Aleksandrovich, *Doctor of Economics, Professor (St. Petersburg)*
Porvadov Maxim Gennadievich, *Doctor of Economics, Professor (Perm)*
Shangutov Anton Olegovich*, Doctor of Military Sciences, Associate Professor (Perm)*

ISSN 2782-6058

© Perm Military Institute of the National Guard Troops, 2026

Содержание

Экономические науки

Санчик А. С., Козин М. Н.
МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ВЗАИМОСВЯЗИ СТОИМОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА НАЗЕМНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ДОСТАВКИ МАТЕРИАЛЬНЫХ СРЕДСТВ **8**
Князьнеделин Р. А., Порвадов М. Г., Шангутов А. О.
ФИНАНСОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ТРАНСМИССИЯ В РЕСУРСНО-ЭКОНОМИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ВОЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: ДЕНЕЖНО-КРЕДИТНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ, ТАРИФНЫЙ КАНАЛ И ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБОРОННЫЙ ЗАКАЗ **23**
Гладкова О. А., Бродников А. К., Рякин А. А.
МЕЖДУНАРОДНАЯ ТОРГОВЛЯ ВООРУЖЕНИЕМ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКОЙ: ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ **34**
Горьков П. А., Дикунова М. С.
МОДЕЛЬ ИНТЕГРАЦИИ КОЛИЧЕСТВЕННОГО И СТОИМОСТНОГО УЧЕТА МАТЕРИАЛЬНЫХ СРЕДСТВ НА ОСНОВЕ ЕДИНОЙ ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ В ТАКТИЧЕСКОМ ЗВЕНЕ ТЫЛОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ (С УЧЕТОМ ОПЫТА СВО) **44**

Технические науки

Баглайчук С. В.
МЕТОДИКА КЛАССИФИКАЦИИ И РАНЖИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ОБРАЗЕЦ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ **55**
Галаев В. Ю.
СИСТЕМА ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ГРУППОВОМУ ПРИМЕНЕНИЮ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.. **64**
Ерофеев М. Н., Габур С. П., Лешаков И. А., Дудурич Б. Б.
ЗАЩИТА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ КОНСЕРВАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОБЪЕКТОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ **73**
Зайцев В. А., Скакун А. С., Чурыбкин Н. Н.
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЙСК БЕСПИЛОТНЫХ СИСТЕМ В СОВРЕМЕННЫХ ВОЕННЫХ КОНФЛИКТАХ С УЧЕТОМ ОПЫТА СПЕЦИАЛЬНОЙ ВОЕННОЙ ОПЕРАЦИИ **82**
Козлов А. А.
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ ПРОКРУТКИ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ОБЪЕКТА БРОНЕТАНКОВОГО ВООРУЖЕНИЯ НА РЕЖИМЕ ПУСКА В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР **92**
Полковников А. В., Жемчужников А. В.
АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ НАЗЕМНЫХ РАДИОУПРАВЛЯЕМЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ **100**

Педагогические науки

Балахонов П. Н.
МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ ЛИЧНОСТИ ВОЕННОГО СПЕЦИАЛИСТА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ **107**
Васильева Е. Н., Семенова Н. В.
КОНЦЕПЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОГНИТИВНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ КУРСАНТОВ ВОЕННОГО ИНЖЕНЕРНОГО ВУЗА **121**
Ихтисанов И. И., Бажутин А. А.
ИНТЕГРАЦИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ В ИЗУЧЕНИИ СЛОЖНЫХ УЗЛОВ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ (НА ПРИМЕРЕ УСМ СВД) **128**
Яковлева Ю. С., Мокроусов А. С., Иванов А. Ю.
ВЛИЯНИЕ ИННОВАЦИЙ НА УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНУЮ, НАУЧНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНУЮ И ИСПЫТАТЕЛЬНУЮ БАЗЫ В ВОЕННЫХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ **138**

Content

Economic Sciences

Sanchik A. S., Kozin M. N.
A METHODOLOGICAL APPROACH TO ASSESSING THE RELATIONSHIP BETWEEN THE LIFE CYCLE COST OF UNMANNED GROUND SYSTEMS AND THE EFFECTIVENESS OF MATERIEL DELIVERY **8**

Knyaznedelin R. A., Porvadov M. G., Shangutov A. O.
FINANCIAL-INDUSTRIAL TRANSMISSION IN THE RESOURCE-ECONOMIC SUPPORT OF THE RUSSIAN FEDERATION'S MILITARY SECURITY: MONETARY-CREDIT CONSTRAINTS, THE TARIFF CHANNEL, AND THE STATE DEFENSE ORDER **23**

Gladkova O. A., Brodnikov A. K., Ryakin A. A.
INTERNATIONAL TRADE IN ARMS AND MILITARY EQUIPMENT: DEVELOPMENT TRENDS **34**

Gorkov P. A., Dikunova M. S.
A MODEL FOR INTEGRATING QUANTITATIVE AND COST ACCOUNTING OF TANGIBLE ASSETS BASED ON A SINGLE DIGITAL PLATFORM IN THE TACTICAL LOGISTICS UNIT (TAKING INTO ACCOUNT THE EXPERIENCE OF THE SVO) **44**

Technical sciences

Baglaychuk S. V.
METHODOLOGY FOR CLASSIFICATION AND RANKING OF DYNAMIC EFFECTS ON WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT **55**

Galaev V. Yu.
SYSTEM FOR COUNTERING THE GROUP DEPLOYMENT OF UNMANNED AERIAL VEHICLES **64**

Erofeev M. N., Gabur S. P., Leshakov I. A., Dudurich B. B.
PROTECTION OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES CONSERVATION OF BUILDINGS AND STRUCTURES OF INDUSTRIAL FACILITIES **73**

Zaitsev V. A., Skakun A. S., Churybkin N. N.
FUTURE OF USAGE OF UNMANNED SYSTEMS IN MODERN MILITARY CONFLICTS USING THE EXPERIENCE OF THE SPECIAL MILITARY OPERATION **82**

Kozlov A.A.
MATHEMATICAL MODEL OF THE DYNAMICS OF SCROLLING OF A DIESEL ENGINE OF AN ARMORED WEAPON OBJECT IN START-UP MODE UNDER LOW TEMPERATURE CONDITIONS **92**

Polkovnikov A. V., Zhemchuzhnikov A. V.
ANALYSIS OF THE POSSIBILITIES OF USING GROUND-BASED RADIO-CONTROLLED MODELS TO SOLVE DUAL-USE PROBLEMS **100**

Pedagogical sciences

Balakhonov P. N.
METHOD OF FORMING THE PERSONALITY OF A MILITARY SPECIALIST IN THE EDUCATIONAL PROCESS **107**

Vasilyeva E. N., Semenova N. V.
CONCEPT FOR THE FORMATION OF COGNITIVE-RESEARCH COMPETENCE OF CADETS AT A MILITARY ENGINEERING UNIVERSITY **121**

Ikhtisanov I. I., Bazhutin A. A.
INTEGRATION OF ADDITIVE TECHNOLOGIES AND 3D MODELING IN STUDYING COMPLEX UNITS OF SMALL ARMS (ON THE EXAMPLE OF THE SVD TRIGGER MECHANISM) **128**

Yakovleva Yu. S., Mokrousov A. S., Ivanov A. Yu.
THE IMPACT OF INNOVATIONS ON THE EDUCATIONAL, SCIENTIFIC, EXPERIMENTAL, AND TESTING FACILITIES IN MILITARY EDUCATIONAL INSTITUTIONS **138**



Заместитель министра обороны Российской Федерации

генерал армии
Санчик Александр Семенович

Награжден орденами «За заслуги перед Отечеством» II степени с мечами, «За заслуги перед Отечеством» IV степени, «За военные заслуги», Александра Невского, Жукова и рядом медалей

УДК 355.41:338.5

https://elibrary.ru/zbxesh

ZBXESH

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ВЗАИМОСВЯЗИ СТОИМОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА НАЗЕМНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ДОСТАВКИ МАТЕРИАЛЬНЫХ СРЕДСТВ

Санчик А. С.[1], Козин М. Н.[2]

[1]Заместитель министра обороны Российской Федерации, Москва, Россия.
[2]Федеральное казенное учреждение «Научно-исследовательский институт» Федеральной службы исполнения наказаний Российской Федерации», Москва, Россия.

В статье разработан методический подход к оценке взаимосвязи стоимости жизненного цикла наземных робототехнических комплексов и результативности доставки материальных средств. Предложены показатели ожидаемого объема своевременно и сохранно доставленного груза и удельных приведенных затрат. Определено условие экономической предпочтительности защищенного варианта, выполнены расчетная проверка и анализ чувствительности полученных результатов при изменении интенсивности противодействия и технической готовности.

Ключевые слова: наземный робототехнический комплекс; материальные средства; доставка; результативность; стоимость жизненного цикла; техническая готовность; военно-экономическая оценка; удельные приведенные затраты.

Для цитирования: Санчик А. С., Козин М. Н. Методический подход к оценке взаимосвязи стоимости жизненного цикла наземных робототехнических комплексов и результативности доставки материальных средств / Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии Российской Федерации. Выпуск 6(26) (октябрь 2026). С. 8–22.

A METHODOLOGICAL APPROACH TO ASSESSING THE RELATIONSHIP BETWEEN THE LIFE CYCLE COST OF UNMANNED GROUND SYSTEMS AND THE EFFECTIVENESS OF MATERIEL DELIVERY

Sanchik A. S.[1], Kozin M. N.[2]

[1]Deputy Minister of Defense of the Russian Federation, Moscow, Russia.
[2]Federal State Institution «Research Institute of the Federal Penitentiary Service of the Russian Federation», Moscow, Russia.

The article develops a methodological approach to assessing the relationship between the life cycle cost of unmanned ground systems and materiel delivery effectiveness. Indicators are proposed for the expected quantity of cargo delivered on time and intact and for discounted unit costs. The condition under which the protected variant becomes economically preferable is established. Numerical verification and sensitivity analysis are performed to assess how the results change with countermeasure intensity and operational availability.

Keywords: unmanned ground system; materiel; delivery; effectiveness; life cycle cost; operational availability; military-economic assessment; discounted unit costs.

Введение

Наземные робототехнические комплексы (далее – НРТК) применяются при доставке материальных средств (далее – МС) на территориях, где присутствие личного состава сопряжено с повышенным риском. Их использование допускает движение малыми группами, повторное выполнение однотипных рейсов и распределение потока МС между несколькими маршрутами. Вместе с этим возникает задача выбора варианта НРТК, которая не сводится к простому сравнению цены доставки МС. Относительно недорогой комплекс НРТК может иметь небольшую продолжительность работы, длительно находиться в ремонте, требовать частой замены аккумуляторных батарей или терять управление при воздействии средств радиоэлектронной борьбы (далее – РЭБ). Более дорогое изделие способно выполнить больше рейсов, однако ее преимущество проявляется только при определенных условиях применения.

Поэтому стоимость жизненного цикла (далее – ЖЦ) отражает ресурсную сторону решения военно-экономической задачи оценки стоимости жизненного цикла НРТК и результативности доставки МС. В нее входят затраты, возникающие с момента обоснования приобретения до прекращения эксплуатации и выбытия НРТК, а также результат доставки МС. Он выражает не количество закупленных изделий и не число начатых рейсов, а объем МС, который фактически может быть доставлен в установленный срок и с требуемой вероятностью. Раздельное рассмотрение этих величин приводит к неоднозначным выводам. Минимальная стоимость ЖЦ не гарантирует наименьших затрат на единицу полезного результата. А высокая вероятность выполнения отдельного рейса также не доказывает рациональность варианта, если ее обеспечение требует несоразмерных расходов.

Задача исследования состоит в приведении стоимости и результата доставки МС НРТК к сопоставимому виду на одном временном интервале. Для этого требуется определить состав затрат, установить показатель результативности, раскрыть воздействие технической готовности и условий противодействия, а затем получить критерий выбора. Подобная постановка продолжает отечественную традицию военно-экономического анализа, в которой эффект рассматривается совместно с затратами и реализуемостью решения [1; 5–7; 9; 13; 15; 17]. Ее отличие связано с учетом единицей результата. Для НРТК доставки такой единицей принят ожидаемый объем своевременно и сохранно доставленных МС.

Научные школы и сложившиеся направления исследования

В отечественной военной экономике сформировалась научная школа военно-экономического обоснования развития вооружения, военной и специальной техники (далее – ВВСТ). Ее положения представлены в трудах Г. П. Жукова, С. Ф. Викулова, Г. А. Лавринова, В. М. Буренка, А. Г. Подольского, Е. Ю. Хрусталева и других исследователей [1; 5–7; 9; 13;

17]. Для данного направления характерно совместное рассмотрение военного результата, затрат и ограничений реализуемости. При программно-целевом планировании оцениваются не только характеристики единичного образца, но и последствия выбора серии на интервале, сопоставимом с продолжительностью жизненного цикла. Разновременность затрат, ограничения ассигнований и изменение эффективности техники во времени включаются в процедуру выбора рационального варианта.

Близкое по содержанию направление связано с управлением стоимостью ЖЦ. В его рамках затраты распределяются по стадиям исследования, разработки, производства, эксплуатации, ремонта и выбытия. А. Н. Дьяков и А. В. Черезов показывают, что для сложной техники значительная часть расходов возникает после поставки, а возможность их сокращения во многом определяется решениями, принятыми при проектировании [8]. Д. Н. Баханович и А. В. Сильвестров связывают комплексный учет бюджетных затрат по стадиям жизненного цикла с обоснованностью решений органов военного управления [2]. В совокупности управление жизненным циклом рассматривается как составная часть военно-экономического управления техническим оснащением [1].

Самостоятельное развитие получила школа надежности и технической эксплуатации. Здесь предметом исследования становится изменение состояний изделия, продолжительность исправной работы, восстановление после отказа, ремонтопригодность и обеспеченность запасными частями. А. И. Буравлев и Г. А. Еланцев используют вероятностные модели управления жизненным циклом и технико-экономический критерий «стоимость – готовность» [4]. В работах по интегрированной логистической поддержке техническая готовность связывается с мониторингом эксплуатации и организацией сервисного обслуживания [12]. Сильная сторона данного направления состоит в описании механизма, через который расходы на техническое обеспечение изменяют возможность применения техники.

Исследования военно-экономической эффективности автомобильной техники и НРТК образуют прикладное направление. В работах Р. М. Саматова, И. О. Прутчикова, И. В. Гречушкина и И. Д. Куртца рассматриваются показатели эффективности применения, требования к исходным данным и особенности преобразования базовых машин в робототехнические комплексы [10; 14]. Исследования М. Н. Козина позволяют оценивать результативность доставки МС в учреждения ФСИН России, расположенные на территориях проведения специальной военной операции (далее – СВО), в совокупности с минимальными приведенными затратами [11]. Однако связь полной стоимости ЖЦ с физически измеряемым итогом доставки раскрыта не в полной мере.

Зарубежная инженерно-экономическая школа опирается на системный анализ, расчет стоимости владения и интегрированную логистическую поддержку [18–21]. В ней последовательно применяется принцип учета затрат от замысла до прекращения эксплуатации. Для контрактов длительного обслуживания изделий используются показатели готовности и фактически обеспеченного результата. Однако универсальные руководства не определяют специальный показатель для доставки материальных средств НРТК в условиях меняющейся интенсивности противодействия.

Проведенное сопоставление показывает не отсутствие научных результатов, а разрыв между ними (таблица 1).

Таблица 1 – Научные школы и направления, используемые при построении методического подхода

Научная школа или направление исследований	**Представители научных школ и источники**	**Получившие развитие научные положения**	**Нерешенный вопрос применительно к НРТК доставки МС**
Военно-экономическое обоснование развития ВВТ	Г. П. Жуков, С. Ф. Викулов, Г. А. Лавринов, В. М. Буренок, А. Г. Подольский [1; 5–7; 9; 13; 15; 17]	Сопоставление эффекта, стоимости и реализуемости, учет программного периода и бюджетных ограничений	Единица эффекта часто задается укрупнено и не выражает объем доставленного груза
Управление стоимостью жизненного цикла	Д. Н. Баханович, А. В. Сильвестров, А. Н. Дьяков, А. В. Черезов [1; 2; 8]	Полнота затрат по стадиям, приведение разновременных расходов, влияние ранних решений	Стоимость не всегда соотносится с фактически достигнутым результатом применения
Надежность и техническая эксплуатация	А. И. Буравлев, Г. А. Еланцев, В. Б. Кузнецова, А. И. Сергеев, Д. В. Кондусов [4; 12]	Вероятностное описание состояний, техническая готовность, ремонт и материальное обеспечение	Показатель готовности не отражает сам по себе массу, срок и сохранность доставленного груза
Военно-экономическая оценка автомобильной техники и НРТК	М. Н. Козин, Р. М. Саматов, И. О. Прутчиков, И. В. Гречушкин, И. Д. Куртц [10; 14]	Учет назначения, условий применения и технико-эксплуатационных характеристик	Требуется переход от частных показателей к затратам на единицу результата доставки
Результативность доставки МС в учреждения ФСИН России, расположенные на территориях проведения СВО	М. Н. Козин [11]	Требуемого уровень МТО определяется на основе решения задачи с минимальными приведенными затратами	Учет изменений дорожной обстановки, временных параметров, пропускной способности маршрутов учитывается в совокупности с минимальными приведенными затратами
Системная инженерия и интегрированная логистическая поддержка	Б. Бланшар, У. Фабрики, международные руководства [18–20]	Стоимость владения, поддерживаемость, управление данными жизненного цикла	Универсальные модели нуждаются в адаптации к риску недоставки и утраты управления

Военно-экономическая школа располагает критериями выбора, теория жизненного цикла дает состав и временную структуру затрат, теория надежности описывает готовность, а исследования НРТК раскрывают особенности применения. Для решения поставленной задачи эти положения требуется объединить без повторного учета одних и тех же расходов и потерь.

Постановка задачи

Рассматривается множество вариантов НРТК $k \in K$, предназначенных для доставки однородной группы МС на сопоставимых маршрутах. Для каждого варианта устанавливаются одинаковый расчетный период Т, плановое число рейсов, масса груза в одном рейсе и требования к сроку. Такой порядок исключает ситуацию, когда более высокая результативность получается только за счет большей плановой нагрузки или иного горизонта оценки [2; 15].

Денежные потоки расчетного примера выражены в постоянных ценах расчетного года. Для приведения разновременных затрат применена ставка 6 % годовых. Ее величина не рассматривается как нормативно установленная и не отождествляется с ключевой ставкой Центрального Банка России. Ставка принята в качестве базового сценарного параметра пятилетнего периода. Ее выбор учитывает ожидаемое снижение реальной стоимости

денежных ресурсов по мере замедления инфляции и нормализации денежно-кредитных условий. Поэтому отдельная индексация цены НТРК не проводится.

Приведенная стоимость жизненного цикла *k*-го варианта определяется выражением [2; 8]:

$$C_k^{\text{ЖЦ}} = C_{k0}^{\text{нач}} + \sum_{t=1}^{T} \frac{C_{kt}^{\text{эксп}} + C_{kt}^{\text{ТОР}} + C_{kt}^{\text{подг}} + C_{kt}^{\text{обн}} + C_{kt}^{\text{восст}}}{(1+d_t)^t} + \frac{C_{kT}^{\text{выб}} - V_{kT}^{\text{ост}}}{(1+d_T)^T}. \quad (1)$$

В составе начальных затрат учитываются приобретение, доставка к месту эксплуатации, развертывание средств управления и первоначальная подготовка персонала. Эксплуатационные расходы включают энергию, расходные материалы и текущее обеспечение. В группу технического обслуживания и ремонта входят регламентные работы, запасные части, диагностика и восстановление. Обновление охватывает замену программных и аппаратных средств, необходимую для сохранения требуемых характеристик. Величина $V_{kT}^{\text{ост}}$ уменьшает совокупные затраты на ожидаемую остаточную стоимость.

При использовании индексов цен затраты отдельного вида j приводятся к моменту их возникновения [1]:

$$C_{kjt} = C_{kj0} \prod_{\tau=1}^{t} (1 + i_{j\tau}), \quad (2)$$

где $i_{j\tau}$ обозначает темп изменения цены соответствующего ресурса.

Раздельная индексация нужна потому, что стоимость аккумуляторных батарей, электронных компонентов, труда ремонтного персонала и энергии изменяется неодинаково. Общая надбавка ко всей стоимости ЖЦ скрывает причины изменения расходов и затрудняет последующее управление ими.

Результат применения НРТК зависит от его фактической доступности для выполнения рейсов. Коэффициент технической готовности на интервале ***t*** рассчитывается как[1] [4; 12]:

$$A_{kt} = \frac{T_{kt}^{\text{раб}}}{T_{kt}^{\text{раб}} + T_{kt}^{\text{восст}} + T_{kt}^{\text{ожид}}}, \quad (3)$$

где $T_{kt}^{\text{раб}}$ представляет продолжительность работоспособного состояния;

$T_{kt}^{\text{восст}}$ – время технического обслуживания и ремонта;

$T_{kt}^{\text{ожид}}$ – простой в ожидании запасных частей, эвакуации или специалистов.

Введение последней составляющей отличает эксплуатационную готовность от показателя, учитывающего только непосредственное время ремонта.

Полезным считается рейс, в котором груз доставлен по назначению, сохранен и прибыл в допустимый срок. Вероятность такого исхода записывается через условные вероятности [10; 11]:

$$p_{kt}^{\text{пол}}(x) = A_{kt}\, p_{kt}^{\text{мар}}(x)\, p_{kt}^{\text{сохр}}\, p_{kt}^{\text{срок}}, \quad (4)$$

где $p_{kt}^{\text{мар}}(x)$ характеризует завершение маршрута при интенсивности противодействия ***x***;

$p_{kt}^{\text{сохр}}$ относится к сохранности материальных средств;

$p_{kt}^{\text{срок}}$ отражает соблюдение установленного срока.

Множители трактуются как последовательные условные вероятности. Это позволяет не вводить предположение о безусловной независимости событий. При наличии достаточного массива наблюдений выражение может быть заменено оцененной совместной вероятностью.

Для демонстрационного расчета зависимость завершения маршрута от интенсивности противодействия задана экспоненциальной функцией:

$$p_{kt}^{\text{мар}}(x) = p_{k0} \exp(-\beta_k x), \qquad 0 \le x \le 5, \quad (5)$$

[1] ГОСТ Р 27.102–2021. Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и определения. – Введ. 2022–01–01. – Москва: ФГБУ «РСТ», 2021.

где p_{k0} является вероятностью завершения маршрута при минимальном воздействии;

β_k показывает чувствительность канала управления и навигации к росту противодействия.

Экспоненциальная форма не объявляется универсальной. Ее выбор в прикладном расчете подлежит проверке по статистике рейсов, результатам испытаний или данным имитационного моделирования. При иной форме зависимости общий порядок оценки сохраняется.

Ожидаемое число полезных рейсов определяется суммированием по годам:

$$N_k^{\text{пол}}(x) = \sum_{t=1}^{T} n_{kt}\, p_{kt}^{\text{пол}}(x), \tag{6}$$

где n_{kt} обозначает плановое число попыток доставки. Ожидаемый объем доставленных материальных средств имеет вид:

$$Q_k^{\text{дост}}(x) = \sum_{t=1}^{T} n_{kt}\, q_{kt} p_{kt}^{\text{пол}}(x), \tag{7}$$

где q_{kt} представляет массу груза одного рейса. При существенных различиях маршрутов в формулу может быть введена их протяженность. Тогда результат измеряется в тонно-километрах. Для однотипных маршрутов дополнительное умножение не требуется.

Коэффициент результативности доставки рассчитывается относительно планового объема:

$$R_k(x) = \frac{Q_k^{\text{дост}}(x)}{Q^{\text{пл}}}, \qquad Q^{\text{пл}} = \sum_{t=1}^{T} n_{kt}\, q_{kt}. \tag{8}$$

Значение $\boldsymbol{R_k=1}$ соответствует полному выполнению плана по объему, сроку и сохранности. Снижение любого множителя в выражении (4) уменьшает результативность. Это дает возможность проследить влияние ремонта, снабжения запасными частями, подготовки операторов, устойчивости управления и организации маршрута.

Методический подход к оценке взаимосвязи стоимости и результата доставки МС

Прямое сопоставление $C_k^{\text{ЖЦ}}$ и $\boldsymbol{R_k}$ невозможно из-за различия размерностей. Стоимость измеряется в денежных единицах, результативность является относительной величиной. Связующим показателем приняты удельные приведенные затраты на ожидаемый объем доставленных материальных средств:

$$z_k(x) = \frac{C_k^{\text{ЖЦ}}}{Q_k^{\text{дост}}(x)}. \tag{9}$$

Показатель z_k выражается в рублях на тонну своевременно и сохранно доставленного груза. Если в исследовании используются штуки, комплекты или условные единицы снабжения, размерность знаменателя меняется без изменения содержания формулы. Обратная величина характеризует стоимостную отдачу НРТК:

$$e_k(x) = \frac{Q_k^{\text{дост}}(x)}{C_k^{\text{ЖЦ}}}. \tag{10}$$

Удельные затраты удобнее для бюджетного обоснования, а стоимостная отдача – для анализа прироста результата. Оба показателя являются взаимно обратными и не должны одновременно включаться в свертку, иначе один и тот же эффект будет учтен дважды.

Сравнение базового варианта 0 и защищенного варианта 1 выполняется через коэффициенты роста стоимости и результативности:

$$K_C = \frac{C_1^{\text{ЖЦ}}}{C_0^{\text{ЖЦ}}}, \qquad K_R(x) = \frac{R_1(x)}{R_0(x)}. \tag{11}$$

Повышение стоимости защищенного НРТК оправдано по рассматриваемому критерию при выполнении условия:

$$K_R(x) > K_C. \tag{12}$$

Экономический смысл условия состоит в сопоставлении относительных изменений. Например, рост стоимости на 30 процентов может быть принят, если результативность возрастает более чем на 30 процентов. Само наличие технического преимущества такого вывода не дает. В равной мере ошибочно отвергать более дорогой вариант без оценки количества полезных рейсов за срок службы.

Последовательность расчета представлена на рисунке 1 [2; 8].

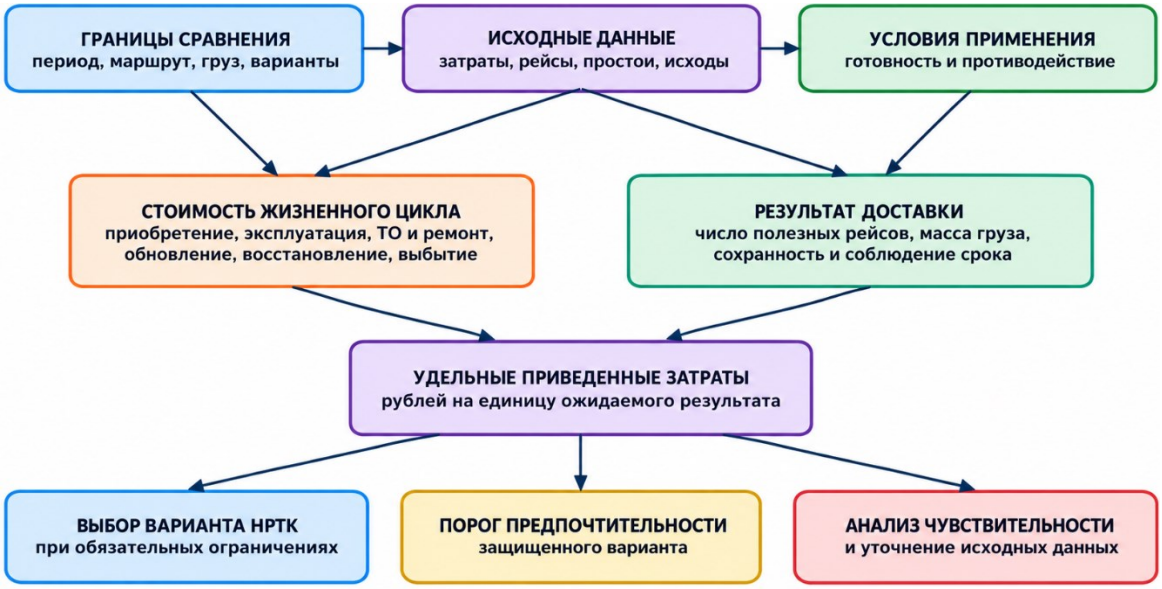


Рисунок 1 – Последовательность оценки взаимосвязи стоимости жизненного цикла НРТК и результативности доставки МС

Сначала устанавливаются границы сравнения и единица результата. Затем формируется годовой профиль расходов. По данным эксплуатации или испытаний оцениваются техническая готовность и вероятности исходов рейса. После расчета $Q_k^{\text{дост}}$, R_k и z_k определяется область предпочтительности каждого варианта. Анализ чувствительности завершает процедуру и показывает, какие исходные данные наиболее сильно меняют решение.

Рассматриваемые факторы не вводятся в модель в виде единой процентной надбавки. Каждый из них изменяет конкретную составляющую затрат либо параметр результата.

Удорожание запасных частей отражается в $C^{\text{ТОР}}$, дефицит ремонтных средств увеличивает $T^{\text{ожид}}$, а недостаточная устойчивость управления повышает β_k. Такое распределение снижает риск повторного учета и сохраняет причинную связь между исходными данными и итоговым показателем (таблица 2).

В частном случае постоянных значений n, q, A, $p^{\text{сохр}}$ и $p^{\text{срок}}$ выражение (9) с учетом формулы (5) принимает вид:

$$z_k(x) = B_k \exp(\beta_k x), \qquad B_k = \frac{C_k^{\text{ЖЦ}}}{Tnq A_k p_{k0} p_k^{\text{сохр}} p_k^{\text{срок}}}. \tag{13}$$

Если незащищенный вариант имеет меньшие удельные затраты при ***x=0***, но сильнее реагирует на рост противодействия, то есть $B_0 < B_1$ и $\beta_0 > \beta_1$, существует положительное пороговое значение:

$$x^* = \frac{\ln(B_1/B_0)}{\beta_0 - \beta_1}. \tag{14}$$

При $x < x^*$ предпочтителен вариант 0, при $x > x^*$ – вариант 1. Порог не является постоянной характеристикой класса НРТК. Он меняется вместе с затратами, готовностью, организацией ремонта и параметрами маршрута. Если $\beta_0 \le \beta_1$, защищенный вариант не получает возрастающего преимущества по мере усиления противодействия. Если $B_1 \le B_0$, он предпочтителен уже при минимальном значении x (таблица 2) [4; 8; 12].

Таблица 2 – Связь условий применения с параметрами стоимостной и результативной частей модели

Условие или управляемое решение	Изменяемый параметр	Проявление в стоимости жизненного цикла	Проявление в результате доставки
Уровень конструктивной защиты	$C^{\text{нач}}, C^{\text{ТОР}}, \beta_k$	Рост цены и возможное изменение стоимости ремонта	Снижение чувствительности к противодействию
Запасные части и ремонтные средства	$C^{\text{ТОР}}, T^{\text{ожид}}$	Расходы на запас и обслуживание	Изменение технической готовности
Подготовка операторов	$C^{\text{подг}}, p^{\text{мар}}, p^{\text{срок}}$	Расходы на обучение и тренировки	Снижение ошибок управления и опозданий
Обновление программных и навигационных средств	$C^{\text{обн}}, \beta_k$	Периодические расходы на обновление	Сохранение устойчивости управления
Организация эвакуации и восстановления	$C^{\text{восст}}, T^{\text{восст}}$	Расходы на возвращение техники в строй	Сокращение периода недоступности
Изменение цен на ресурсы	$i_{j\tau}$	Изменение годового профиля затрат	Прямого воздействия нет, если объем обеспечения сохранен
Интенсивность противодействия	$x, p^{\text{мар}}$	Может увеличивать восстановительные расходы	Снижает ожидаемое число полезных рейсов

Решение органов военного управления принимается с учетом обязательных требований. Формально выбор можно представить как [2; 11; 14; 15]:

$$k^* = \underset{k \in K}{\operatorname{argmin}} z_k(x) \quad \text{при} \quad R_k(x) \ge R^{\min}, \quad C_k^{\text{ЖЦ}} \le B, \quad A_k \ge A^{\min}. \tag{15}$$

Здесь $\boldsymbol{B}$ обозначает предельный объем бюджетных ассигнований, $\boldsymbol{R^{min}}$ и $\boldsymbol{A^{min}}$ – минимально допустимые значения результативности и технической готовности. Вариант с минимальными удельными затратами исключается из выбора, если он не обеспечивает обязательный результат.

Расчетная проверка методического подхода

Работоспособность модели проверена на условном примере. Рассматриваются незащищенный НРТК и НРТК с повышенной устойчивостью управления. Оба варианта имеют одинаковую номинальную грузоподъемность и выполняют по 220 рейсов в год. Расчетный период составляет пять лет. Масса груза одного рейса равна 0,20 т. Стоимостные данные заданы в постоянных ценах расчетного года. Реальная ставка приведения принята равной 6 процентам (таблица 3).

Числовые значения не являются нормативами или сведениями о конкретных образцах. Они подобраны для проверки логики расчета и воспроизводимости промежуточных результатов. При прикладном использовании таблица исходных данных заполняется по формулярам, ведомостям ремонта, журналам рейсов, контрактным ценам и результатам испытаний. Приведение ежегодных затрат[2] выполнено по формуле (1). Коэффициент текущей стоимости равномерного годового потока за пять лет при ставке 6 процентов равен 4,2124.

[2] ГОСТ Р 55931–2013. Интегрированная логистическая поддержка экспортируемой продукции военного назначения. Стоимость жизненного цикла продукции военного назначения. Основные положения. – Переизд., дек. 2018 г. – Москва: Стандартинформ, 2018.

Таблица 3 – Исходные данные расчетного примера (*условные данные*)

Показатель	**Обозначение**	**Незащищенный НРТК**	**Защищенный НРТК**
Первоначальные затраты, млн руб.	$C_0^{нач}$	13,20	22,80
Эксплуатационные расходы за год, млн руб.	$C^{эксп}$	0,72	0,88
Техническое обслуживание и ремонт за год, млн руб.	$C^{ТОР}$	1,15	1,20
Подготовка и программное обновление за год, млн руб.	$C^{подг} + C^{обн}$	0,28	0,32
Восстановительный резерв за год, млн руб.	$C^{восст}$	0,65	0,60
Затраты на выбытие, млн руб.	$C^{выб}$	0,30	0,45
Остаточная стоимость, млн руб.	$V^{ост}$	0,50	0,90
Техническая готовность	A_k	0,82	0,88
Вероятность завершения маршрута при ***x=0***	p_{k0}	0,97	0,95
Чувствительность к противодействию	β_k	0,25	0,15
Вероятность сохранности груза	$p^{сохр}$	0,960	0,985
Вероятность соблюдения срока	$p^{срок}$	0,920	0,910
Количество рейсов за год	n	220	220
Масса груза одного рейса, т	q	0,20	0,20

Результаты расчета приведены в таблице 4. Более высокая цена защищенного варианта не компенсируется небольшим снижением восстановительного резерва. Его стоимость жизненного цикла равна 35,10 млн руб., что в 1,413 раза больше значения незащищенного НРТК.

Таблица 4 – Приведенная стоимость жизненного цикла сравниваемых вариантов

Составляющие стоимости жизненного цикла НРТК	**Незащищенный НРТК, млн руб.**	**Защищенный НРТК, млн руб.**
Начальные затраты	13,200	22,800
Эксплуатационные расходы	3,033	3,707
Техническое обслуживание и ремонт	4,844	5,055
Подготовка и обновление	1,179	1,348
Восстановительный резерв	2,738	2,527
Выбытие за вычетом остаточной стоимости	–0,149	–0,336
Стоимость жизненного цикла	**24,845**	**35,101**

Плановый объем доставки за пять лет составляет 220 т. При отсутствии противодействия ожидаемый результат незащищенного НРТК равен 154,55 т, защищенного – 164,86 т. Различие объясняется большей технической готовностью и сохранностью груза. Полученного преимущества недостаточно для компенсации стоимости. Удельные затраты составляют 0,161 и 0,213 млн руб. на тонну.

Рост ***x*** уменьшает объем полезной доставки обоих вариантов. У незащищенного НРТК снижение происходит быстрее, поскольку $\beta_0=0,25$ превышает $\beta_1=0,15$. Расчет по формулам (7) и (9) представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Изменение ожидаемого результата и удельных затрат

Интенсивность противодействия ***x***, баллы	Доставлено вариантом 0, т	Доставлено вариантом 1, т	Z_0, млн руб./т	Z_1, млн руб./т	Предпочтительный вариант
0,00	154,55	164,86	0,161	0,213	Незащищенный
1,00	120,35	141,89	0,206	0,247	Незащищенный
2,00	93,75	122,13	0,265	0,287	Незащищенный
2,81	76,56	108,17	0,325	0,325	Равнозначны по Z_k
3,00	73,00	105,11	0,340	0,334	Защищенный
4,00	56,85	90,48	0,437	0,388	Защищенный
5,00	44,28	77,87	0,561	0,451	Защищенный

Для исходных данных $\beta_0=0,1608$ млн руб./т, $\beta_1=0,2129$ млн руб./т. Подстановка этих значений в формулу (14) дает $\boldsymbol{x^*}=2,81$ балла. В точке пересечения удельные затраты равны примерно 0,325 млн руб. на тонну. До порога относительный прирост результативности защищенного НРТК меньше коэффициента роста стоимости. После порога условие (12) выполняется.

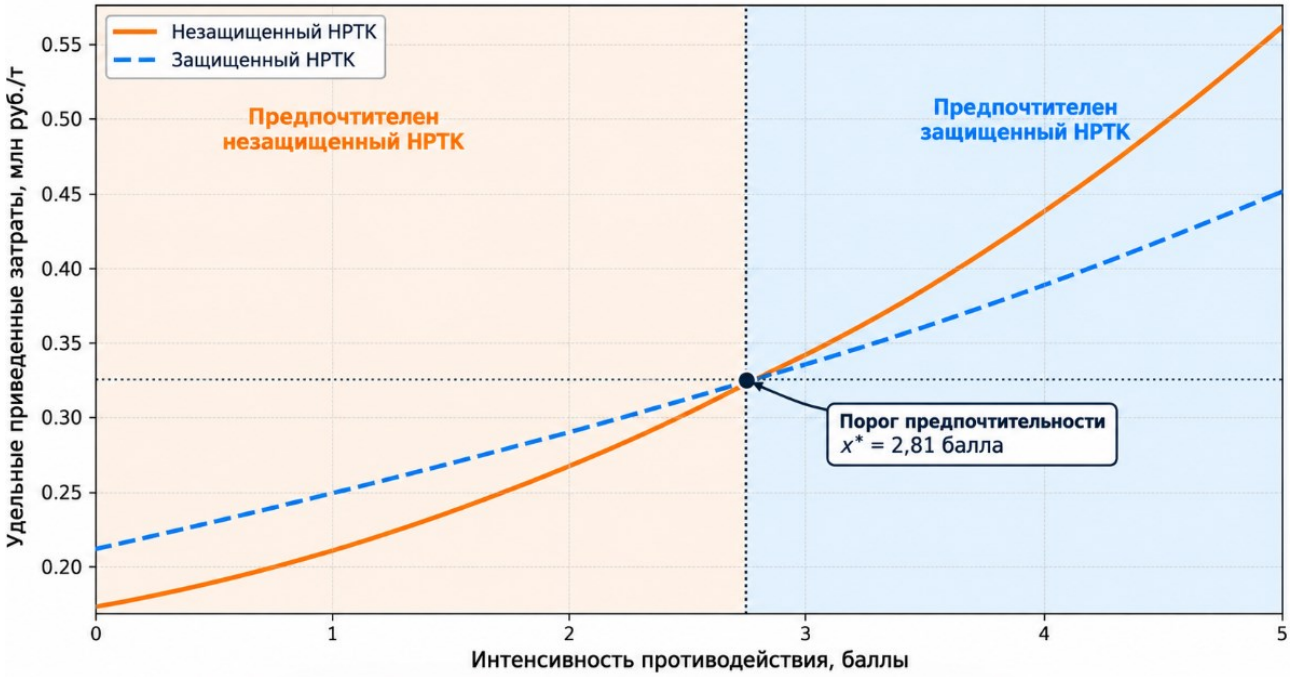


Рисунок 2 – Удельные приведенные затраты на доставку при изменении интенсивности противодействия

Полученное значение не следует переносить на иные НРТК без перерасчета. Оно характеризует только заданное соотношение цены, готовности и устойчивости управления. На практике шкала $\boldsymbol{x}$ должна иметь содержательное наполнение.

Баллам могут соответствовать диапазоны вероятности нарушения связи, плотность помех, доля маршрута без устойчивого управления либо интегральная оценка условий. Одинаковое толкование шкалы является обязательным для сравниваемых вариантов.

Анализ чувствительности и достоверность результатов

Пороговая величина исследована при последовательном изменении наиболее значимых параметров. Снижение стоимости жизненного цикла защищенного НРТК на 10 процентов уменьшает $\boldsymbol{x^*}$ до 1,76 балла. Ее увеличение на 10 процентов переносит порог к 3,76 балла. Рост технической готовности защищенного варианта с 0,88 до 0,92 дает значение 2,37 балла. Улучшение готовности незащищенного НРТК с 0,82 до 0,86, напротив, повышает порог до 3,29 балла.

Изменение коэффициентов чувствительности к противодействию имеет еще более заметное влияние. При увеличении β_1 с 0,15 до 0,18 преимущество защиты проявляется позднее, а $\boldsymbol{x^*}$ достигает 4,01 балла. Если β_0 возрастает с 0,25 до 0,28, порог снижается до 2,16 балла. Результаты представлены на рисунке 3.

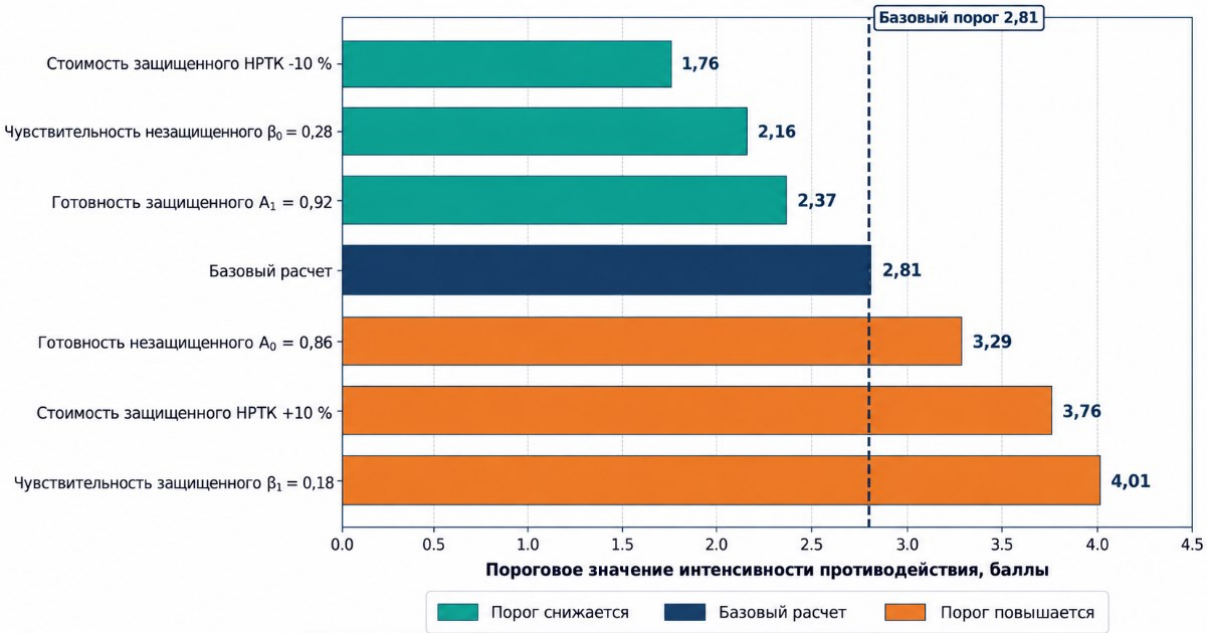


Рисунок 3 – Чувствительность порогового значения к изменению исходных данных

Ширина полученного диапазона подтверждает, что точку переключения нельзя задавать экспертно как неизменную норму. Для ее расчета нужны данные об эксплуатации конкретных НРТК. Наибольшую ценность имеют число начатых и завершенных рейсов, причины срыва, длительность простоя, время ожидания запасных частей, фактическая масса груза, соблюдение срока и расходы по видам работ. Раздельная регистрация этих сведений позволяет оценить параметры формул (1), (3) и (5), а затем проверить прогноз на новой выборке.

Внутренняя достоверность подхода обеспечивается несколькими свойствами. Стоимость и результат рассчитываются на одном периоде. Размерность итогового показателя имеет однозначное толкование. Стоимость платформы не включается повторно в затраты отдельного рейса. Готовность учитывает простой в ожидании обеспечения. Вероятности в формуле (4) имеют условное содержание. Пороговое решение проверяется как аналитически, так и непосредственным расчетом точек на графике.

Связь показателей имеет прозрачную эластичность. При неизменном плановом объеме:

$$\frac{\partial \ln z_k}{\partial \ln C_k^{\text{ЖЦ}}} = 1, \qquad \frac{\partial \ln z_k}{\partial \ln R_k} = -1. \tag{16}$$

Рост стоимости жизненного цикла на один процент увеличивает удельные затраты на один процент. Рост результативности на один процент снижает их примерно на один процент. Это соотношение верно для малых изменений и показывает, какой прирост результата должен сопровождать дополнительные расходы. При значительных изменениях используется условие (12), основанное на коэффициентах роста.

Ограничения модели связаны с качеством исходных данных. Экспоненциальная функция в расчете носит демонстрационный характер. Она может быть заменена логистической, ступенчатой или эмпирической зависимостью. Произведение условных вероятностей требует единого порядка регистрации исходов. Кроме того, результат в тоннах не отражает различную ценность грузов. Для неоднородной номенклатуры вводятся коэффициенты приоритетности или расчет ведется отдельно по группам материальных средств. Денежную оценку утраченного груза допустимо добавлять к числителю, однако такие потери не должны одновременно уменьшать знаменатель и повторно включаться в стоимость.

Использование результатов в военном и финансовом планировании

Предложенный подход ориентирован на решение задач, возникающих до закупки и в ходе эксплуатации НРТК. Орган военного управления получает возможность сравнить не цены отдельных изделий, а расходы на выполнение заданного объема доставки МС. При известном уровне противодействия определяется вариант с меньшими удельными затратами. Если уровень меняется по маршрутам, расчеты выполняются для каждого типа условий, после чего обосновывается смешанный состав парка.

Модель позволяет оценить экономическую ценность технической готовности. Дополнительный запас узлов, ремонтная группа или средство эвакуации увеличивают стоимость жизненного цикла, но сокращают простои. Решение оправдано, когда прирост ожидаемого объема доставки превышает прирост затрат. Аналогично оцениваются расходы на подготовку операторов и обновление средств управления. Их нельзя считать только обеспечивающими издержками. Через вероятности завершения маршрута и соблюдения срока они изменяют основной результат применения.

Финансовые органы могут использовать годовой профиль $C_k^{\text{жц}}$ при планировании бюджетных ассигнований. Речь идет не о выборе между бюджетным и коммерческим источником оплаты закупки. Для государственного заказчика основой являются бюджетные средства. Расчет показывает, как распределить потребность между приобретением, эксплуатацией, ремонтом, обновлением и выбытием. Недофинансирование последующих стадий приводит к снижению $\boldsymbol{A_k}$ и $\boldsymbol{R_k}$, из-за чего первоначально более дешевый вариант способен стать менее экономичным.

Для контрактов длительного сервисного сопровождения показатель результативности может использоваться при определении требований к готовности. Производитель или сервисная организация отвечает не только за выполнение отдельных ремонтных работ, но и за достижение согласованного уровня доступности техники. Подобный порядок согласует интерес заказчика в полезном результате с интересом исполнителя в предупреждении отказов и сокращении сроков восстановления [12]. При этом показатели доставки, зависящие от боевой обстановки и решений эксплуатанта, не должны полностью переноситься на промышленность.

Практическое применение требует единой формы исходных данных. Для каждого НРТК фиксируются затраты по стадиям, наработка, простои, число рейсов, масса груза, исход и причина незавершения. На стадии испытаний часть параметров получается моделированием. После накопления эксплуатационной статистики они уточняются. Такой порядок превращает стоимость жизненного цикла из разового расчетного показателя в управляемую величину, связанную с реальным результатом доставки.

Заключение

Исследование подтвердило возможность совместной оценки стоимости жизненного цикла НРТК и результативности доставки материальных средств. Стоимостная часть отражает расходы на приобретение, развертывание, эксплуатацию, техническое обслуживание, обновление, восстановление и выбытие. Результативная часть выражается ожидаемым объемом груза, доставленного в установленный срок и с требуемой сохранностью. Их взаимосвязь формируется через техническую готовность, устойчивость управления, организацию ремонта и фактическое число успешных рейсов доставки МС. Предложены удельные приведенные затраты на единицу ожидаемого результата. Показатель устраняет несопоставимость денежных расходов и вероятностных характеристик, не допускает повторного учета стоимости НРТК и дает понятную единицу измерения. Сравнительное условие основано на соотношении темпов роста. Более дорогой вариант рационален, если относительное увеличение результативности превышает относительное увеличение стоимости жизненного цикла. Научная новизна состоит в развитии военно-экономического подхода к выбору НРТК. Стоимость жизненного цикла приведена к физически измеряемой единице ожидаемого результата доставки, а условие предпочтительности защищенного варианта выражено через соотношение относительного прироста результативности и стоимости. В отличие от расчета по цене приобретения или по вероятности отдельного рейса подход охватывает весь установленный период эксплуатации.

Практическое значение связано с обоснованием состава парка НРТК, требований к технической готовности, расходов на восстановление и потребности в бюджетных ассигнованиях. После уточнения параметров модели по данным испытаний и эксплуатации конкретных типов НРТК станет возможным определять для заданных маршрутов и видов материальных средств пороговую интенсивность противодействия, при превышении которой применение защищенного комплекса обеспечивает меньшие удельные приведенные затраты на доставку, чем применение незащищенного варианта.

Библиографический список

1. Актуальные военно-экономические аспекты программно-целевого управления техническим оснащением Вооруженных Сил в современных условиях / под общ. ред. С. Ф. Викулова. – 3-е изд., доп. – Москва: 46 ЦНИИ Минобороны России : АПВЭиФ : Канцлер, 2022. – 213 с.

2. Баханович, Д. Н. Оценка вариантов развития систем вооружения на основе комплексного учета бюджетных затрат (стоимостных показателей) по существующим (разрабатываемым) образцам вооружения и военной техники на всех стадиях жизненного цикла / Д. Н. Баханович, А. В. Сильвестров // Вооружение и экономика. – 2008. – № 3 (3). – С. 109–114.

3. Боев, А. С. Возможные пути снижения затрат на создание и применение радиоэлектронной техники специального назначения в особый период / А. С. Боев, Т. М. Строкова, А. М. Жуков // Вооружение и экономика. – 2023. – № 4 (66). – С. 83–88.

4. Буравлев, А. И. Вероятностные модели управления жизненным циклом вооружения и военной техники / А. И. Буравлев, Г. А. Еланцев // Вооружение и экономика. – 2021. – № 3 (57). – С. 45–65.

5. Буренок, В. М. Оценка стоимостных показателей высокотехнологичной продукции / В. М. Буренок, Г. А. Лавринов, А. Г. Подольский. – Москва: Граница, 2012. – 423 с.

6. Буренок, В. М. Теория и практика планирования и управления развитием вооружения / В. М. Буренок, В. М. Ляпунов, В. И. Мудров. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Граница, 2005. – 519 с.

7. Викулов, С. Ф. Методологические основы и специфика военно-экономического анализа / С. Ф. Викулов, Е. Ю. Хрусталев // Экономический анализ: теория и практика. – 2014. – № 7 (358). – С. 2–11.

8. Дьяков, А. Н. Анализ стоимости жизненного цикла образцов вооружения и военной техники / А. Н. Дьяков, А. В. Черезов // Труды Военно-космической академии имени А. Ф. Можайского. – 2013. – № 639. – С. 31–33.

9. Жуков, Г. П. Военно-экономический анализ и исследование операций / Г. П. Жуков, С. Ф. Викулов. – Москва: Воениздат, 1987. – 440 с.

10. Козин, М. Н. Разработка методики оценки военно-экономической эффективности использования военной автомобильной техники / М. Н. Козин, Р. М. Саматов // Управленческое консультирование. – 2017. – № 7 (103). – С. 62–69.

11. Козин, М. Н. Учет динамических ограничений при доставке материальных средств в учреждения Федеральной службы исполнения наказаний на территориях проведения специальной военной операции / М. Н. Козин // Транспортное право и безопасность. – 2026. – № 2 (58). – С. 68–77.

12. Кузнецова, В. Б. Центр мониторинга эксплуатации в среде PLM как технология контракта жизненного цикла изделия / В. Б. Кузнецова, А. И. Сергеев, Д. В. Кондусов // Автоматизированные технологии и производства. – 2015. – № 4. – С. 24–27.

13. Лавринов, Г. А. Военно-экономическое обеспечение реализации планов развития вооружения и военной техники / Г. А. Лавринов. – Москва: Вооружение. Политика. Конверсия, 2002.

14. Леонов, А. В. Критерии оценки целесообразности и эффективности использования робототехнических комплексов военного назначения / А. В. Леонов, М. В. Тюлькин, В. В. Трущенков // Вооружение и экономика. – 2019. – № 1 (47). – С. 23–29.

15. Маричев, П. А. Военно-экономическое обоснование выбора варианта развития вооружения и военной техники противовоздушной обороны / П. А. Маричев, А. Ю. Мушков, С. Н. Рымкевич // Вооружение и экономика. – 2010. – № 1 (9). – С. 66–70.

16. Сысков, Л. В. Оценка военно-экономической эффективности модернизации авиационной техники / Л. В. Сысков // Вооружение и экономика. – 2009. – № 4 (8). – С. 59–63.

17. Техническое оснащение Вооруженных Сил Российской Федерации. Организационные, экономические и методологические аспекты / В. М. Буренок, А. А. Косенко, Г. А. Лавринов, А. Г. Подольский. – Москва: Граница, 2007.

18. Blanchard, B. S. Systems Engineering and Analysis / B. S. Blanchard, W. J. Fabrycky. – 5th ed. – Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2011. – 800 p.

19. Code of Practice for Life Cycle Costing: RTO-TR-SAS-069 / NATO Research and Technology Organisation. – Neuilly-sur-Seine: NATO RTO, 2009.

20. IEC 60300-3-3:2017. Dependability management. Part 3-3: Application guide. Life cycle costing. – Ed. 3.0. – Geneva: International Electrotechnical Commission, 2017.

21. Fabrycky, W. J. Life-Cycle Cost and Economic Analysis / W. J. Fabrycky, B. S. Blanchard. – Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1991. – 384 p.

Контактная информация:
Санчик Александр Семенович
Козин Михаил Николаевич – kozin-volsk@mail.ru

References

1. Current Military-Economic Aspects of Program-Targeted Management of the Technical Equipment of the Armed Forces in Modern Conditions / ed. by S. F. Vikulov. – 3rd ed., suppl. – Moscow : 46 TsNII of the Ministry of Defence of Russia : APVEiF : Kantsler, 2022. – 213 p.

2. Bakhanovich, D. N. Evaluation of Options for the Development of Weapon Systems Based on a Comprehensive Account of Budgetary Costs (Cost Indicators) for Existing (Developed) Models of Weapons and Military Equipment at All Stages of the Life Cycle / D. N. Bakhanovich, A. V. Silvestrov // Armament and Economics. – 2008. – No. 3 (3). – P. 109–114.

3. Boev, A. S. Possible Ways to Reduce Costs for the Creation and Use of Special-Purpose Radio-Electronic Equipment in a Special Period / A. S. Boev, T. M. Strokova, A. M. Zhukov // Armament and Economics. – 2023. – No. 4 (66). – P. 83–88.

4. Buravlev, A. I. Probabilistic Models of Life Cycle Management of Weapons and Military Equipment / A. I. Buravlev, G. A. Elantsev // Armament and Economics. – 2021. – No. 3 (57). – P. 45–65.

5. Burenok, V. M. Assessment of Cost Indicators of High-Tech Products / V. M. Burenok, G. A. Lavrinov, A. G. Podolsky. – Moscow: Granitsa, 2012. – 423 p.

6. Burenok, V. M. Theory and Practice of Planning and Managing the Development of Armaments / V. M. Burenok, V. M. Lyapunov, V. I. Mudrov. – 2nd ed., rev. and suppl. – Moscow: Granitsa, 2005. – 519 p.

7. Vikulov, S. F. Methodological Foundations and Specifics of Military-Economic Analysis / S. F. Vikulov, E. Yu. Khrustalev // Economic Analysis: Theory and Practice. – 2014. – No. 7 (358). – P. 2–11.

8. Dyakov, A. N. Analysis of the Life Cycle Cost of Weapons and Military Equipment Samples / A. N. Dyakov, A. V. Cherezov // Proceedings of the Mozhaisky Military Space Academy. – 2013. – No. 639. – P. 31–33.

9. Zhukov, G. P. Military-Economic Analysis and Operations Research / G. P. Zhukov, S. F. Vikulov. – Moscow: Voenizdat, 1987. – 440 p.

10. Kozin, M. N. Development of a Methodology for Assessing the Military-Economic Efficiency of the Use of Military Automotive Equipment / M. N. Kozin, R. M. Samatov // Management Consulting. – 2017. – No. 7 (103). – P. 62–69.

11. Kozin, M. N. Accounting for Dynamic Constraints in the Delivery of Material Resources to Institutions of the Federal Penitentiary Service in the Territories of the Special Military Operation / M. N. Kozin // Transport Law and Security. – 2026. – No. 2 (58). – P. 68–77.

12. Kuznetsova, V. B. Operation Monitoring Center in the PLM Environment as a Technology for a Product Life Cycle Contract / V. B. Kuznetsova, A. I. Sergeev, D. V. Kondusov // Automated Technologies and Production. – 2015. – No. 4. – P. 24–27.

13. Lavrinov, G. A. Military-Economic Support for the Implementation of Plans for the Development of Armaments and Military Equipment / G. A. Lavrinov. – Moscow: Armament. Policy. Conversion, 2002.

14. Leonov, A. V. Criteria for Assessing the Feasibility and Effectiveness of the Use of Military Robotic Systems / A. V. Leonov, M. V. Tyulkin, V. V. Trushchenkov // Armament and Economics. – 2019. – No. 1 (47). – P. 23–29.

15. Marichev, P. A. Military-Economic Justification for Choosing an Option for the Development of Air Defense Weapons and Military Equipment / P. A. Marichev, A. Yu. Mushkov, S. N. Rymkevich // Armament and Economics. – 2010. – No. 1 (9). – P. 66–70.

16. Syskov, L. V. Assessment of the Military-Economic Efficiency of Modernization of Aviation Equipment / L. V. Syskov // Armament and Economics. – 2009. – No. 4 (8). – P. 59–63.

17. Technical Equipment of the Armed Forces of the Russian Federation. Organizational, Economic, and Methodological Aspects / V. M. Burenok, A. A. Kosenko, G. A. Lavrinov, A. G. Podolsky. – Moscow: Granitsa, 2007.

18. Blanchard, B. S. Systems Engineering and Analysis / B. S. Blanchard, W. J. Fabrycky. – 5th ed. – Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2011. – 800 p.

19. Code of Practice for Life Cycle Costing: RTO-TR-SAS-069 / NATO Research and Technology Organisation. – Neuilly-sur-Seine: NATO RTO, 2009.

20. IEC 60300-3-3:2017. Dependability management. Part 3-3: Application guide. Life cycle costing. – Ed. 3.0. – Geneva: International Electrotechnical Commission, 2017.

21. Fabrycky, W. J. Life-Cycle Cost and Economic Analysis / W. J. Fabrycky, B. S. Blanchard. – Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1991. – 384 p.

Contact information:
Sanchik Alexander Semyonovich
Kozin Mikhail Nikolaevich – kozin-volsk@mail.ru

Поступила в редакцию: 27.08.2026
Принята к публикации: 30.09.2026

УДК 338.24:336.7:351.86 **https://elibrary.ru/hwmybt**

HWMYBT

ФИНАНСОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ТРАНСМИССИЯ В РЕСУРСНО-ЭКОНОМИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ВОЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: ДЕНЕЖНО-КРЕДИТНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ, ТАРИФНЫЙ КАНАЛ И ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБОРОННЫЙ ЗАКАЗ

Князьнеделин Р. А.[1], Порвадов М. Г.[2], Шангутов А. О.[2]

[1]ФГБУ «33 Центральный научно-исследовательский испытательный институт» Министерства обороны Российской Федерации, Вольск-18, Россия.
[2]Пермский военный институт войск национальной гвардии, Пермь, Россия.

В статье исследуется финансово-промышленная трансмиссия как элемент ресурсно-экономического обеспечения военной безопасности Российской Федерации. Цель статьи состоит в обосновании механизма, посредством которого денежные ресурсы, кредитные условия, тарифное регулирование, расчетная инфраструктура и институты государственного оборонного заказа преобразуются в производственные мощности, технологическую устойчивость и способность исполнять оборонные программы. В статье показано, что военно-политический результат зависит не только от объема финансирования, но и от качества его прохождения через промышленную кооперацию. Государственный оборонный заказ рассматривается как специальный институциональный контур, частично компенсирующий общие макрофинансовые ограничения. Предложен индекс сберегательно-инвестиционной трансмиссии как диагностический, а не официальный статистический показатель. Практическая значимость связана с применением результатов при настройке денежно-кредитной, тарифной, промышленной и расчетно-цифровой политики в интересах устойчивого исполнения государственного оборонного заказа.

Ключевые слова: военная безопасность; военно-политический курс; государственный оборонный заказ; денежно-кредитная политика; ресурсно-экономическое обеспечение; оборонно-промышленный комплекс; тарифное регулирование; цифровой рубль; экономический суверенитет.

Для цитирования: Князьнеделин Р. А., Порвадов М. Г., Шангутов А. О. Финансово-промышленная трансмиссия в ресурсно-экономическом обеспечении военной безопасности Российской Федерации: денежно-кредитные ограничения, тарифный канал и государственный оборонный заказ / Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии Российской Федерации. Выпуск 6(26) (октябрь 2026). С. 23–33.

FINANCIAL-INDUSTRIAL TRANSMISSION IN THE RESOURCE-ECONOMIC SUPPORT OF THE RUSSIAN FEDERATION'S MILITARY SECURITY: MONETARY-CREDIT CONSTRAINTS, THE TARIFF CHANNEL, AND THE STATE DEFENSE ORDER

Knyaznedelin R. A.[1], Porvadov M. G.[2], Shangutov A. O.[2]

[1]33rd Central Scientific Research and Testing Institute of the Ministry of Defence of the Russian Federation, Volsk-18, Russia.
[1]Perm Military Institute of the National Guard Troops, Perm, Russia.

The article examines the financial-industrial transmission mechanism as a component of the resource-economic support for the military security of the Russian Federation. The study aims to substantiate the mechanism by which financial resources, credit terms, tariff regulation, settlement infrastructure, and state defense order institutions are transformed into production capacities, technological resilience, and the capability to execute defense programs. It is demonstrated that military-political outcomes depend not only on the volume of funding but also on the quality of its flow through industrial cooperation networks. The state defense order is viewed as a specialized institutional framework that partially offsets general macro-financial constraints. A «savings-investment transmission index» is proposed as a diagnostic tool rather than an official statistical indicator. The practical significance of the study lies in the application of its findings to the fine-tuning of monetary, tariff, industrial, and digital settlement policies to ensure the sustainable execution of the state defense order.

Keywords: military security; military-political course; state defense order; monetary policy; resource-economic support; defense-industrial complex; tariff regulation; digital ruble; economic sovereignty.

Введение

Стратегия национальной безопасности Российской Федерации исходит из неразрывной связи национальной безопасности и социально-экономического развития. В ней укрепление экономического суверенитета, повышение устойчивости экономики и развитие промышленного потенциала рассматриваются как условия способности государства противостоять внешнему давлению и обеспечивать оборону страны[3]. Из этого следует, что денежно-кредитная, тарифная и промышленная политика имеют не только макроэкономическое, но и военно-политическое значение, когда их решения влияют на исполнение государственного оборонного заказа (далее – ГОЗ) и воспроизводство производственной базы оборонно-промышленного комплекса (далее – ОПК).

Статья 75 Конституции Российской Федерации закрепляет защиту и обеспечение устойчивости рубля как основную функцию Банка России[4]. В обычной ситуации эта функция раскрывается через ценовую и финансовую стабильность. В условиях стратегического противостояния к ней добавляется практический вопрос: способен ли устойчивый рубль обслуживать длительный инвестиционный и производственный цикл. Для предприятий, которые закупают оборудование, финансируют научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, поддерживают запасы материалов и исполняют многолетние контракты, важна не только текущая инфляция, но и предсказуемость стоимости капитала.

Совет директоров Банка России 19 июня 2026 г. установил с 22 июня 2026 г. ключевую ставку на уровне 14,25 % годовых[5]. На 1 июня 2026 г. денежный агрегат М2 составлял 133,6 трлн руб., а его годовой прирост – 13,0 %[6]. Эти показатели не дают оснований говорить об абсолютном отсутствии денежных ресурсов. Проблема находится между наличием денег в финансовой системе и их превращением в долгосрочные производственные инвестиции [17]. Такой переход зависит от кредитного риска, горизонта окупаемости, тарифной нагрузки, качества проектов, условий государственного заказа и устойчивости кооперационных связей.

[3]Указ Президента Российской Федерации от 2 июля 2021 г. № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации». – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» (дата обращения: 06.08.2026).

[4]Правовой статус и функции Банка России // Банк России: офиц. сайт. URL: https://www.cbr.ru/about_br/bankstatus/ (дата обращения: 06.08.2026).

[5]Решение Совета директоров Банка России о ключевой ставке Банка России от 19 июня 2026 г. // Банк России: офиц. сайт. URL: https://www.cbr.ru/rbr/dir_decisions/rsd_2026-06-19_20_01/ (дата обращения: 06.08.2026).

[6]Денежные агрегаты // Банк России: офиц. сайт. URL: https://www.cbr.ru/statistics/macro_itm/dkfs/monetary_agg/ (дата обращения: 06.08.2026).

Научная проблема статьи состоит в объяснении этого институционального разрыва. Высокая ставка не является единственной причиной инвестиционных ограничений, а снижение ставки само по себе не гарантирует расширения производства. Требуется механизм отбора и сопровождения проектов, который связывает финансовый ресурс с технологическим и военно-политическим результатом. В статье такой механизм обозначается как финансово-промышленная трансмиссия.

Степень разработанности проблемы определяется тремя группами исследований. В работах по ресурсно-экономическому обеспечению военной безопасности показана зависимость оборонных возможностей от макроэкономических и институциональных условий [3; 9; 10; 20; 21; 24; 25]. Исследования фискально-монетарных мер раскрывают нелинейное воздействие ключевой ставки на предприятия оборонной кооперации [1; 13; 15–16]. Индустриализация страны на современном этапе развития должна происходить в условиях сбалансированной макрофинансовой устойчивости и одновременным развитием производственной базы [2; 4–5; 6; 7–8; 12; 18]. При этом требуют проведения дополнительных исследований вопросы внутренних сбережений, банковской ликвидности, исполнения ГОЗ и регулирования тарифов в рамках единого инструментария.

Исходя из этого, объектом исследования является ресурсно-экономический контур обеспечения военной безопасности государства. В свою очередь денежно-кредитные, тарифные, промышленно-финансовые, расчетно-цифровые и юрисдикционные механизмы, определяющие способность финансовой системы поддерживать производство и исполнение ГОЗ выступают в роли предмета исследования.

Цель исследования заключается в разработке концептуальной модели финансово-промышленной трансмиссии и определения ее места в системе обеспечения военно-экономической безопасности.

В основу исследования положены системный и институциональный подходы, теория трансмиссионного механизма денежно-кредитной политики, а также методы военно-экономического анализа и индикативного моделирования [19]. Официальные показатели отделяются от авторских оценок, при этом ключевая ставка, денежные агрегаты и параметры цифрового рубля рассматриваются как проверяемые факты. Предлагаемый индекс сберегательно-инвестиционной трансмиссии и веса его компонентов имеют концептуальный статус и требуют эмпирической апробации.

Тезис статьи состоит в следующем: в условиях стратегического противостояния ресурсно-экономическое обеспечение военной безопасности определяется не только объемом финансирования, но и способностью институтов переводить денежный ресурс в производственную мощность, технологическую устойчивость и своевременное исполнение ГОЗ. Отсюда вытекает принцип компенсаторной эффективности: при ограниченных ресурсах государство должно повышать отдачу от действующего финансового, промышленного и управленческого потенциала, а не полагаться исключительно на экстенсивное увеличение расходов.

Рассматриваемый нами денежно-кредитный канал воздействует на промышленность через стоимость оборотного капитала и инвестиционных ресурсов. Предприятие с длительным циклом несет расходы на материалы, комплектующие, оплату труда, технологическую подготовку и запасы до получения основной выручки. Чем выше цена кредита и чем длиннее цикл, тем больше доля финансовых издержек в себестоимости и тем выше вероятность переноса модернизации на более поздний срок.

Воздействие неодинаково для разных уровней кооперации. Головной исполнитель обычно имеет более прямую связь с государственным заказчиком и лучше понимает будущий объем работ. Поставщик второго или третьего уровня чаще зависит от сроков расчетов внутри кооперационной цепочки и от коммерческого финансирования оборотного капитала. Поэтому единые денежно-кредитные условия создают асимметричную нагрузку: чем дальше предприятие находится от государственного контракта, тем слабее действие специальных компенсаторов и тем выше чувствительность к стоимости кредита [9; 13].

Для системы ГОЗ данный риск частично снижают авансирование, долгосрочные контрактные отношения, целевой контроль средств и иные специальные механизмы финансирования, рассмотренные в опубликованных исследованиях [9; 11; 13]. Эти инструменты не устраняют влияние денежно-кредитной политики, но делают его менее прямым. В этом смысле ГОЗ выступает институциональным компенсатором: он создает защищенный финансовый коридор для выполнения стратегически значимых задач.

Применение такого режима во всех сферах экономики требует качественного подхода к отбору проектов [14; 22]. «Дешевые деньги» способны повысить спрос, но без детализированных технологических требований не создадут дополнительного предложения. Предоставление производственного кредита в специальном режиме должно обуславливаться требованием измеримости полученного результата и его соответствия целевым ориентирам, это могут быть: локализация отдельных критических для всей цепочки производства компонентов, ввод в эксплуатацию новых производственных мощностей, повышение технологической повторяемости, снижение степени риска нарушения кооперационных цепочек.

Для этих целей необходимо внедрение в практику нескольких фильтров. В качестве первого целесообразно выделить «технологический фильтр», с помощью которого производится оценка вклада предлагаемого проекта в производственную и технологическую устойчивость. Вторым выступает «финансовый фильтр», выполняющий функцию проверки структуры затрат, возвратности и целевого использования средств. В свою очередь «институциональный фильтр» позволяет добиться прозрачности контроля активов, локализации прав и способности производственного предприятия выполнять обязательства с соблюдением российских юридических норм. Такая компоновка «фильтров» позволит поддерживать на требуемом уровне антиинфляционную составляющую и, при этом, обеспечит защиту инвестиционного цикла.

Важно то, что рост производственных издержек не может быть устранен с помощью денежно-кредитного механизма. Так как себестоимость продукции зависит от стоимости расходуемых объемом ТЭР, транспортных услуг, подключения к инфраструктуре, услуг естественных монополий и др. Если инфляция издержек объясняется только избыточным спросом, повышение ставки начинает бороться со следствием и одновременно удорожает инвестиции, необходимые для расширения предложения.

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 25 ноября 2025 г. № 3413-р утверждены индексы изменения платы граждан за коммунальные услуги на 2026 г.[7] Этот документ не устанавливает промышленные тарифы и не может использоваться как прямой показатель затрат предприятий. Его значение для настоящего анализа ограничено подтверждением того, что регулируемые цены и тарифные решения меняются по отдельному административному каналу. Оценка влияния на ОПК требует отраслевых данных по электроэнергии, газу, железнодорожным перевозкам и подключению к инфраструктуре.

Совместное действие дорогого кредита и роста инфраструктурных расходов формирует двойное давление. В гражданском секторе оно проявляется в снижении маржи, росте отпускных цен или отказе от инвестиций. В оборонной кооперации часть издержек может быть учтена в цене контракта, однако это повышает бюджетную нагрузку и усложняет ценовой контроль. Поэтому ресурсно-экономическая политика должна сочетать денежно-кредитные решения с оценкой тарифного воздействия на стратегические производственные цепочки.

Для крупных проектов целесообразно вводить оценку тарифной устойчивости. До предоставления льготного финансирования или заключения долгосрочного государственного контракта необходимо определять долю регулируемых расходов в себестоимости, чувствительность проекта к их изменению и возможные меры компенсации. Это позволит

[7] Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 ноября 2025 г. № 3413-р «Об индексах изменения размера вносимой гражданами платы за коммунальные услуги в среднем по субъектам Российской Федерации на 2026 год». – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» (дата обращения: 06.08.2026).

отличить технологически устойчивый проект от проекта, жизнеспособность которого зависит от постоянного пересмотра цены.

Далее рассмотрим финансово-промышленную трансмиссию. Финансово-промышленная трансмиссия понимается как последовательность институциональных переходов от денежного ресурса к производственному и военно-политическому результату. Наличие сбережений, бюджетных ассигнований или банковской ликвидности является исходным условием, но не результатом. Между ними и выпуском продукции находятся проектный отбор, кредитование, тарифы, контрактная дисциплина, кооперация, расчетная инфраструктура и юрисдикционная устойчивость (таблица 1).

Таблица 1 – Каналы финансово-промышленной трансмиссии в ресурсно-экономическом контуре военной безопасности

Канал	**Основной риск**	**Институциональный компенсатор**	**Ожидаемый результат**
денежно-кредитный	дорогой долгосрочный и оборотный капитал	селективное проектное финансирование, авансирование, гарантии	сохранение инвестиционного и производственного цикла
сберегательно-инвестиционный	сбережения не переходят в производственные вложения	проектный отбор, инструменты развития, контроль результата	расширение производственной базы
тарифный	рост регулируемых и инфраструктурных издержек	оценка тарифной устойчивости, долгосрочная предсказуемость условий	снижение риска роста себестоимости
контрактный контур ГОЗ	неравномерная финансовая нагрузка по уровням кооперации	этапное авансирование, согласование сроков расчетов и поставок	устойчивость кооперационной цепочки
расчетно-цифровой	фрагментарность контроля движения средств	прослеживаемость расчетов и защищенный обмен данными	повышение платежной дисциплины
юрисдикционный	непрозрачность контроля над стратегическим активом	раскрытие бенефициаров и локализация ключевых прав	снижение риска внешнего правового воздействия

Источник: составлено авторами; содержание таблицы отражает концептуальную модель и требует отраслевой эмпирической проверки.

Для диагностики качества этой трансмиссии предлагается индекс сберегательно-инвестиционной трансмиссии (ИСИТ):

$$ИСИТ = 0{,}22Кк + 0{,}22Ки + 0{,}18Кт + 0{,}18Кп + 0{,}10Кю + 0{,}10Кц, \quad (1)$$

где *Кк* характеризует доступность долгосрочного производственного кредита;

Ки – конверсию внутренних сбережений в инвестиции;

Кт – способность системы ограничивать тарифное давление;

Кп – производственную отдачу финансирования;

Кю – юрисдикционную прозрачность;

Кц – прослеживаемость и защищенность расчетов.

Веса компонентов являются авторским нормативным допущением. Они не получены из официальной статистической модели и не позволяют рассчитывать «фактический уровень суверенитета» без отраслевой базы данных. Назначение *ИСИТ* состоит в другом: он показывает, где именно финансовый ресурс теряет связь с производственным результатом.

В этой роли индекс может использоваться как диагностический компонент более широкой оценки военно-экономической отдачи.

Модель позволяет различить четыре режима. При кризисном сжатии отсутствуют и финансовая стабильность, и производственный рост. При перегретом росте расширение производства сопровождается инфляционным и финансовым дисбалансом. При стерилизационной стабилизации макрофинансовые показатели улучшаются, но сбережения не переходят в инвестиции. Предпочтительным является режим инвестиционной стабилизации: ценовая устойчивость сочетается с выборочным кредитом, контролируемой тарифной нагрузкой и измеримым производственным результатом.

В военно-политологическом измерении этот подход развивает принцип компенсаторной эффективности. Ресурсная асимметрия не устраняется одним финансовым решением. Она компенсируется согласованным действием институтов, которые уменьшают потери между финансированием и конечным результатом. Именно качество такой трансмиссии определяет, насколько бюджетный ресурс превращается в устойчивость ОПК, исполнение ГОЗ и военную безопасность.

Расчетно-цифровой канал не заменяет производственный кредит, но может повысить качество контроля. Банк России определяет цифровой рубль как дополнительную форму национальной валюты. До 1 сентября 2026 г. операции доступны участникам пилота; Банк России не выдает кредиты в цифровых рублях и не начисляет проценты на остатки[8]. Следовательно, цифровой рубль нельзя рассматривать как самостоятельный источник инвестиций.

Его возможная роль связана с прослеживаемостью платежей и автоматизацией отдельных контрольных процедур. При реализации государственного проекта применение цифрового рубля позволит подтверждать целевое использование выделяемых бюджетных средств, а также отслеживать законность кооперационных расчетов. Однако в случае реализации ГОЗ потребуется разработка и внедрение специальных правового и технического режимов, позволяющих обеспечивать защиту сведений составляющих государственную тайну. Поэтому в настоящее время цифровой рубль не может выступать в роли универсального механизма и требует дальнейшей апробации.

Юрисдикционный канал должен представлять собой механизм государственного контроля над стратегическими активами и правами на технологии. При анализе финансовой сферы следует уйти от упрощенных оценок, которые зачастую приводят к неверным выводам о внешнем управлении или завышенным объемам активов, выведенных в офшор. Важнейшим условием получения доступа к государственной поддержке должно быть раскрытие информации о конечном контроле и подтверждение устойчивости правовой структуры.

Такой подход представляет собой условную деофшоризацию. При этом его реализация на практике не охватывает весь спектр участников экономической деятельности и не ведет к механической национализации активов. Подразумевается, что повышенные требования применяются только в отношении компаний, чьи активы включаются в выполнение задач обеспечения национальной безопасности. Такая конструкция «государственный ресурс – прозрачный контроль – российская юрисдикционная устойчивость» направлена на снижение рисков нерационального расходования бюджетных средств и создание долгосрочного устойчивого результата производственного сектора экономики.

Подводя итог вышесказанному необходимо сделать следующие выводы.

Ресурсно-экономическое обеспечение военной безопасности государства является многоканальной системой, требующей значительного бюджетного финансирования [23]. В то же время эффективность ресурсно-экономического обеспечения во многом зависит от

[8] Цифровой рубль // Банк России: официальный сайт. URL: https://www.cbr.ru/PSystem/dr/ (дата обращения: 06.08.2026).

предлагаемых кредитных условий и тарифов, качества организации кооперационных цепочек, эффективности проектного отбора и соблюдения расчетной дисциплины.

Установленная Центробанком высокая ключевая ставка действует на ГОЗ и предприятия ОПК не однонаправленно. Существующие экономические механизмы частично компенсируют ее негативное влияние на головных исполнителей, однако для предприятий расположенных на нижних уровнях кооперационных цепочек стоимость оборотного капитала может быть непомерно высока. Поэтому оценка рассматриваемой финансовой устойчивости должна осуществляться по всей цепочке исполнителей государственного контракта.

В отдельную группу оценки следует вывести тарифный канал, так как на реализацию долгосрочных стратегических проектов серьезное влияние оказывает динамика промышленных тарифов естественных монополий.

Обоснованный в исследовании индекс сберегательно-инвестиционной трансмиссии представляет собой диагностический инструмент, который не подменяет показатели Банка России или данные ведомственной статистики, а направлен на выявление противоречий между объемами выделяемых финансовых ресурсов и результатами конечной производственной деятельности.

Результаты исследования подтверждают выводы о недостаточной эффективности ресурсно-экономического обеспечения проводимого военно-политического курса. Устойчивое и результативное выполнение ГОЗ должно осуществляться не за счет вливания больших объемов финансов в производственный сектор, а за счет согласования условий функционирования финансовых, тарифных, промышленных, цифровых и юрисдикционных механизмов, направленных на достижение общей цели.

В то же время полученные результаты исследования обладают некоторыми ограничениями, связанными с концептуальным характером предлагаемого индекса сберегательно-инвестиционной трансмиссии, сложностью получения полных отраслевых данных результатов экономической деятельности и закрытостью части данных о ГОЗ. Поэтому проведение дальнейших исследований будет заключаться в детализации расчетов по конкретным производствам, проведении сравнительного анализа объемов финансирования гражданского и оборонного секторов экономики, осуществлении оценки влияния тарифов на устойчивость функционирования кооперационных цепочек. Только данные этих исследований позволят в последующем получить корректные прогнозные значения индекса и эффекты предлагаемых мер.

Библиографический список

1. Басько, А. П. Факторы успеха и проблемы реализации стратегии импортозамещения в оборонно-промышленном комплексе: анализ мирового опыта / А. П. Басько, А. Х. Курбанов, П. А. Серов // Вестник военной академии материально-технического обеспечения. – 2026. – № 1(45). – С. 64–79.

2. Весник, Е. Е. Военно-экономическая безопасность оборонно-промышленного комплекса России в аспекте современных военно-политических и экономических условий / Е. Е. Весник, А. О. Шангутов // Вестник военной академии материально-технического обеспечения. – 2025. – № 3(43). – С. 89–98.

3. Викулов, С. Ф. Актуальные проблемы управления военно-экономической деятельностью государства в системе стратегического планирования развития страны / С. Ф. Викулов, Е. В. Горгола, С. Р. Цырендоржиев // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2021. – Т. 17, № 3(396). – С. 404–418.

4. Князьнеделин, Р. А. Изъятие дохода (сверхприбыли) и государственный контроль цен в сфере государственного оборонного заказа: экономико-правовые пределы и направления совершенствования / Р. А. Князьнеделин, С. А. Шохин // Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии. – 2026. – № 2(68). – С. 30–35.

5. Князьнеделин, Р. А. Платежно-расчетная устойчивость государственного оборонного заказа как фактор военной безопасности Российской Федерации в условиях стратегического противостояния / Р. А. Князьнеделин // Научные исследования: проблемы и перспективы в условиях формирования многополярного мира: Сборник научных трудов по материалам XX Международной научно-практической конференции, Анапа, 21 июля 2026 года. – Анапа: НИЦ экономических и социальных процессов в ЮФО, 2026. – С. 58–76.

6. Князьнеделин, Р. А. Проблемы научно-технического взаимодействия в оборонно-промышленном комплексе и способы их решения / Р. А. Князьнеделин, А. Х. Курбанов, М. Г. Порвадов // Научный вестник оборонно-промышленного комплекса России. – 2024. – № 4. – С. 14–19.

7. Князьнеделин, Р. А. Проблемы реализации государственной инновационной политики в интересах военной организации государства в условиях санкций / Р. А. Князьнеделин, В. С. Стариков // Вестник военной академии материально-технического обеспечения. – 2026. – № 2 (46). – С. 49–62.

8. Князьнеделин, Р. А. Развитие нормативно-правовой базы в сфере закупок в интересах военной организации государства / Р. А. Князьнеделин, С. В. Клепко, А. Е. Федоров // Вестник военной академии материально-технического обеспечения. – 2025. – № 1 (41). – С. 119–135.

9. Князьнеделин, Р. А. Ресурсно-экономическое обеспечение военной безопасности государства в условиях структурной трансформации: макроэкономические противоречия формирования суверенной экономики России в 2024-2026 гг. / Р. А. Князьнеделин, А. О. Шангутов // Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии. – 2026. – № 2 (22). – С. 82–98.

10. Князьнеделин, Р. А. Ресурсно-экономическое обоснование облика Вооруженных Сил в условиях стратегического противостояния: потенциал, санкционные риски и подготовка экономики к обеспечению военной безопасности государства (2020–2026) / Р. А. Князьнеделин // Экономика, финансы и управление: актуальные вопросы теории и практики: сборник статей XIV Международной научно-практической конференции, Пенза, 05 апреля 2026 года. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2026. – С. 161–168.

11. Князьнеделин, Р. А. Теоретические подходы к оценке и повышению эффективности функционирования системы государственных закупок в интересахвоенных потребителей / Р. А. Князьнеделин, С. В. Клепко, А. М. Смуров // Вестник военной академии материально-технического обеспечения. – 2025. – № 4 (44). – С. 119–135.

12. Князьнеделин, Р. А. Трансформация экономической политики Российской Федерации в условиях геополитической турбулентности: от либеральной модели к суверенной индустриализации / Р. А. Князьнеделин, А. Х. Курбанов // Управленческое консультирование. – 2026. – № 2 (194). – С. 94–108.

13. Князьнеделин, Р. А. Экономическая политика государства в контексте обеспечения военной безопасности: стратегический анализ фискальных и монетарных мер / Р. А. Князьнеделин, А. Х. Курбанов, А. Н. Литвиненко // Научные проблемы материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации. – 2026. – № 1 (39). – С. 54–67.

14. Козин, М. Н. Построение модели оптимального размещения производственных площадок при выполнении государственного заказа в условиях неопределенности на основе разложения полиномиального хаоса / М. Н. Козин // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2026. – Т. 11, № 1 (166). – С. 13–27.

15. Курбанов, А. Х. Мировой опыт реализации стратегии импортозамещения в оборонно-промышленном комплексе / А. Х. Курбанов, П. А. Серов // Актуальные проблемы обеспечения национальной безопасности: материалы IV Международной научно-практической конференции. В 2 Ч., Санкт-Петербург, 05 декабря 2025 года. – СПб: Санкт-Петербургская академия Следственного Комитета, 2025. – С. 53–58.

16. Курбанов, А. Х. Обеспечение устойчивости предприятий оборонно-промышленного комплекса на основе импортозамещения: теоретический анализ /

А. Х. Курбанов, П. А. Серов // Умаровские чтения-2025: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Грозный, 09 октября 2025 года. – Махачкала: АЛЕФ, 2025. – С. 98–105.

17. Литвиненко, А. Н. Инвестиционная привлекательность региона в обеспечении его экономической безопасности (на материалах Пермского края) / А. Н. Литвиненко, М. Г. Порвадов, Э. М. Кариева // Вестник Академии Следственного комитета Российской Федерации. – 2024. – № 3 (41). – С. 140–146.

18. Назметдинов, И. М. Проблемы ведения инновационной деятельности в интересах Вооруженных сил Российской Федерации / И. М. Назметдинов, А. М. Смуров, А. А. Целыковских // Вестник Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулева. – 2024. – № 1 (37). – С. 80–87.

19. Порвадов, М. Г. Актуализация методов военно-экономического анализа в контексте ресурсных ограничений / М. Г. Порвадов, А. О. Шангутов // Вопросы гуманитарных наук. – 2023. – № 5 (128). – С. 6–10.

20. Порвадов, М. Г. Анализ современного состояния экономической безопасности инвестиционного рынка России / М. Г. Порвадов, Э. М. Кариева // Инновационная экономика: информация, аналитика, прогнозы. – 2022. – № 4. – С. 6–15.

21. Порвадов, М. Г. Внешние и внутренние угрозы экономической безопасности страны в современных условиях / М. Г. Порвадов, Э. М. Кариева // Социальные и экономические системы. – 2022. – № 6-8(37). – С. 260–274.

22. Порвадов, М. Г. Преимущества и возможности ТОСЭР для резидентов (на материалах Пермского края) / М. Г. Порвадов, Э. М. Кариева // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2023. – № 11-2(105). – С. 210–216.

23. Порвадов, М. Г. Стратегия развития управленческих структур сложных военных систем / М. Г. Порвадов, А. О. Шангутов, А. С. Мелихов // Стратегическая стабильность. – 2023. – № 4 (105). – С. 2–4.

24. Смуров, А. М. Итоги работы и приоритеты материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации / А. М. Смуров // Материально-техническое обеспечение Вооруженных Сил Российской Федерации. – 2025. – № 1(61). – С. 3–11.

25. Шангутов, А. О. Особенности ресурсного обеспечения территориальных войск в аспекте влияния региональных факторов / А. О. Шангутов, М. Г. Порвадов, Р. Ю. Бугаков // Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии. – 2024. – № 2 (14). – С. 123–129.

Контактная информация:
Князьнеделин Радислав Алексеевич – radislav@yandex.ru
Порвадов Максим Геннадьевич – porvadov@mail.ru
Шангутов Антон Олегович – army5559@mail.ru

References

1. Basko, A. P. Success factors and implementation challenges of the import substitution strategy in the defense-industrial complex: an analysis of global experience / A. P. Basko, A. Kh. Kurbanov, P. A. Serov // Bulletin of the Military Academy of Logistics. – 2026. – No. 1 (45). – P. 64–79.

2. Vesnik, E. E. Military-economic security of Russia's defense-industrial complex in the context of modern military-political and economic conditions / E. E. Vesnik, A. O. Shangutov // Bulletin of the Military Academy of Logistics. – 2025. – No. 3(43). – P. 89–98.

3. Vikulov, S. F. Current issues in managing the state's military-economic activity within the national strategic development planning system / S. F. Vikulov, E. V. Gorgola, S. R. Tsyrendorzhiev // National Interests: Priorities and Security. – 2021. – Vol. 17, No. 3 (396). – P. 404–418.

4. Knyaznedelin, R. A. Appropriation of income (excess profits) and state price control in the sphere of the state defense order: economic-legal limits and avenues for improvement / R. A. Knyaznedelin, S. A. Shokhin // Theory and Practice of Service: Economics, Social Sphere, Technologies. – 2026. – No. 2 (68). – P. 30–35.

5. Knyaznedelin, R. A. Payment and settlement stability of the state defense order as a factor of the Russian Federation's military security amidst strategic confrontation / R. A. Knyaznedelin // Scientific Research: Problems and Prospects in the Context of the Emergence of a Multipolar World: Collection of Scientific Papers Based on the Proceedings of the XX International Scientific and Practical Conference, Anapa, July 21, 2026. – Anapa: Research Center for Economic and Social Processes in the Southern Federal District, 2026. – Pp. 58–76.

6. Knyaznedelin, R. A. Challenges of scientific and technical cooperation within the defense-industrial complex and ways to address them / R. A. Knyaznedelin, A. Kh. Kurbanov, M. G. Porvadov // Scientific Bulletin of the Russian Defense-Industrial Complex. – 2024. – No. 4. – P. 14–19.

7. Knyaznedelin, R. A. Challenges in implementing state innovation policy for the benefit of the state's military organization under sanctions / R. A. Knyaznedelin, V. S. Starikov // Bulletin of the Military Academy of Logistics and Procurement. – 2026. – No. 2 (46). – P. 49–62.

8. Knyaznedelin, R. A. Development of the regulatory framework for procurement serving the state's military organization / R. A. Knyaznedelin, S. V. Klepko, A. E. Fedorov // Bulletin of the Military Academy of Logistics and Procurement. – 2025. – No. 1 (41). – P. 119–135.

9. Knyaznedelin, R. A. Resource and economic support for state military security amidst structural transformation: macroeconomic contradictions in the formation of Russia's sovereign economy (2024–2026) / R. A. Knyaznedelin, A. O. Shangutov // Almanac of the Perm Military Institute of the National Guard Troops. – 2026. – No. 2 (22). – P. 82–98.

10. Knyaznedelin, R. A. Resource and Economic Justification of the Armed Forces' Structure Amidst Strategic Confrontation: Potential, Sanctions Risks, and Economic Preparedness for Ensuring State Military Security (2020–2026) / R. A. Knyaznedelin // Economics, Finance, and Management: Current Issues in Theory and Practice: Proceedings of the XIV International Scientific and Practical Conference, Penza, April 5, 2026. – Penza: MCNS «Science and Enlightenment», 2026. – P. 161–168.

11. Knyaznedelin, R. A. Theoretical approaches to assessing and improving the operational efficiency of the state procurement system for military consumers / R. A. Knyaznedelin, S. V. Klepko, A. M. Smurov // Bulletin of the Military Academy of Logistics. – 2025. – No. 4 (44). – P. 119–135.

12. Knyaznedelin, R. A. Transformation of the Russian Federation's economic policy amidst geopolitical turbulence: from the liberal model to sovereign industrialization / R. A. Knyaznedelin, A. Kh. Kurbanov // Management Consulting. – 2026. – No. 2 (194). – P. 94–108.

13. Knyaznedelin, R. A. State economic policy in the context of ensuring military security: a strategic analysis of fiscal and monetary measures / R. A. Knyaznedelin, A. Kh. Kurbanov, A. N. Litvinenko // Scientific Problems of Logistics Support for the Armed Forces of the Russian Federation. – 2026. – No. 1 (39). – P. 54–67.

14. Kozin, M. N. Constructing a model for the optimal location of production facilities during state contract execution under conditions of uncertainty using polynomial chaos expansion / M. N. Kozin // Economics and Management: Problems and Solutions. – 2026. – Vol. 11, No. 1 (166). – P. 13–27.

15. Kurbanov, A. Kh. Global Experience in Implementing Import Substitution Strategies in the Defense-Industrial Complex / A. Kh. Kurbanov, P. A. Serov // Current Issues in Ensuring National Security: Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Conference. In 2 Parts, St. Petersburg, December 5, 2025. – St. Petersburg: St. Petersburg Academy of the Investigative Committee, 2025. – Pp. 53–58.

16. Kurbanov, A. Kh. Ensuring the sustainability of defense-industrial complex enterprises through import substitution: a theoretical analysis / A. Kh. Kurbanov, P. A. Serov // Umarov

Readings-2025: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation, Grozny, October 9, 2025. – Makhachkala: ALEF, 2025. – P. 98–105.

17. Litvinenko, A. N. Regional investment attractiveness in ensuring economic security (based on data from Perm Krai) / A. N. Litvinenko, M. G. Porvadov, E. M. Karieva // Bulletin of the Academy of the Investigative Committee of the Russian Federation. – 2024. – No. 3 (41). – P. 140–146.

18. Nazmetdinov, I. M. Challenges of conducting innovation activities for the benefit of the Armed Forces of the Russian Federation / I. M. Nazmetdinov, A. M. Smurov, A. A. Tselykovskikh // Bulletin of the General of the Army A. V. Khrulev Military Academy of Logistics. – 2024. – No. 1 (37). – P. 80–87.

19. Porvadov, M. G. Updating military-economic analysis methods in the context of resource constraints / M. G. Porvadov, A. O. Shangutov // Issues of Humanities. – 2023. – No. 5 (128). – P. 6–10.

20. Porvadov, M. G. Analysis of the current state of economic security in Russia's investment market / M. G. Porvadov, E. M. Karieva // Innovative Economy: Information, Analytics, Forecasts. – 2022. – No. 4. – P. 6–15.

21. Porvadov, M. G. External and internal threats to the country's economic security in modern conditions / M. G. Porvadov, E. M. Karieva // Social and Economic Systems. – 2022. – No. 6-8(37). – P. 260–274.

22. Porvadov, M. G. Advantages and opportunities of ASEZs (Advanced Social and Economic Development Zones) for residents (based on data from Perm Krai) / M. G. Porvadov, E. M. Karieva // Economics and Business: Theory and Practice. – 2023. – No. 11-2(105). – P. 210–216.

23. Porvadov, M. G. Development strategy for the management structures of complex military systems / M. G. Porvadov, A. O. Shangutov, A. S. Melikhov // Strategic Stability. – 2023. – No. 4(105). – P. 2–4.

24.Smurov, A. M. Results of operations and priorities for the logistical support of the Armed Forces of the Russian Federation / A. M. Smurov // Logistical Support of the Armed Forces of the Russian Federation. – 2025. – No. 1 (61). – P. 3–11.

25. Shangutov, A. O. Specifics of resource provision for territorial troops in the context of regional factors / A. O. Shangutov, M. G. Porvadov, R. Yu. Bugakov // Almanac of the Perm Military Institute of the National Guard Troops. – 2024. – No. 2 (14). – P. 123–129.

Contact information:
Knyaznedelin Radislav Alekseevich – radislav@yandex.ru
Porvadov Maxim Gennadievich – porvadov@mail.ru
Shangutov Anton Olegovich – army5559@mail.ru

Поступила в редакцию: 17.08.2026
Принята к публикации: 30.09.2026

УДК 339.5

https://elibrary.ru/izokca

izokca

МЕЖДУНАРОДНАЯ ТОРГОВЛЯ ВООРУЖЕНИЕМ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКОЙ: ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ

Гладкова О. А.[1], Бродников А. К.[1], Рякин А. А.[1]

[1]Пермский военный институт войск национальной гвардии Российской Федерации, Пермь, Россия.

Статья посвящена анализу современного состояния и тенденций развития международной торговли в сфере вооружения и военной техники. В работе представлены ключевые факторы, влияющие на динамику рынка, проводится анализ структуры экспорта и импорта вооружений, изучены ведущие страны-поставщики и получатели вооружения и военной техники, виды вооружений, а также сопутствующих услуг. Особое внимание уделяется положению России на мировом рынке вооружений и перспективным тенденциям развития данной отрасли страны. Приведен анализ динамики оборонных расходов, сдвигов в географии поставщиков и экспортеров, определены изменения технологического облика торговли. Выявлены ключевые тенденции, включающие милитаризацию экономик Запада и перестройку логистических цепочек.

Ключевые слова: вооружение; военная техника; военные расходы; военно-промышленный комплекс; модернизация вооружений; вооруженные конфликты; экспорт вооружений; экспортный контроль.

Для цитирования: Гладкова О. А., Бродников А. К., Рякин А. А. Международная торговля вооружением и военной техникой: тенденции развития / Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии Российской Федерации. Выпуск 6(26) (октябрь 2026). С. 34–43.

INTERNATIONAL TRADE IN ARMS AND MILITARY EQUIPMENT: DEVELOPMENT TRENDS

Gladkova O. A.[1], Brodnikov A. K.[1], Ryakin A. A.[1]

[1]Perm Military Institute of the Troops of the National Guard of the Russian Federation, Perm, Russia.

This article analyzes the current state and development trends of the international trade in arms and military equipment. It presents key factors influencing market dynamics, analyzes the structure of arms exports and imports, and examines the leading supplier and recipient countries, types of weapons, and related services. Particular attention is paid to Russia's position in the global arms market and prospective development trends in this sector. The article analyzes the dynamics of defense spending, shifts in the geography of suppliers and exporters, and identifies changes in the technological landscape of trade. Key trends are identified, including the militarization of Western economies and the restructuring of supply chains.

Keywords: weapons; military equipment; military spending; military-industrial complex; weapons modernization; armed conflicts; arms exports; export controls.

Введение

Международная торговля вооружением и военной техникой представляет собой одну из наиболее значимых и одновременно закрытых сфер мировой экономики. В условиях нарастающей геополитической нестабильности, увеличения числа вооруженных конфликтов

и пересмотра оборонных стратегий ведущими державами, рынок вооружений демонстрирует устойчивый рост, оказывая существенное влияние на глобальную систему международных отношений.

Современная политическая ситуация характеризуется беспрецедентным уровнем напряженности. Конфликт на Украине, эскалация на Ближнем Востоке, обострение противостояния в Южно-Китайском море и другие региональные кризисы стимулируют рост военных расходов и активизацию международной торговли оружием. По данным Стокгольмского международного института исследования проблем мира (SIPRI), объем международной торговли основными видами вооружений вырос на 9,2 % в период между 2016–2020 и 2021–2025 годами. Мировые военные расходы в 2025 году увеличились на 2,9 %, достигнув 2,89 трлн долларов, а их доля в мировом ВВП составила 2,5 % – самый высокий уровень с 2009 года [29].

Указанные обстоятельства обусловливают высокую актуальность исследования: развития международной торговли вооружением как фактора, определяющего баланс сил в мире и перспективы глобальной безопасности.

Целью работы является анализ развития международной торговли вооружением и военной техникой в условиях новых политических реалий.

Объектом исследования является процесс развития международной торговли вооружением и военной техникой.

Предмет исследования – структурные изменения в развитии и регулировании международного рынка ВВТ в условиях трансформации глобальной безопасности.

Задачи исследования:

1. Охарактеризовать специфику рынка вооружений как закрытой отрасли экономики.
2. Проанализировать динамику военных расходов и их влияние на рынок вооружения и военной техники (далее – ВВТ).
3. Определить географию основных поставщиков и получателей вооружений.
4. Выявить наиболее востребованные виды вооружений и сопутствующие услуги.
5. Рассмотреть системы контроля производства и поставок вооружений.
6. Определить перспективные тенденции развития рынка.

Методы исследования. В работе использован комплекс общенаучных и специальных методов: системный анализ, статистический метод, метод сравнительного анализа, метод экспертных оценок, контент-анализ открытых источников и отчетов ведущих аналитических центров (SIPRI, ЦАМТО). Эмпирическую базу составили данные международных организаций, официальные статистические отчеты, материалы специализированных изданий.

Основная часть

Рынок вооружений и военной техники принципиально отличается от других сегментов международной торговли. Это закрытая отрасль экономики, функционирование которой определяется не столько рыночными механизмами, сколько стратегическими, политическими и военно-техническими соображениями. Торговля ВВТ осуществляется в условиях жесткой государственной регламентации, ограниченного доступа к информации и активного использования военно-технического сотрудничества как инструмента внешней политики.

Данная отрасль отличается особой спецификой, проявляющейся в государственном контроле над операциями с вооружением и военной техникой. Государствами принимаются различные соглашения, конвенции, заключаются договоры о нераспространении, ограничении применения и уничтожении опасного оружия. Информация о контрактах, объемах поставок и технических характеристиках ВВТ чаще всего является закрытой, так как может содержать сведения, составляющие государственную тайну. Контракты в оборонной сфере отличаются долгосрочным характером и заключаются в среднем на 5–10 лет и более. Поставки вооружений часто носят политический характер, так как заключаются между странами-союзниками (НАТО), государствами-партнерами и др. Рынок ВВТ характеризуется ограниченным количеством участников, так как доминируют несколько крупных государств и транснациональных корпораций.

Научное осмысление международной торговли вооружениями и развития оборонно-промышленных комплексов имеет длительную историю. Зарубежная историография международной торговли вооружениями долгое время находилась под влиянием концепции «торговцев смертью» (merchants of death), сложившейся в межвоенный период. Еще в 1905 году Джордж Бернард Шоу в пьесе «Майор Барбара» создал классический сатирический образ торговца оружием Эндрю Андершафта, который стал олицетворением безнравственности оружейного бизнеса.

Особое значение для формирования этой концепции имели парламентские расследования 1930-х годов. В Великобритании в 1935–1936 годах работала Королевская комиссия по частному производству и торговле вооружениями, которая должна была рассмотреть возможность национализации оружейной промышленности. В США в 1934–1936 годах действовал Специальный комитет Сената по расследованию военной промышленности (комитет Ная). Как отмечает историк Джон Уилтц, главным достижением комитета стало развенчание тезиса о «торговцах смертью» – утверждения, что люди, извлекавшие прибыль из войны, несут ответственность за войну. Уилтц заключил, что к концу 1930-х годов едва ли кто-либо вообще беспокоился о торговцах смертью [27].

Однако современные исследования показывают, что картина межвоенного оружейного бизнеса была более сложной. М. Мерль, Д. Зейсслер и П. Турнер в работе, посвященной анализу торговли стрелковым оружием в 1920–1936 годах, утверждают, что, хотя формальный государственный контроль был ограничен, правительства могли влиять на поставки вооружений через статус основных заказчиков и финансовых гарантов экспортных операций. Политические соображения играли особенно важную роль в периоды международной напряженности – в начале и конце межвоенного периода [24].

Принципиально новый импульс изучению проблемы придала деятельность Стокгольмского международного института исследования проблем мира (SIPRI). Созданный в 1966 году институт с 1969 года публикует ежегодные доклады, ставшие основным эмпирическим источником по объемам международной торговли вооружениями, военным расходам и производству оружия. Данные SIPRI служат эмпирической основой для подавляющего большинства современных исследований [25].

Значительный вклад в изучении проблемы вносит историк Джонатан Грант. В 2018 году был опубликован его труд «Between Depression and Disarmament: The International Armaments Business, 1919–1939», в котором проведен анализ связи между частным бизнесом, разоружением и перевооружением, а также показано их влияние на закупки вооружений и трансферты военных технологий в Восточной Европе. Ученый смещает фокус анализа на бизнес-измерение, что позволяет по-новому оценить связи между торговлей оружием, разоружением и перевооружением [22].

Начиная с 2010-ых годов возросло количество научных работ, посвященных теме международной торговли в сфере ВВТ, среди которых труды К. В. Серошатова, Д. А. Репникова, Н. Г. Синявского, В. И. Авдийского и других ученых.

Исследователь К. В. Серошатов провел анализ рынка ВВТ Европейского союза и пришел к выводу, что существует тенденция к устранению национальных рынков в рамках ЕС и предоставлению равного доступа всем компаниям, но на данный момент эта процедура не завершена. Существуют ограничения для доступа компаний из стран ЕС на общий рынок ВВТ из-за протекционистской политики стран ЕС и несогласованности нормативных документов [15].

Ученый Д. А. Репников проводит анализ торговли ВВТ на международном рынке, который характеризуется большей долей поставок вооружения и военной техники из США. По мнению автора, существующие в настоящее время вооруженные конфликты будут стимулировать рост объема закупок воюющими станами военной техники и оружия, что негативно скажется на глобальной безопасности [12].

Исследователи Н. Г. Синявский, В. И. Авдийский считают, что чрезмерное увеличение военных расходов государства приведет к экономическим трудностям, которые негативно отразятся на обороноспособности страны [16].

Отечественная историография международной торговли вооружениями и военно-промышленного комплекса имеет свою специфику, обусловленную длительным периодом закрытости темы.

Как показывает историографический анализ, изучение проблемы отечественного ВПК стало одним из актуальных направлений в науке. Однако советский период в историографии ВПК практически не изучался, а источники информации были засекречены и недоступны широкому кругу исследователей [28].

До 1990-х годов сам термин «военно-промышленный комплекс» применялся отечественными исследователями исключительно к ВПК других стран, тогда как у зарубежных авторов не возникало сомнения относительно существования ВПК в СССР, вплоть до радикальной точки зрения Д. Холлуэя, заявившего, что СССР и есть военно-промышленный комплекс [23]. В работах советских авторов термин «ВПК» применялся с негативным оттенком по отношению к Соединенным Штатам, олицетворяя «американскую военщину и милитаризм».

Только с наступлением политики «гласности» у отечественных авторов появилась возможность рассмотреть роль и место ВПК в СССР. Ученые А. А. Данилов и А. В. Пыжиков выдвинули идею о том, что главным на данном этапе была стабилизация политического режима, а И. В. Сталин сделал ставку на сверхмилитаризацию советской экономики в условиях начавшегося глобального противостояния [5].

А. В. Лосик, А. Ф. Мезенцев, П. П. Минаев и другие создали научный труд, посвященный историографии отечественного оборонного комплекса в XX – начале XXI века. Исследование на столь значительном историческом отрезке позволило авторам провести изучить истоки становления, развития и исторического финала советского ВПК, а также первые шаги его реформирования в постсоветской России [1; 9].

По мнению авторов, военно-промышленный комплекс является закономерным этапом эволюции военного производства, неизбежно происходившим во всех индустриально развитых государствах. Истоки советского ВПК уходят в особенности военной промышленности царской России, ее военно-техническую политику и разработки русских специалистов-оружейников [9].

Исследователь Л.В. Шубарина посвятила работу изучению истории развития оборонно-промышленного комплекса Урала в аспекте атомной, ракетной и танковой промышленности и определила проблему отсутствия развития наукоемких отраслей промышленности, что привело к неконкурентоспособности оборонных предприятий страны [20]. Активно разрабатывается историография удмуртского ВПК, включая исследования Н. А. Родионова, рассматривавшего вопросы зарубежных связей Удмуртии, проблемы истории оружейного производства и военно-промышленной конверсии.

В историографии выделяются и нерешенные проблемы. Как отмечают исследователи, до сих пор не получили должного внимания вопросы пропорций (диспропорций), возникших в результате форсированного развития военно-промышленного производства; конверсии и реконверсии, соотношения доли военной и гражданской продукции; освоения новых наукоемких систем вооружения, их стоимости; формирования научно-технической элиты [5].

Таким образом, историография международной торговли вооружениями прошла путь от публицистических обличений «торговцев смертью» до комплексного междисциплинарного анализа, учитывающего политические, экономические и социальные факторы. Современные исследования, опирающиеся на данные SIPRI и открывающиеся архивные материалы, позволяют глубже понять как долгосрочные закономерности развития рынка вооружений, так и его специфику в условиях современных геополитических кризисов. Однако, как отмечают исследователи, многие проблемы остаются за пределами досягаемости ученых из-за сохраняющейся закрытости информации и ограниченного доступа к архивным материалам.

Далее рассмотрим динамику расходов стран в сфере вооружения и военной техники. Мировые военные расходы демонстрируют устойчивый рост на протяжении последних лет. По данным SIPRI, в 2025 году они достигли 2,89 трлн долларов, что на 2,9 % превышает

показатель предыдущего года. Рост происходит 11-й год подряд, причем основными драйверами выступают страны Европы, увеличившие военные расходы на 14 % – до 864 миллиардов долларов [26].

Лидерами по объему военных расходов остаются США, Китай и Россия. Военный бюджет США в 2025 году составил 954 млрд долларов (снижение на 7,5 % по сравнению с 2024 годом из-за отсутствия нового пакета военной помощи Украине), однако утвержденный бюджет на 2026 год уже превышает 1 трлн долларов. Китай увеличил военные расходы на 7,4 % – до 336 млрд долларов, Россия – на 5,9 %, до 190 млрд долларов. На три крупнейшие страны приходится более половины всех мировых военных расходов – около 1,48 трлн долларов [13].

Рост военных расходов непосредственно стимулирует спрос на вооружения и военную технику. Особенно значительный рост импорта наблюдается в странах, вовлеченных в вооруженные конфликты или испытывающих угрозу безопасности. Учитывая масштабы нынешних кризисов, а также долгосрочные целевые показатели военных расходов многих государств, этот рост, вероятно, продолжится в 2026 году и далее.

Мировой рынок вооружений характеризуется высокой степенью концентрации. Ведущие страны-экспортеры формируют основу международной торговли ВВТ, при этом структура экспорта претерпевает существенные изменения под влиянием геополитических факторов.

Соединенные Штаты Америки остаются крупнейшим в мире поставщиком вооружений на международной арене. По данным SIPRI, на долю США приходится 42 % мирового экспорта основных видов вооружений, что на 6 процентных пунктов больше, чем в 2016–2020 годах [10]. Американский экспорт вырос на 36 % за последние десть лет. Впервые за два десятилетия наибольшая доля американского экспорта пришлась на Европу, а не на Ближний Восток, что связано с ростом военных поставок в европейские государства на фоне конфликта в Украине [18]. Крупнейшим получателем американского оружия остается Саудовская Аравия [17].

Франция, увеличив поставки на 21 % по сравнению с предыдущим пятилетним периодом, занимает второе место с долей 9,8 % мирового экспорта. Французское оружие экспортируется в 63 страны, при этом почти четверть (24 %) приходится на Индию [4].

Россия переместилась со второго на третье место в списке крупнейших экспортеров. Российский экспорт оружия в 2021–2025 годах сократился на 64 %, а доля в мировом экспорте упала с 21 % до 6,8 % [4]. Однако, по заявлению министра обороны РФ Андрея Белоусова, «впервые за последние годы удалось переломить негативную тенденцию сокращения экспорта продукции военного назначения и нарастить портфель контрактов» [2]. Выручка России от экспорта вооружений в 2025 году составила 15 млрд долларов при общем портфеле заказов почти в 75 млрд долларов [8]. Почти три четверти (74 %) российского экспорта вооружений пришлись на три государства: Индию (48 %), Китай (13 %) и Беларусь (13 %) [4]. Германия же обогнала Китай и стала четвертым по величине экспортером с долей 5,7 %. Почти четверть немецкого экспорта (24 %) была направлена в Украину в качестве помощи [4].

Китай занимает пятое место с долей 5,5 %, при этом на Пакистан, Бангладеш и Мьянму пришлось 68 % всего китайского экспорта вооружения [14].

Значительный рост экспорта демонстрируют Италия (+157 %, 6-е место) и Израиль, который был 14-м по величине импортером оружия в мире в 2021–2025 годах, при этом его импорт вырос на 12 процентов в период с 2016–20 по 2021–25 годы [4].

Республика Южная Корея, по оценке Центра анализа мировой торговли оружием (далее – ЦАМТО), за последний 4-летний период экспортировала вооружений на сумму 17,427 млрд. долл. (4,20 % мирового рынка) и заняла 7-е место. Объема контрактов, заключенных в 2022–2025 гг. на экспорт по 7 основным категориям вооружений (авиационная техника, вертолетная техника, военно-морская техника, техника ПВО, бронетехника, ракетно-артиллерийское вооружение и БЛА) Южная Корея присутствует в 6 из них (исключение составляет только категория БЛА) [19].

Анализ основных стран-поставщиков ВВТ показал, что лидером в данном направлении остается США, также нарастили обороты продаж вооружения и военной техники за последние годы Германия, Италия, Израиль и Южная Корея.

Украина стала крупнейшим в мире получателем основных видов вооружений в 2021–2025 годах, на ее долю пришлось 9,7 % общего мирового импорта вооружений (по сравнению с 0,1 % в 2016–2020 годах) [21]. Тремя крупнейшими поставщиками Украины являются США, Германия и Польша. Однако в 2025 году поставки в Украину сократились из-за уменьшения прямой военной помощи со стороны США после возвращения Дональда Трампа на пост президента.

Индия является вторым по величине импортером вооружений. Ее импорт незначительно сократился (–4,0 %), при этом Россия остается крупнейшим поставщиком (40 % индийского импорта), хотя ее доля существенно снизилась по сравнению с 51 % в 2016–2020 годах и 70 % в 2011–2015 годах [4]. Индия все больше обращается к западным поставщикам: Франция обеспечивает 29 % импорта, Израиль – 15 % [6].

Одним из лидеров по величине импорта ВВТ стала Саудовская Аравия, стремящаяся модернизировать вооруженные силы страны. Региональная нестабильность стимулирует величину спроса ВВТ данного государства, который достигает 9,1 % от мирового спроса [7]. К мировым импортерам ВВТ на Ближнем Востоке также относятся Катар и Кувейт.

На мировом рынке вооружений предъявляется спрос на высокоточную, мощную, технологичную технику. Структура данного рынка имеет сложный и многообразный состав, который содержит как авиационную технику (истребители, штурмовики, транспортные самолеты, вертолеты), так и бронетехнику (танки, бронетранспортеры, боевые машины пехоты); ракетные системы и артиллерию; морскую технику (корабли, подводные лодки); средства ПВО и ПРО; высокоточное оружие; беспилотные летательные аппараты; системы управления и связи; кибероружие. Наиболее востребованными в условиях современных конфликтов становятся: беспилотные летательные аппараты (далее – БПЛА), широко применяющиеся для разведки, корректировки огня и ударных операций; высокоточное оружие, обеспечивающее поражение целей с минимальными сопутствующими потерями; системы противовоздушной обороны, применяющиеся для защиты от воздушных угроз; кибероружие и средства радиоэлектронной борьбы и др.

Современная торговля вооружениями не ограничивается поставкой техники, ее важным сегментом рынка являются сопутствующие услуги, включающие:

– техническое обслуживание и ремонт;
– модернизацию вооружений;
– обучение и подготовку военных специалистов;
– создание инфраструктуры и строительство военных объектов;
– послепродажное обслуживание и поставка запасных частей;
– передачу технологий и лицензионное производство.

Россия, по заявлению руководства страны, перешла на новую систему работы, включающую «обмен опытом в различных областях военного дела, обучение специалистов, совместные учения и другие практические формы взаимодействия, а также военно-техническую помощь» [11]. Подписаны соответствующие документы с восемью странами, включая Республику Белоруссь и государства Центральной и Юго-Восточной Азии, а в 2026 году планируется подписание таких планов еще с шестью странами [11].

Анализ современного состояния рынка ВВТ позволил выявить усиление роли США как доминирующего поставщика. Доля США достигает чуть меньше половины мирового экспорта вооружений, что связано как с ростом европейского спроса, так и с сокращением российского экспорта. Европа же стала крупнейшим регионом-импортером вооружений, увеличив импорт более чем в три раза. Европейские государства, особенно члены НАТО, активно наращивают военные бюджеты в условиях разрастающихся вооруженных конфликтов.

Российский экспорт снизился больше чем на половину за пятилетний период, что связано с санкционным давлением и переориентацией ряда традиционных покупателей на

другие источники поставок. Однако, по заявлению российских властей, тенденция сокращения экспорта преломлена, портфель контрактов наращивается.

Растущий спрос на вооружения стимулирует появление новых игроков на рынке, таких как Южная Корея, Турция, Бразилия.

Страны-импортеры стремятся к развитию собственных оборонных производств, что отражается в росте лицензионного производства и технологических партнерств.

Современным направлением в модернизации военного дела является применение технологий искусственного интеллекта: от беспилотных систем до автоматизированных систем управления и целеуказания. Военные державы заинтересованы также в разработке и внедрении гиперзвукового оружия становится приоритетом для ведущих военных держав.

Заключение

Международная торговля вооружением и военной техникой в условиях современных геополитических реалий демонстрирует устойчивый рост, обусловленный усилением глобальной напряженности, ростом числа вооруженных конфликтов и пересмотром оборонных стратегий ведущими державами.

Мировой рынок ВВТ представляет собой закрытую, политически детерминированную сферу, где операции жестко регламентируются государством, а информация о сделках ограничена. Военные расходы стран растут 11-й год подряд, достигнув в 2025 году 2,89 трлн долларов, при этом европейские страны демонстрируют наиболее значительный прирост (14 %) [3]. Доминирующее положение на рынке вооружения и военной техники занимает США, в то время как доля России существенно сократилась вслед за Францией. При этом крупнейшим получателем вооружений (9,7 % мирового импорта) стала Украина, что обусловлено проводимой Специальной военной операцией.

На рынке ВВТ стали поваляться новые игроки (Южная Корея, Турция), наращивающие экспортный потенциал, потеснив традиционных поставщиков.

Анализ показателей экспорта и импорта рынка ВВТ свидетельствует о продолжении его роста. Основными драйверами его развития останутся геополитическая напряженность, военные конфликты и гонка вооружений в наиболее уязвимых регионах мира.

Библиографический список

1. Алексеев, Т. В. Развитие отечественного ОПК сквозь призму историографии / Т. В. Алексеев, Н. И. Барышников // ВИЖ. – 2010. – № 8. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-otechestvennogo-opk-skvoz-prizmu-istoriografii (дата обращения: 23.07.2026).

2. Белоусов отметил преломление тенденции сокращения военного экспорта // Интерфакс. – URL: https://www.interfax.ru/russia/1063772 (дата обращения: 23.07.2026).

3. В SIPRI назвали страны-лидеры по военным расходам в 2025 году // РБК. – URL: https://www.rbc.ru/politics/27/04/2026/69ea49c29a79477573aaddb0 (дата обращения: 23.07.2026).

4. Глобальные потоки оружия выросли почти на 10 процентов на фоне стремительного роста спроса в Европе // SIPRI. – URL: https://www.sipri.org/media/press-release/2026/global-arms-flows-jump-nearly-10-cent-european-demand-soars (дата обращения: 23.07.2026).

5. Ефремов, А. В. Военно-промышленный комплекс Удмуртии в 1945–1956 гг.: вопросы историографии // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. – 2016. – № 4 (20). – С. 97–107. – EDN XEJHQP.

6. Индия остается вторым по величине покупателем вооружений, доля России в импорте снижается, Франция и Израиль выросли – SIPRI // ThePrint. – URL: https://theprint.in/defence/india-remains-2nd-largest-arms-buyer-russias-share-in-imports-drops-france-israel-gain-sipri/2874000/ (дата обращения: 23.07.2026).

7. Кто закупает оружие больше всех: рейтинг крупнейших стран-импортеров вооружений // Naked Science. – URL: https://naked-science.ru/community/1173091 (дата обращения: 25.07.2026).

8. Мантуров оценил выручку РФ от военно-технического сотрудничества в 2025 г. в $15 млрд // Интерфакс. — URL: https://www.interfax.ru/russia/1089413 (дата обращения: 25.07.2026).

9. Отечественный военно-промышленный комплекс в XX – начале XXI века: (историография проблемы) : в 3 книгах / А. Лосик [и др.]. – Тамбов: Юлис, 2008. – 21 с. – EDN PCWLIN.

10. Почему растет глобальный экспорт оружия и кто в этом лидирует? // Новости Узбекистана. – URL: https://podrobno.uz/cat/world/pochemu-rastet-globalnyy-eksport-oruzhiya-i-kto-v-etom-lidiruet/ (дата обращения: 26.07.2026).

11. Расширенное заседание коллегии Минобороны // Президент России. – URL: http://kremlin.ru/events/president/news/78801 (дата обращения: 25.07.2026).

12. Репников, Д. А. Приоритеты США в системе регулирования международной торговли вооружениями / Д. А. Репников // Российский внешнеэкономический вестник. – 2023. – № 8. – С. 33–46. – DOI 10.24412/2072-8042-2023-8-33-46. – EDN PYTWDM.

13. Рост мировых военных расходов продолжается на фоне роста расходов в Европе и Азии // SIPRI. – URL: https://www.sipri.org/media/press-release/2026/global-military-spending-rise-continues-european-and-asian-expenditures-surge (дата обращения: 25.07.2026).

14. Рынок вооружений: ключевые игроки // ФНПЦ. – URL: https://dfnc.ru/vtc/rynok-vooruzhenij-klyuchevye-igroki/ (дата обращения: 25.07.2026).

15. Сероштанов, К. В. Формирование общего рынка вооружений и военной техники Европейского союза // Вестник Томского государственного университета. История. – 2025. – № 93.

16. Синявский, Н. Г. Экономические эффекты милитаризации: уроки истории и современные вызовы / Н. Г. Синявский, В. И. Авдийский // Вестник евразийской науки. – 2024. – Т. 16, № 5. – EDN CUMREV.

17. СМИ: главным получателем оружия из США впервые за 20 лет стала Европа // СБ. Беларусь сегодня. – URL: https://news.sb.by/articles/smi-glavnym-poluchatelem-oruzhiya-iz-ssha-vpervye-za-20-let-stala-evropa.html (дата обращения: 26.07.2026).

18. FT: впервые за 20 лет Европа стала главным получателем оружия из США // KP.RU. – URL: https://www.kp.ru/online/news/6269576/ (дата обращения: 26.07.2026).

19. ЦАМТО / Politico: Южная Корея стала самым быстрорастущим поставщиком оружия в мире. – URL: https://armstrade.org/includes/periodics/news/2026/0622/112091454/detail.shtml (дата обращения: 26.07.2026).

20. Шубарина, Л. В. Оборонно-промышленный комплекс на Урале: исторический опыт регионального развития (1945–1965 гг.) // Вестник Военного университета. – 2010. – № 2 (22). – С. 68–73. – EDN MUIGHB.

21. SIPRI: За 2021–2025 годы Украина закупила оружия больше любой страны в мире // Topwar. – URL: https://topwar.ru/279051-sipri-za-2021-2025-gody-ukraina-zakupila-oruzhija-bolshe-ljuboj-strany-v-mire.html (дата обращения: 26.07.2026).

22. Grant, J. A. Between Depression and Disarmament: The International Armaments Business, 1919–1939 / J. A. Grant. – Cambridge: Cambridge University Press, 2018.

23. Holloway, D. War, Militarism and Soviet State / D. Holloway. – Harmondsworth, 1980. – P. 158.

24. Mehrl, M. Money first? Strategic and economic interests in the international arms trade network, 1920–1936 / M. Mehrl, D. Seussler, P. W. Thurner // Global Networks. – 2024.

25. SIPRI Yearbook: Armaments, Disarmament and International Security. – Oxford: Oxford University Press, 1969–2024.

26. Trends in World Military Expenditure, 2025 // SIPRI. – URL: https://www.sipri.org/sites/default/files/2026-04/2604_milex_2025.pdf (дата обращения: 27.07.2026).

27. Wiltz, J. E. In Search of Peace: The Senate Munitions Inquiry, 1934–1936 / J. E. Wiltz. – Baton Rouge: Louisiana State University Press, 1963.

28. https://web.archive.org/web/20170310011858/http://history.milportal.ru/2016/01/istoriografiya-otechestvennogo-voenno-promyshlennogo-kompleksa/ (дата обращения: 27.07.2026).

29. https://www.kommersant.ru/doc/8623932?ysclid=mudle1z83238883870 (дата обращения: 27.07.2026).

Контактная информация:
Гладкова Оксана Александровна – filatowa@list.ru, SPIN-код: 8209-1492
Бродников Александр Константинович – brodnikov2025@bk.ru
Рякин Александр Алексеевич – aleksandr.246ryakin@bk.ru

References

1. Alekseev, T. V. The Development of the Domestic Defense Industry through the Lens of Historiography / T. V. Alekseev, N. I. Baryshnikov // VIZH. – 2010. – No. 8. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-otechestvennogo-opk-skvoz-prizmu-istoriografii (accessed: 23.07.2026).

2. Belousov noted a reversal of the trend towards a reduction in military exports // Interfax. – URL: https://www.interfax.ru/russia/1063772 (accessed: 07.23.2026).

3. SIPRI named the leading countries in military spending in 2025 // RBC. – URL: https://www.rbc.ru/politics/27/04/2026/69ea49c29a79477573aaddb0 (accessed: 07.23.2026).

4. Global arms flows have grown by almost 10 percent amid rapid demand growth in Europe // SIPRI. – URL: https://www.sipri.org/media/press-release/2026/global-arms-flows-jump-nearly-10-cent-european-demand-soars (accessed: 23.07.2026).

5. Efremov, A. V. The military-industrial complex of Udmurtia in 1945–1956: issues of historiography // Bulletin of the Orenburg State Pedagogical University. Electronic scientific journal. – 2016. – No. 4 (20). – Pp. 97–107. – EDN XEJHQP.

6. India remains the second-largest arms buyer, Russia's share in imports is declining, while France and Israel are gaining – SIPRI // ThePrint. – URL: https://theprint.in/defence/india-remains-2nd-largest-arms-buyer-russias-share-in-imports-drops-france-israel-gain-sipri/2874000/ (accessed: 23.07.2026).

7. Who buys the most weapons: a ranking of the largest arms-importing countries // Naked Science. – URL: https://naked-science.ru/community/1173091 (accessed: 25.07.2026).

8. Manturov estimated Russia's revenue from military-technical cooperation in 2025 at $15 billion // Interfax. — URL: https://www.interfax.ru/russia/1089413 (accessed: 25.07.2026).

9. The domestic military-industrial complex in the 20th – early 21st century: (historiography of the problem): in 3 books / A. Losik [et al.]. – Tambov: Yulis, 2008. – 21 p. – EDN PCWLIN.

10. Why is global arms exports growing, and who is leading in this? // News of Uzbekistan. – URL: https://podrobno.uz/cat/world/pochemu-rastet-globalnyy-eksport-oruzhiya-i-kto-v-etom-lidiruet/ (accessed: 26.07.2026).

11. Expanded meeting of the Ministry of Defense collegium // President of Russia. – URL: http://kremlin.ru/events/president/news/78801 (accessed: 07.25.2026).

12. Repnikov, D. A. Priorities of the United States in the system of regulating international arms trade / D. A. Repnikov // Russian Foreign Economic Bulletin. – 2023. – No. 8. – Pp. 33–46. – DOI 10.24412/2072-8042-2023-8-33-46. – EDN PYTWDM.

13. The growth of global military spending continues amid rising expenditures in Europe and Asia // SIPRI. – URL: https://www.sipri.org/media/press-release/2026/global-military-spending-rise-continues-european-and-asian-expenditures-surge (accessed: 25.07.2026).

14. The arms market: key players // FNPC. – URL: https://dfnc.ru/vtc/rynok-vooruzhenij-klyuchevye-igroki/ (accessed: 25.07.2026).

15. Seroshtanov, K. V. Formation of a common market for arms and military equipment in the European Union // Bulletin of Tomsk State University. History. – 2025. – No. 93.

16. Sinyavsky, N. G. Economic Effects of Militarization: Lessons from History and Contemporary Challenges / N. G. Sinyavsky, V. I. Avdiysky // Vestnik evraziyskoy nauki. – 2024. – Vol. 16, No. 5. – EDN CUMREV.

17. Media: Europe has become the main recipient of weapons from the United States for the first time in 20 years // SB. Belarus Today. – URL: https://news.sb.by/articles/smi-glavnym-poluchatelem-oruzhiya-iz-ssha-vpervye-za-20-let-stala-evropa.html (accessed: 26.07.2026).

18. FT: for the first time in 20 years, Europe has become the main recipient of weapons from the United States // KP.RU. – URL: https://www.kp.ru/online/news/6269576/ (accessed: 26.07.2026).

19. TSAMTO / Politico: South Korea has become the fastest-growing arms supplier in the world. – URL: https://armstrade.org/includes/periodics/news/2026/0622/112091454/detail.shtml (accessed: 26.07.2026).

20. Shubarina, L. V. The defense-industrial complex in the Urals: historical experience of regional development (1945–1965) // Bulletin of the Military University. – 2010. – No. 2 (22). – Pp. 68–73. – EDN MUIGHB.

21. SIPRI: in 2021–2025, Ukraine purchased more weapons than any other country in the world // Topwar. – URL: https://topwar.ru/279051-sipri-za-2021-2025-gody-ukraina-zakupila-oruzhija-bolshe-ljuboj-strany-v-mire.html (accessed: 07.26.2026).

22. Grant J. A. Between depression and disarmament: the International Arms Business, 1919-1939 / J. A. Grant. – Cambridge: Cambridge University Press, 2018.

23. Holloway, D. War, Militarism and the Soviet State / D. Holloway. – Harmondsworth, 1980. – P. 158.

24. Merl, M. Money First? Strategic and economic interests in the international arms trade network, 1920–1936 / M. Merl, D. Seisler, P. V. Turner // Global Networks. – 2024.

25. SIPRI Yearbook: Armaments, Disarmament and International Security. – Oxford: Oxford University Press, 1969–2024.

26. Trends in World Military Expenditure, 2025 // SIPRI. – URL: https://www.sipri.org/sites/default/files/2026-04/2604_milex_2025.pdf (accessed: 07.26.2026).

27. Wiltz, J. E. In Search of Peace: The Senate Munitions Inquiry, 1934–1936 / J. E. Wiltz. – Baton Rouge: Louisiana State University Press, 1963.

28. https://web.archive.org/web/20170310011858/http://history.milportal.ru/2016/01/istoriografiya-otechestvennogo-voenno-promyshlennogo-kompleksa/ (accessed: 07.26.2026).

29. https://www.kommersant.ru/doc/8623932?ysclid=mudle1z83238883870 (accessed: 07.26.2026).

Contact information:
Gladkova Oksana Alexandrovna – filatowa@list.ru, SPIN code: 8209-1492
Brodnikov Alexander Konstantinovich – brodnikov2025@bk.ru
Ryakin Alexander Alekseevich – aleksandr.246ryakin@bk.ru

Поступила в редакцию: 28.07.2026
Принята к публикации: 30.09.2026

УДК 007.51 **https://elibrary.ru/jhozrc**

JHOZRC

МОДЕЛЬ ИНТЕГРАЦИИ КОЛИЧЕСТВЕННОГО И СТОИМОСТНОГО УЧЕТА МАТЕРИАЛЬНЫХ СРЕДСТВ НА ОСНОВЕ ЕДИНОЙ ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ В ТАКТИЧЕСКОМ ЗВЕНЕ ТЫЛОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ (С УЧЕТОМ ОПЫТА СВО)

Горьков П. А.[1], Дикунова М. С.[1]

[1]Филиал Военной академии материально-технического обеспечения, Вольск, Россия.

В статье обосновывается авторская модель интеграции количественного и стоимостного учета материальных средств в тактическом звене (батальон – полк – бригада) на основе единой цифровой платформы. В статье предлагается гибридная модель, в которой количественный учет остается первичным, стоимостной учет формируется автоматически, а взаимный контроль достигается через автоматическую сверку остатков. Разработаны принципы работы платформы, требования к ее архитектуре, приведен пример функционирования. Модель апробирована в условиях, приближенных к боевым, и показала свою устойчивость.

Ключевые слова: учет материальных средств; тактическое звено; цифровизация; единая цифровая платформа; количественный учет; стоимостной учет; электронный документооборот; гибридная модель; опыт специальной военной операции.

Для цитирования: Горьков П. А., Дикунова М. С. Модель интеграции количественного и стоимостного учета материальных средств на основе единой цифровой платформы в тактическом звене тылового обеспечения (с учетом опыта СВО) / Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии Российской Федерации. Выпуск 6(26) (октябрь 2026). С. 44–54.

A MODEL FOR INTEGRATING QUANTITATIVE AND COST ACCOUNTING OF TANGIBLE ASSETS BASED ON A SINGLE DIGITAL PLATFORM IN THE TACTICAL LOGISTICS UNIT (TAKING INTO ACCOUNT THE EXPERIENCE OF THE SVO)

Gorkov P. A.[1], Dikunova M. S.[1]

[1]Branch of the Military Academy of Logistics, Volsk, Russia.

The article substantiates the author's model for integrating quantitative and value-based accounting of material assets at the tactical level (battalion – regiment – brigade) based on a unified digital platform. The article proposes a hybrid model in which quantitative accounting remains primary, value-based accounting is generated automatically, and mutual control is achieved through automatic reconciliation of balances. The principles of the platform's operation, the requirements for its architecture, and an example of its functioning are developed. The model has been tested under conditions close to combat conditions and has demonstrated its resilience.

Keywords: material assets accounting; tactical level; digitalization; unified digital platform; quantitative accounting; value accounting; electronic document management; hybrid model; experience of the special military operation.

Введение

Современная система тылового обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации в тактическом звене (батальон – полк – бригада – дивизия) сталкивается

с вызовами, которые не могут быть преодолены в рамках традиционного бумажного документооборота. Низкая оперативность, высокая трудоемкость, избыточное дублирование операций и ошибки человеческого фактора создают риски для своевременного и достоверного управления запасами.

Актуальность исследования обусловлена системными недостатками существующей бумажной системы: низкой оперативностью, высокой трудоемкостью, избыточным дублированием операций и ошибками человеческого фактора [20]. Опыт специальной военной операции (далее – СВО) подтвердил, что задержки в учете и расхождения между складским и бухгалтерским учетом в тактическом звене приводят к прямым потерям ресурсов и срыву сроков обеспечения подразделений. Приказ Министра обороны РФ № 387 (2024 г.) создал нормативную основу для электронного документооборота, однако тактическое звено к его реализации не готово.

Опыт специальной военной операции с особой остротой подтвердил все указанные проблемы и выявил новые вызовы, требующие научного осмысления и практических решений. В ходе боевых действий стало очевидно, что недостатки учета материальных средств в тактическом звене, долгое время считавшиеся «текущими издержками» бумажного документооборота, в реальных боевых условиях трансформируются в прямые потери ресурсов и, что еще более критично, во временные задержки, измеряемые часами и минутами [10]. Именно на тактическом уровне – в батальонах, ротах и взводах – фиксируется наибольший разрыв между фактическим наличием материальных средств и учетными данными.

Характерные для СВО высокая динамика перемещения ресурсов, частая смена материально-ответственных лиц вследствие ранений и ротации, а также ограниченные возможности для использования сложной техники учета в полевых условиях привели к тому, что традиционные методы учета стали не просто неэффективными, а опасными для выполнения боевых задач. Задержка данных о поступлении боеприпасов или ГСМ на 5–7 суток делала учетные данные неактуальными, а в ряде случаев – дезинформирующими командиров, принимающих решения в реальном времени.

Опыт СВО также обнажил проблему низкой цифровой грамотности сержантского состава, на плечах которого лежит ведение учета, что делает невозможным простое копирование гражданских цифровых решений. В то же время именно в ходе СВО были апробированы первые успешные примеры применения RFID-технологий, QR-кодов и защищенных мобильных приложений, доказавшие, что цифровизация учета в тактическом звене не только возможна, но и критически необходима.

Принятый в 2024 году Приказ Министра обороны РФ № 387, разрешивший применение электронных первичных учетных документов без обязательного бумажного дублера, создал необходимую нормативную предпосылку для цифровизации [2]. Однако, как показывает практика, тактическое звено к этому не готово: отсутствуют терминалы сбора данных, защищенные планшеты, средства электронной подписи, стабильная связь в полевых условиях, а также должностные лица, ответственные за цифровой учет.

Целью данной статьи является обоснование модели интеграции количественного и стоимостного учета материальных средств на основе единой цифровой платформы, устраняющей разрыв между данными материально ответственного лица и бухгалтера при сохранении функции взаимного контроля, с учетом реалий, выявленных в ходе специальной военной операции [11].

Основная часть

Опыт боевых действий 2022–2025 годов позволил выделить несколько ключевых факторов, которые ранее не учитывались в полной мере при организации учета материальных средств [7].

Первый фактор – критичность времени. В условиях контрбатарейной борьбы, высокой мобильности подразделений и дефицита времени на принятие решений задержка информации о наличии боеприпасов, ГСМ или продовольствия даже на несколько часов

может привести к срыву боевой задачи [12]. Традиционная бумажная система с ее 5–7-суточной задержкой стала неприемлемой.

Второй фактор – частая смена материально ответственных лиц. В ходе СВО склады и пункты временного хранения неоднократно подвергались обстрелам, материально-ответственные лица выходили из строя. При передаче дел по бумажным журналам неизбежно возникали ошибки, утраты документов и расхождения. Цифровая система с облачной (или защищенной централизованной) синхронизацией позволяет восстановить учет даже при полной смене личного состава.

Третий фактор – работа в условиях отсутствия связи. В наступательных операциях подразделения часто действуют вне зоны устойчивой связи. Это потребовало разработки автономных решений с последующей синхронизацией, а также сохранения бумажного дублера как резервного канала [13].

Четвертый фактор – необходимость интеграции учета разных служб. В ходе СВО остро проявилась проблема разрозненности учета боеприпасов (служба РАВ), ГСМ (служба горючего), продовольствия (продовольственная служба) и вещевого имущества. Единая цифровая платформа позволила бы командиру бригады видеть полную картину обеспеченности в режиме, близком к реальному времени.

Таким образом, опыт СВО подтвердил: *бумажный учет в тактическом звене не просто неэффективен – он небезопасен.* Требуется переход к гибридной модели, сочетающей цифровую платформу в стационаре, автономные планшеты в поле и обязательный бумажный дублер как резерв.

1. Анализ современной системы учета в тактическом звене. Современная система учета материальных средств в тактическом звене представляет собой иерархическую бумажно-цифровую гибридную структуру, построенную по принципу «снизу вверх» [16]. На уровне батальона учет ведет заведующий складом (материально ответственное лицо) в специализированной книге, на уровне полка – начальник службы тыла в специализированной карточке (количественно-стоимостной учет) и бухгалтер в той же форме, но уже в стоимостном выражении. Один и тот же первичный документ (например, требование-накладная) заполняется в трех экземплярах и переписывается вручную до пяти раз [6].

Как показал опыт СВО, такая система в полевых условиях разрушается: документы теряются, записи не успевают вестись, а при экстренной эвакуации склада учетные данные исчезают вместе с бумажными носителями.

Ключевые количественные показатели эффективности современной системы приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Оценка эффективности современной системы учета

Показатель	**Батальон**	**Полк/бригада**	**Дивизия**
Время на ежедневное ведение учета (час)	2–3	3–4 (служба тыла) + 2–3 (бухгалтерия)	1–2 (сводка)
Задержка от факта операции до отражения в учете	0–1 день	2–3 дня	5–7 дней
Доля ошибок при ручном переписывании	3–5 %	3–5 %	1–2 %
Количество дублирующих записей на один документ	2	4–5	2
Степень цифровизации (по 5-балльной шкале)	1	2–3	3–4

Таким образом, современная система обеспечивает приемлемую достоверность (благодаря многократному контролю), но крайне низкую оперативность и высокую трудоемкость. Опыт СВО показал, что в боевых условиях эта система не работает [14].

2. Ключевая проблема: разрыв между количественным и стоимостным учетом. Центральной проблемой, выявленной в ходе исследования и многократно подтвержденной

в ходе СВО, является *разрыв между количественным учетом*, который ведет материально-ответственное лицо, и *стоимостным (бухгалтерским) учетом*, осуществляемым финансовым органом [24].

Этот разрыв приводит к [15]:

многократному дублированию одних и тех же данных (один документ переписывается вручную до пяти раз);

временным задержкам до 5–7 суток;

ошибкам до 5 % записей;

неоправданно высокой нагрузке на личный состав.

При этом исторически сложившийся двойной учет выполнял важную функцию взаимного контроля: ни одно должностное лицо не имело полного контроля над движением материальных средств. Однако в условиях цифровой трансформации избыточное ручное дублирование превратилось в основной тормоз оперативного управления запасами [4].

Опыт СВО подтвердил, что пятисуточная задержка информации о поступлении боеприпасов или ГСМ делает учетные данные не просто неактуальными, а опасными для принятия решений командиром. Хищения и пересорт, возникающие из-за отсутствия оперативной сверки данных между складом и бухгалтерией, в тактическом звене оборачиваются прямым снижением боеспособности.

3. Предлагаемая модель: единая цифровая платформа. Для устранения указанного разрыва предлагается модель интеграции количественного и стоимостного учета на основе единой цифровой платформы (рисунок 1).

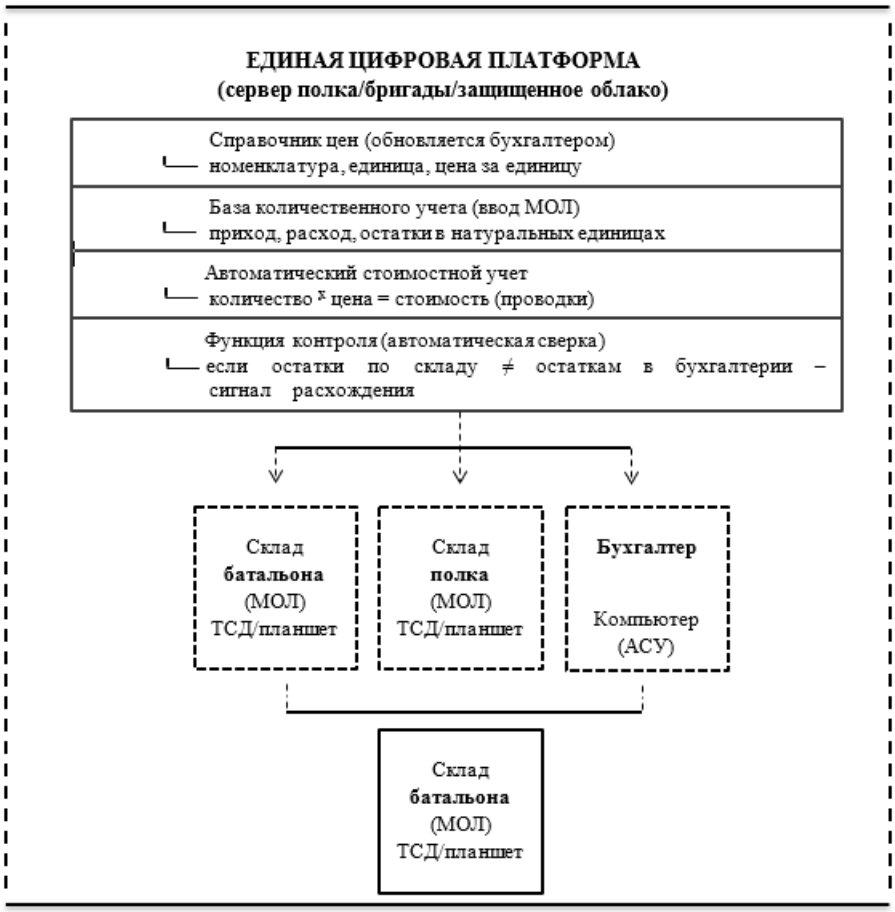


Рисунок 1 – Модель интеграции количественного и стоимостного учета на основе единой цифровой платформы

Представленная на рисунке 1 модель интеграции количественного и стоимостного учета на основе единой цифровой платформы позволяет ликвидировать двойной ручной ввод данных, который был основным источником ошибок и избыточной трудоемкости в бумажной системе, и одновременно сохранить взаимный контроль за счет автоматической

сверки остатков между складом и бухгалтерией [16]. При таком подходе материально-ответственное лицо вводит только количественные данные (сканированием или вручную), а стоимостной учет формируется автоматически через централизованный справочник цен, обновляемый бухгалтером. Система периодически сверяет остатки по складу (количество, умноженное на цену) с остатками на балансе, и при любом расхождении выдает сигнал для комиссионного расследования, что полностью реализует принцип взаимного контроля, но без ручного переписывания документов [9].

Опыт СВО показал, что такая архитектура устойчива к перебоям связи: планшеты работают в офлайн-режиме с накоплением данных, а синхронизация происходит при возвращении в пункт постоянной дислокации. При этом бумажный дублер (компактный журнал формата А6) служит резервным каналом на случай выхода планшета из строя.

Эффективность предлагаемой единой цифровой платформы достигается за счет четко определенных принципов, которые трансформируют существующий двойной учет из источника избыточной трудоемкости в инструмент автоматического взаимного контроля [3].

В таблице 2 систематизированы эти принципы, определяющие порядок взаимодействия материально-ответственных лиц, бухгалтерии и командования.

Каждый из представленных ниже принципов направлен на устранение конкретного недостатка, выявленного в ходе анализа современной системы учета, и подтвержденного опытом СВО. Их реализация позволяет обеспечить однократный ввод данных, автоматическую сверку остатков и оперативный доступ командира к актуальной информации о запасах в реальном времени [17].

Таблица 2 – Принципы работы модели

Принцип	**Описание**
Однократный ввод данных	МОЛ вводит только количественные данные (сканированием или вручную). Стоимостной учет формируется автоматически
Централизованный справочник цен	Бухгалтер обновляет цены (при поступлении новой партии, изменении рыночной стоимости). МОЛ не имеет доступа к изменению цен
Автоматическая сверка	Система периодически (ежедневно) сравнивает остатки по складу (количество × цена) с остатками на балансе. При расхождении – сигнал
Сохранение взаимного контроля	МОЛ контролирует количество (бухгалтер не может изменить его удаленно). Бухгалтер контролирует стоимость (МОЛ не может изменить цену). Расхождения расследуются комиссионно
Доступ командира	Командир видит панель управления: остатки в натуральных единицах (важно для боя) и в денежном выражении (важно для отчетности)

Таким образом, предложенные принципы работы модели обеспечивают синергетический эффект: ликвидируется двойной ручной ввод данных, сохраняется функция взаимного контроля (через автоматическую сверку), а командир получает панель управления с актуальными остатками как в натуральном, так и в стоимостном выражении.

4. Требования к платформе с учетом опыта СВО. Реализация модели интеграции количественного и стоимостного учета на основе единой цифровой платформы невозможна без соблюдения ряда технических, организационных и режимных требований [23]. В таблице 3 систематизированы ключевые требования, которым должна соответствовать платформа для обеспечения эффективной и безопасной работы в условиях тактического звена, особенно в боевых условиях [5].

Каждое из представленных требований напрямую вытекает из ограничений, выявленных в ходе анализа современной системы учета и подтвержденных опытом СВО: отсутствие связи в поле, режим секретности, низкая цифровая грамотность персонала, необходимость быстрого развертывания и свертывания.

Таблица 3 – Требования к платформе

Требование	**Описание**
Защищенность	Шифрование данных, разграничение доступа (МОЛ, бухгалтер, командир). Опыт СВО показал критическую важность защиты от несанкционированного доступа и перехвата
Автономность	Возможность работы планшетов без связи (офлайн-режим с последующей синхронизацией). В наступательных операциях связь часто отсутствует часами и сутками
Масштабируемость	Поддержка иерархии: батальон → полк → бригада → дивизия. Необходимость интеграции разных служб (РАВ, ГСМ, продовольственная служба) подтверждена опытом СВО
Интеграция с существующими АСУ	Совместимость с 1С и другими АСУ. Замена всей системы сразу невозможна, требуется поэтапная интеграция
Простота интерфейса	МОЛ – минимум действий (сканирование, выбор из списка). Уровень цифровой грамотности сержантского состава в СВО оказался ниже ожидаемого

Следовательно, платформа должна быть не просто «цифровой книгой учета», а защищенной, автономной, масштабируемой и интуитивно понятной системой, обеспечивающей работу в условиях отсутствия связи и совместимой с существующими автоматизированными системами управления тылового обеспечения [24].

Пути решения (с учетом реалий СВО).

Реализация предложенной модели требует комплексного подхода по четырем направлениям, которые были многократно проверены в ходе боевых действий.

1. Оптимизация документооборота. Опыт СВО показал, что многозвенная бумажная цепочка в боевых условиях не работает [21]. Предлагается:

отменить обязательное заполнение журнала операций (дублирует электронную книгу);

перейти на однократный ввод данных МОЛ;

использовать электронную подпись вместо трех бумажных виз;

объединить специализированную книгу, которая ведется на уровне батальона учета и специализированную карточку (количественно-стоимостного учета) в один электронный регистр;

перейти на один электронный экземпляр накладной (доступ через платформу).

Ожидаемый эффект: снижение трудоемкости на 15–20 %, ускорение документооборота в 3–5 раз [18; 25].

2. Внедрение технических средств с учетом полевых условий. Для батальонного звена, действующего в условиях СВО, рекомендуется оснащение складов терминалами сбора данных (далее – ТСД) со встроенным сканером штрих-кодов и защищенными планшетами для полевых условий (IP68, ударопрочные, время автономной работы не менее 12 часов). Для бригадного звена – RFID-считыватели проходного типа для крупных складов вещевой службы [20].

В таблице 4 приведены рекомендуемые типы маркировки материальных средств с учетом опыта СВО [8].

Таблица 4 – Маркировка материальных средств

Вид МС	Тип маркировки	Носитель	Что кодируется	Опыт СВО
Вещевое имущество	Штрих-код (Code 128 или QR)	Этикетка (полимерная, защищенная)	Уникальный ID предмета, размер, рост, цена	Этикетки на ткани показали низкую стойкость – требуется полимер
Продовольствие (партии)	QR-код	Этикетка на ящике/мешке + дублирование номером партии	Номенклатура, вес, цена за кг, срок годности, партия	QR-код на мокрой упаковке не читается – нужна защита
Боеприпасы	Только номер партии (без электронной маркировки)	Заводская маркировка	Номер партии, калибр, количество	С точки зрения ЗИ – RFID запрещен
ВВСТ	Инвентарный номер + опционально RFID	Металлическая табличка	Уникальный инвентарный номер	RFID только для складов хранения, не для передовых частей
ГСМ	Электронная карта водителя + дублирование номером ТС	RFID-карта + журнал	ID водителя, лимит топлива	В полевых условиях – обязательный бумажный дублер

3. Изменение нормативной базы (с учетом уроков СВО). Для легализации цифрового учета в тактическом звене необходимо внести изменения в Приказ МО РФ № 139 в следующих частях [1]:

разрешить ведение электронных книг на защищенных планшетах;

разрешить один электронный экземпляр накладной, заверенный электронной подписью;

разрешить инвентаризацию с использованием RFID-считывателей и ТСД;

разрешить использование автономных защищенных планшетов для учета боеприпасов (без сетей, с аппаратным шифрованием);

дополнить формы учетной документации полями для QR-кодов и штрих-кодов.

Опыт СВО показал, что без этих изменений материально-ответственные лица рискуют быть привлеченными к ответственности за «неправильное» ведение учета, даже если цифровая система объективно эффективнее бумажной [20].

4. Организационно-штатные мероприятия и подготовка кадров. Предлагается ввести следующие должности:

старший инструктор по цифровому учету на уровне полка/бригады;

инструктор по цифровому учету в батальоне (как дополнительная обязанность старшины);

техник по обслуживанию ТСД и RFID-оборудования.

Также необходимо организовать обучение персонала: для заведующих складами – 40 часов, для начальников служб тыла – 72 часа, для старших инструкторов – 120 часов. Опыт СВО показал, что без предварительного обучения выдача защищенных планшетов приводит к их неиспользованию или поломкам.

Заключение

Проведенное исследование, основанное на анализе современной системы учета и обобщении опыта СВО, показало, что традиционная бумажная система учета материальных средств в тактическом звене исчерпала свою эффективность. Она не отвечает требованиям оперативности, достоверности и готовности к цифровой трансформации, заданным Приказом МО РФ № 387 (2024 г.). Более того, в боевых условиях эта система

становится не просто неэффективной, а очень опасной, поскольку задержки и ошибки в учете приводят к срыву обеспечения подразделений на передовой.

В качестве основного результата предложена и обоснована *модель интеграции количественного и стоимостного учета на основе единой цифровой платформы*, которая:

устраняет двойной ручной ввод данных;

сохраняет функцию взаимного контроля через автоматическую сверку остатков;

обеспечивает командира актуальной информацией об остатках в реальном времени (в том числе в офлайн-режиме);

адаптируется к условиям стационара, поля и требований по защите информации (далее – ЗИ);

учитывает уроки СВО (автономность, защищенность, простота интерфейса, бумажный дублер как резерв).

Для каждой службы тыла определен рациональный способ учета:

продовольствие – партионный учет с QR-кодами;

вещевое имущество – штучно-номенклатурный учет со штрих-кодами (батальон) или RFID (бригада) [20];

ГСМ – количественно-стоимостной учет с электронными картами и датчиками расхода;

боеприпасы – автономный защищенный планшет с бумажным дублером.

Рекомендации по внедрению с учетом опыта СВО:

1. Начать пилотный проект в вещевой службе одного полка, имеющего боевой опыт (срок – 3–6 месяцев).

2. Разработать и утвердить типовую инструкцию по гибридному учету для тактического звена, включив в нее раздел «Действия в полевых условиях при отсутствии связи».

3. Инициировать изменения в Приказ МО РФ № 139 (регламентация электронных книг, RFID, автономных планшетов).

4. Ввести должности старших инструкторов по цифровому учету на уровне полка/бригады.

5. Организовать обучение персонала на базе филиала Военной академии материально-технического обеспечения (г. Вольск, Саратовская область) с обязательной полевой практикой.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на внедрение элементов искусственного интеллекта для прогнозирования расхода материальных средств и автоматического формирования заявок на пополнение (с учетом реальной интенсивности боевых действий), а также на создание «умных складов» с датчиками веса и компьютерным зрением, которые уже частично апробированы в ходе СВО.

Библиографический список

1. Антюшин, С. М. Исследование стратегий управления цепями поставок / С. М. Антюшин, О. А. Найдис // Организатор производства. – 2020. – Т. 28, № 3. – С. 97–107.

2. Бабалыкова, И. А. Цифровизация системы бухгалтерского учета в России на современном этапе // Экономика: теория и практика. – 2025. – № 4 (80). – С. 25–30.

3. Базарова, М. У. Вопросы формирования информационной системы организаций АПК в цифровой среде / М. У. Базарова, И. А. Билтуева // Вестник Академии знаний. – 2024. – № 1 (60). – С. 38–43.

4. Биндель, В. С. Факторы и уровни обеспечения экономической безопасности России в условиях современных вызовов / Вестник науки. – 2025. – Том 3, № 5 (86).

5. Варламова, Д. В. Вопросы внедрения цифровых технологий в систему бухгалтерского учета / Д. В. Варламова, Л. Д. Алексеева // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2020. – № 5 (2). – С. 248–254.

6. Векторы цифровой трансформации / пер. с англ. / Э. Этри, Э. Карбланк, Д. Гиртен [и др.] // Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика. – 2020. – Т. 15, № 3. – С. 7–50.

7. Горьков, П. А. Принципы взаимодействия ведомственных логистических систем с местной экономической базой при материальном обеспечении спецпотребителей / П. А. Горьков, Е. В. Мамаев // Наука, образование, общество: проблемы и перспективы развития: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. – 2014. – С. 64–66.

8. Горьков, П. А. Принципиальный подход к набору курсантов на обучение в военные образовательные организации высшего образования Министерства обороны Российской федерации / П. А. Горьков, А. А. Костырев, П. В. Несвит // Военный инженер. – 2022. – № 1 (23). – С. 85–95.

9. Горьков, П. А. К вопросам о разработке профессиональных компетенций и результатов обучения по их достижению / П. А. Горьков, А. А. Костырев // Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии. – 2024. – № 2 (14). – С. 86–93.

10. Дюпина, Л. Ф. Оценка эффективности управленческих инноваций / Л. Ф. Дюпина, М. С. Дикунова, В. Н. Прокопов // Научный альманах. – 2015. – № 11-2 (13). – С. 128–131.

11. Дикунова, М. С. Взаимосвязь программных продуктов с логистическими процессами / М. С. Дикунова, Л. Ф. Дюпина, А. С. Бровко // Социальные науки. –2016. – № 1 (11). – С. 3–8.

12. Завгородний, А. Ф. Цифровая трансформация современных цепочек поставок и их переход к единой цифровой экосистеме / А. Ф. Завгородний, А. Д. Горохов // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2022. – № 3-1. – С. 95–99.

13. Курбанов, А. Х. Перспективные направления развития логистики Вооруженных Сил Российской Федерации / А. Х. Курбанов, В.В. Клепко, А. А. Солодаев // Проблемы информационной безопасности социально-экономических систем: труды XI Международной научно-практической конференции. – Симферополь, 2025. – С. 32–37.

14. Карикова, А. С. Преодоление барьеров цифровой трансформации промышленных предприятий при помощи механизма выбора бизнес-модели // Стратегические решения и риск-менеджмент. – 2023. – Т. 14, № 1. – С. 74–85.

15. Курбанов, А. Х. Особенности функционирования и развития системы материально-технического обеспечения Вооруженных сил Российской федерации в современных условиях / А. Х. Курбанов, А. Е. Клименко, С. В. Лаптиев // Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии. – 2025. – № 2 (64). – С. 13–20.

16. Курьянов, А. В. Теоретические аспекты учета и оценки материально-производственных запасов // Наука и образование. – 2020. – Т. 3, № 2. – С. 138–145.

17. Лапидус, Л. В. Роль технологических инноваций в развитии бизнеса и цифровой трансформации в странах Евразийского экономического союза // Государственное управление. Электронный вестник: электрон. науч. журнал. – 2022. – № 95. – С. 223–239.

18. Понкратов-Вайсман, В. А. Эволюция материально-технического обеспечения в контексте цифровой трансформации: общие и профильные барьеры // Экономика и управление. – 2024. – № 2 (170). – С. 21–31.

19. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2026666828. Программа автоматизированного учета материальных средств тылового обеспечения войскового звена: заявл. 19.05.2026; опубл. 03.06.2026 / М. А. Никифоров, П. А. Горьков, М. С. Дикунова, В. С. Грефенштейн, С. В. Потоцкий.

20. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № RU 2024681097. Программа расчета табельной потребности материальных средств вещевой службы : заявл. 20.08.2024 : опубл. 05.09.2024 / А. В. Герцен, А. Х. Курбанов, Л. Н. Рудаков, А. О. Машковская.

21. Турковский, С. Р. Оцифровка, цифровизация и цифровая трансформация в контексте инновационного развития и организационно-управленческих инноваций // Экономическая наука сегодня. – 2023. – Вып. 17. – С. 186–195.

22. Хахонова, Н. Н. Основные проблемы и перспективы развития бухгалтерского учета в условиях цифровой экономики // Вестник ИПБ (Вестник профессиональных бухгалтеров). – 2021. – № 5. – С. 19–29.

23. Чернявская, С. А. Сравнительный анализ цифровизации бюджетного учета в России и за рубежом / С. А. Чернявская, О. Е. Сижая, А. А. Широбокова // Индустриальная экономика. – 2024. – № 2. – С. 41–47.

24. Kokina, J. Early evidence of digital labor in accounting: Innovation with Robotic Process Automation / J. Kokina, S. Blanchette // International Journal of Accounting Information Systems. – 2019. – Vol. 35. – Art. 100431.

25. Thanasas, G. Transforming Digital Accounting: Big Data, IoT, and Industry 4.0 Technologies – A Comprehensive Survey / G. Thanasas, G. Kampiotis, C. Halkiopoulos // Journal of Risk and Financial Management. – 2026. – Vol. 19. – No. 1. – Art. 92.

Контактная информация:
Горьков Павел Александрович – gorkov1978@mail.ru
Дикунова Мария Сергеевна – macha_di@mail.ru

References

1. Antyushin, S. M. Research on supply chain management strategies / S. M. Antyushin, O. A. Naidis // Production Organizer. – 2020. – Vol. 28, No. 3. – P. 97–107.

2. Babalykova, I. A. Digitalization of the accounting system in Russia at the current stage // Economics: Theory and Practice. – 2025. – No. 4 (80). – P. 25–30.

3. Bazarova, M. U. Issues of developing information systems for agro-industrial complex organizations in the digital environment / M. U. Bazarova, I. A. Biltueva // Bulletin of the Academy of Knowledge. – 2024. – No. 1 (60). – P. 38–43.

4. Bindel, V. S. Factors and levels of ensuring Russia's economic security amidst modern challenges / Bulletin of Science. – 2025. – Vol. 3, No. 5 (86).

5. Varlamova, D. V. Issues regarding the implementation of digital technologies in accounting systems / D. V. Varlamova, L. D. Alekseeva // Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law. – 2020. – No. 5 (2). – P. 248–254.

6. Vectors of Digital Transformation / trans. from English / E. Atrey, E. Carblanc, D. Gierten [et al.] // International Organisations Research Journal: Education, Science, New Economy. – 2020. – Vol. 15, No. 3. – P. 7–50.

7. Gorkov, P. A. Principles of interaction between departmental logistics systems and the local economic base regarding material support for special consumers / P. A. Gorkov, E. V. Mamaev // Science, Education, Society: Problems and Prospects of Development: Collection of scientific papers based on the proceedings of the International Scientific and Practical Conference. – 2014. – P. 64–66.

8. Gorkov, P. A. A fundamental approach to cadet recruitment for military higher education institutions of the Ministry of Defence of the Russian Federation / P. A. Gorkov, A. A. Kostyrev, P. V. Nesvit // Military Engineer. – 2022. – No. 1 (23). – P. 85–95.

9. Gorkov, P. A. On the development of professional competencies and learning outcomes regarding their achievement / P. A. Gorkov, A. A. Kostyrev // Almanac of the Perm Military Institute of the National Guard Troops. – 2024. – No. 2 (14). – P. 86–93.

10. Dyupina, L. F. Assessing the effectiveness of management innovations / L. F. Dyupina, M. S. Dikunova, V. N. Prokopov // Scientific Almanac. – 2015. – No. 11-2 (13). – P. 128–131.

11. Dikunova, M. S. The interrelationship between software products and logistics processes / M. S. Dikunova, L. F. Dyupina, A. S. Brovko // Social Sciences. – 2016. – No. 1 (11). – P. 3–8.

12. Zavgorodny, A. F. Digital transformation of modern supply chains and their transition to a unified digital ecosystem / A. F. Zavgorodny, A. D. Gorokhov // Economics and Business: Theory and Practice. – 2022. – No. 3-1. – P. 95–99.

13. Kurbanov, A. Kh. Promising directions for the development of logistics in the Armed Forces of the Russian Federation / A. Kh. Kurbanov, V. V. Klepko, A. A. Solodaev // Information Security Issues of Socio-Economic Systems: Proceedings of the XI International Scientific and Practical Conference. – Simferopol, 2025. – P. 32–37.

14. Karikova, A. S. Overcoming barriers to the digital transformation of industrial enterprises through a business model selection mechanism // Strategic Decisions and Risk Management. – 2023. – Vol. 14, No. 1. – P. 74–85.

15. Kurbanov, A. Kh. Specifics of the functioning and development of the logistics support system of the Armed Forces of the Russian Federation under modern conditions / A. Kh. Kurbanov, A. E. Klimenko, S. V. Laptiev // Theory and Practice of Service: Economics, Social Sphere, Technologies. – 2025. – No. 2 (64). – P. 13–20.

16. Kuryanov, A. V. Theoretical aspects of accounting for and valuing inventories // Science and Education. – 2020. – Vol. 3, No. 2. – P. 138–145.

17. Lapidus, L. V. The role of technological innovations in business development and digital transformation in the countries of the Eurasian Economic Union // Public Administration. E-Journal: electronic scientific journal. – 2022. – No. 95. – P. 223–239.

18. Ponkratov-Weisman, V. A. Evolution of material and technical support in the context of digital transformation: general and specialized barriers // Economics and Management. – 2024. – No. 2 (170). – Pp. 21–31.

19. Certificate of registration of the computer program RU 2026666828. Automated accounting program for material resources of logistical support for military units: application filed on 19.05.2026; publication on 03.06.2026 / M. A. Nikiforov, P. A. Gorkov, M. S. Dikunova, V. S. Grefenshtein, S. V. Pototsky.

20. Certificate of registration of the computer program RU 2024681097. Program for calculating the standard requirement for material resources of the supply service: application dated 20.08.2024; publication dated 05.09.2024 / A. V. Herzen, A. Kh. Kurbanov, L. N. Rudakov, A. O. Mashkovskaya.

21. Turkovsky, S. R. Digitization, digitalization, and digital transformation in the context of innovative development and organizational-managerial innovations // Economic Science Today. – 2023. – Issue 17. – P. 186–195.

22. Khakhonova, N. N. Key problems and prospects for the development of accounting in the digital economy // Bulletin of the IPB (Bulletin of Professional Accountants). – 2021. – No. 5. – P. 19–29.

23. Chernyavskaya, S. A. Comparative analysis of the digitalization of budgetary accounting in Russia and abroad / S. A. Chernyavskaya, O. E. Sizhaya, A. A. Shirobokova // Industrial Economics. – 2024. – No. 2. – P. 41–47.

24. Kokina, J. Early evidence of digital labor in accounting: Innovation with Robotic Process Automation / J. Kokina, S. Blanchette // International Journal of Accounting Information Systems. – 2019. – Vol. 35. – Art. 100431.

25. Thanasas, G. Transforming Digital Accounting: Big Data, IoT, and Industry 4.0 Technologies – A Comprehensive Survey / G. Thanasas, G. Kampiotis, C. Halkiopoulos // Journal of Risk and Financial Management. – 2026. – Vol. 19. – No. 1. – Art. 92.

Contact information:
Gorkov Pavel Alexandrovich – gorkov1978@mail.ru
Dikunova Maria Sergeyevna – macha_di@mail.ru

Поступила в редакцию: 10.08.2026
Принята к публикации: 30.09.2026

УДК 623.438.3

https://elibrary.ru/axuvbf

AXUVBF

МЕТОДИКА КЛАССИФИКАЦИИ И РАНЖИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ОБРАЗЕЦ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

Баглайчук С. В.[1]

[1]Филиал Военной академии материально-технического обеспечения, Омск, Россия.

В статье представлена методика классификации и ранжирования динамических воздействий на образец вооружения и военной техники (на примере танка), которая позволяет определить какие воздействия и в каком диапазоне необходимо подавлять в первую очередь при проектировании единой адаптивной системы виброударозащиты с применением теории инвариантности и цифровых двойников. Полученные выходные данные и применение методики формирует количественно обоснованный перечень и рейтинг динамических угроз, который служит прямым входом для следующих исследуемых этапов методологии обоснования синтеза систем виброударозащиты образцов вооружения и военной техники.

Ключевые слова: методика; классификация; ранжирование; этап; воздействие; виброударозащита; образец вооружения и военной техники.

Для цитирования: Баглайчук С. В. Методика классификации и ранжирования динамических воздействий на образец вооружения и военной техники / Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии Российской Федерации. Выпуск 6(26) (октябрь 2026). С. 55–63.

METHODOLOGY FOR CLASSIFICATION AND RANKING OF DYNAMIC EFFECTS ON WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT

Baglaychuk S. V.[1]

[1]Branch of the Military Academy of Logistics, Omsk, Russia.

The article presents a methodology for classifying and ranking dynamic impacts on a type of weapon and military equipment (using a tank as an example), which allows one to determine which impacts and in what range must be suppressed first when designing a unified adaptive vibration and shock protection system using invariance theory and digital twins. The obtained output data and application of the methodology form a quantitatively substantiated list and rating of dynamic threats, which serves as a direct input for the subsequent research stages of the methodology for substantiating the synthesis of vibration and shock protection systems for weapons and military equipment.

Keywords: methodology; classification; ranking; stage; impact; vibration and shock protection; sample of weapons and military equipment.

Введение

Опыт специальной военной операции (далее – СВО) применения образцов вооружения и военной техники (далее – ВВТ), а также задача Верховного главнокомандующего предприятиям оборонно-промышленного комплекса на создание систем и образцов основанных на новых физических принципах задает научную проблему, которая заключается в разработке единой теории и адаптивной методологии обоснования

синтеза систем виброударозащиты перспективных образцов ВВТ, направленной на кардинальное улучшение основных свойств боевой эффективности, таких как огневой мощи, живучести и подвижности [1; 20].

Кроме того, существуют противоречия:

в теории – между конструктивными и технологическими возможностями осуществления построения эффективных систем виброударозащиты образцов ВВТ (в частности танков) в совокупности с учетом показателей основных свойств боевой эффективности и отсутствием единой теории и адаптивной методологии обоснования их синтеза с использованием теории инвариантности и цифровых двойников [19];

в практике – между современными требованиями к огневой мощи, живучести и подвижности образцов ВВТ (в частности, к танкам) продиктованных полученным опытом СВО и их техническими возможностями [12; 18].

Перспективные направления исследования по улучшению основных свойств боевой эффективности образцов ВВТ (на примере танков) представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Перспективные направления исследования по улучшению основных свойств боевой эффективности образцов ВВТ

Виброударозащита – это комплекс методов, средств и устройств, предназначенных для снижения уровня вибраций и смягчения ударных воздействий передающихся от внешнего возмущения на защищаемый образец ВВТ (танк, экипаж). Ключевое различие между вибрацией (постоянное или длительное воздействие) и ударом (кратковременное, импульсное воздействие) определяет особенности подходов к защите образцов [5; 11].

Для построения методики классификации и ранжирования динамических воздействий на образец вооружения и военной техники (на примере танка) в статье будут рассмотрены три основные подсистемы виброударозащиты: «огонь», «подвижность» и «защита» [4, 8].

Построение методики классификации и ранжирования динамических воздействий на образец вооружения и военной техники.

Данная методика содержит формализацию источников по типу сигнала (детерминированный, случайный, импульсный), месту приложения, частотному диапазону и потенциальному ущербу действующих на образец ВВТ и экипаж. Для этого рассмотрим и воспользуемся математическим аппаратом: теорией вероятности, анализом временных рядов и FFT-анализом [6; 7; 13; 16].

Построим модель и запишем матрицу воздействия следующим образом:

$$D = f(i, E, A, F, P), \tag{1}$$

где ***i*** – источник воздействия;

E – энергия;

A – частота;

F – повторяемость;

P – вероятность.

Пример для подсистемы «защита» *D* (подрыв (импульсный сигнал); 10^4 Дж; 1-200 Гц; 0,05; 0,01).

Результатам формирования матриц для подсистем «огонь», «подвижность» и «защита» получение ранжированного списка приоритетных воздействий.

Целью методики ставится систематизация и количественная оценка всех значимых источников динамических нагрузок на образец ВВТ и экипаж в различных условиях эксплуатации для последующего обоснования требований и приоритетов при проектировании систем виброударозащиты [3; 10, 17].

Данную методику реализуем в виде последовательности из *4-х этапов:*

Этап 1. Выделение режимов функционирования и сценариев нагружения.

На этом этапе определяются доминирующие режимы, в которых формируются характерные динамические воздействия:

1. Движение (Мобильность):

Сценарий 1.1: Движение образца ВВТ на максимальной скорости по грунтовой дороге.

Сценарий 1.2: Преодоление препятствий (колейный мост, уступ, косогор).

Сценарий 1.3: Работа силовой установки и трансмиссии на различных режимах.

2. Стрельба (Применение вооружения):

Сценарий 2.1: Выстрел из танковой пушки (БПС, КС, ОФС).

Сценарий 2.2: Ведение огня из спаренного и зенитного пулеметов.

Сценарий 2.3: Пуск управляемой ракеты.

3. Воздействие противника (Боевое поражение):

Сценарий 3.1: Подрыв под гусеницей/корпусом, воздействие на верхнюю проекцию образца ВВТ (на примере танка) (противопехотная/противотанковая мина, БПЛА различных типов, ПТУР, артиллерийский снаряд, авиабомбы).

Сценарий 3.2: Непрямое воздействие (близкий разрыв перечисленных выше типов воздействия).

Сценарий 3.3: Кинетическое попадание (с рикошетом или без).

Этап 2. Классификация источников воздействий по ключевым признакам.

Для каждого выше представленного сценария идентифицируются физические источники которые описываются по следующим признакам [9]:

П1. Физическая природа (механический удар, вибрация, акустический шум, импульс давления (ударная волна)).

П2. Характер сигнала во времени:

– детерминированный (откат накат орудия, наезд на препятствие);

– стохастический стационарный (вибрация от двигателя, движение по микропрофилю);

– стохастический нестационарный/импульсный (подрыв, разрыв снаряда).

П3. Спектральный состав (доминирующий диапазон):

– низкочастотный (НЧ) (1–20 Гц) – качка, медленные удары;

– среднечастотный (СЧ) (20–500 Гц) – вибрация агрегатов, резонансные частоты конструкции;

– высокочастотный (ВЧ) (500–5000 Гц) – структурный акустический шум.

П4. Зона первичного положения воздействия: гусеница/опорный каток, ходовая часть, днище корпуса, верхняя полусфера танка.

П5. путь передачи до защищаемого объекта (корпус танка/экипаж/аппаратура): через сиденье, через корпус, через органы управления и приборы прицеливания, через крепление аппаратуры.

Пример классификации для сценария 2.1 (Выстрел БПС):

источник *i* – откат при выстреле из танковой пушки;

П1. Механический удар + вибрация;

П2. Детерминированный импульс с последующими затухающими колебаниями;

П3. НЧ-СЧ (1–200 Гц);

П4. Цапфы в башне;

П5. Цапфы → погон башни → корпус → сиденья членов экипажа + органы управления, приборы прицеливания.

Этап 3. Количественная оценка и ранжирование по критерием опасности.

Для ранжирования вводится интегральный показатель опасности (ИПО*i*) для *i*-го источника воздействия, рассчитываемый, как взвешенная сумма нормализованных частных критериев:

$$\text{ИПО}i = k_E \hat{E}_i + k_A \hat{A}_i + k_F \hat{F}_i + k_P \hat{P}_i, \quad (2)$$

где $\hat{E}_i$ – нормированная энергетическая мощность воздействия, оценивается через пиковую или среднеквадратическую мощность (для вибрации – через ускорение, для удара – через пиковую силу или изменение кинетической энергии). Например, энергия отката:

$$E_{отк} \approx m_{отк} \upsilon_{отк}^2 / 2$$

где $\hat{A}_i$ – нормированная амплитудно-частотная опасность, учитывает соответствие спектра воздействия резонансным частотам защищаемых объектов (экипаж ~ 4–8 Гц, оптика ~ 50–100 Гц, электроника ~ 200–1000 Гц), рассчитывается, как интеграл от произведения спектральной плотности ускорения $S_a(\omega)$ и функции уязвимости объекта $H(\omega)$:

$$\hat{A}_i = \int S_a(\omega) H(\omega) d\omega$$

$\hat{F}_i$ – нормированная повторяемость (цикличность) воздействия, отражает суммарный усталостный эффект. Для выстрела – количество выстрелов на задаче, для неровностей – количество преодоления неровностей, $\hat{P}_i$ – нормированная вероятность возникновения в боевой / эксплуатационной обстановке, экспертная или статистическая оценка, k_E, k_A, k_F, k_P – весовые коэффициенты, определяемые методом парных сравнений (Саати) для разных защищаемых подсистем [13; 14]. Для экипажа вес k_A (частотная опасность) и k_E (пиковая нагрузка). Для аппаратуры высокий вес k_F (усталость);

Процедура ранжирования:

1. Для каждого *i*-го источника по данным испытаний, моделирования или справочников определяются абсолютные значения критериев (*E, A, F, P*).

2. Значения нормализуются относительно наихудшего (максимального) источника в своей категории:

$$\hat{X}_i = X_i / X_{\max} \quad (3)$$

3. Рассчитывается ИПО*i* для каждой ключевой подсистемы объекта защиты (экипаж, прицельный комплекс, бортовая электроника, узлы ходовой части)

4. Источники ранжируются по убыванию ИПО*i* для каждого объекта защиты. Это формирует приоритетный список угроз.

Этап 4. Формирование обобщенной «карты динамических угроз».

Результаты представляются в виде матрицы, таблицы или диаграммы, наглядно обеспечивающей связь между:

– режимами функционирования (столбцы);

– источниками воздействий с высокими ИПО (строки);

– критичными защищаемыми подсистемами (цветовое или числовое кодирование ИПО).

Пример вывода (фрагмент ранжирования):

1. Наибольший ИПО: Подрыв под днищем (минное поле). Высокий *E* (энергия) и *A* (низкочастотный удар, опасный для позвоночника), средняя *P* в зоне боевых действий.

2. Высокий ИПО: Откат орудия при выстреле. Высокие *A* (резкий удар) и *F* (многократность в бою), средняя *E*.

3. Средний ИПО: Движение по колейной дороге. Высокая *F* (цикличность) и *P* (вероятность), средние *A* и *E*.

Расчеты по представленной методике:

1. Исходные данные для расчета подсистемы «защита»:

Источник воздействия подрыв танка на мине (импульсный сигнал).

Характеристики воздействия:

E=100000 Дж (кинетическая энергия ударной волны, передаваемая корпусу);

A=1–200 Гц (спектр содержит низкие частоты, опасные для позвоночника);

F=0,05 (редкое событие – 1 подрыв на 20 (боевых задач), т. е 0,05 за задачу);

P=0,01 (вероятность подрыва в типовой боевой ситуации).

Весовые коэффициенты (метод анализа иерархий):

k_E=0,45 (пиковая перегрузка – угроза жизни);

k_A=*0,30* (частотная опасность – резонансы внутренних органов);

k_F=0,15 (повторяемость – усталостные накопления);

k_P=0,10 (вероятность на боевой задаче).

Нормирующие максимумы (по всем источникам):

E_{max}=100000 Дж (принят равным энергии подрыва);

A_{max} – для каждого источника $\hat{A}$ уже в доля от 1 (максимальная частотная опасность = 1);

F_{max}=10 (например 10 подрывов на задаче, что крайне вероятно);

P_{max}=1.

2. Расчет нормированных критериев:

$$\hat{E} = \frac{E}{E_{\max}} = \frac{100000}{100000} = 1{,}0;$$

$\hat{A}$=0,9 (широкий спектр перекрыывается с резонансными частотами тела человека 4–8 Гц);

$$\hat{F} = \frac{F}{F_{\max}} = \frac{0{,}05}{10} = 0{,}005$$

но для наглядности, как порядок редкости примем равным 0,05.

$\hat{P} = 0{,}01$.

3. Вычисление ИПО для подсистемы «защита»:

$\text{ИПО}_{\text{защ}} = 0{,}45 \cdot 1{,}0 + 0{,}30 \cdot 0{,}9 + 0{,}15 \cdot 0{,}05 + 0{,}10 \cdot 0{,}01 \approx 0{,}73$ – высокий приоритет защиты экипажа от подрыва.

Подрыв мины – максимальная энергия *E* и высокая частотная опасность для человека *A*, но малая вероятность *P* и повторяемость *F* делают его главным, но не единственным приоритетом для системы защиты экипажа.

Далее заносим например в таблицу 1 ранжирования подсистем.

Таблица 1 – Сводная таблица полученных результатов ИПО для экипажа при ранжировании

Подсистема	**Источник**	$\hat{E}$	$\hat{A}$	$\hat{F}$	$\hat{P}$	**ИПО Для экипажа**	Ранг (приоритет)
«огонь»	Откат	1,0	0,85	0,015	0,95	0,71	1
«подвижность»	Движение	0,85	0,90	0,40	0,40	0,82	1
«защита»	Подрыв	1,0	0,9	0,05	0,01	0,73	1

Заключение

Полученные выходные данные и применение методики формирует количественно обоснованный перечень и рейтинг динамических угроз, который служит прямым входом для следующих исследуемых этапов методологии обоснования синтеза систем виброударозащиты ВВТ. Методика позволяет сформировать техническое задание на систему виброударозащиты образца ВВТ, определить какие воздействий и в каком диапазоне необходимо подавлять в первую очередь при проектировании единой адаптивной системы виброударозащиты с применением теории инвариантности и цифровых двойников [2]. Кроме того методика позволяет определить выбор стратегии виброударозащиты для источников с высоким ИПО по энергии E требуется стратегия силовой инвариантности или активного гашения, а для высокого F – стратегия повышения усталостной прочности. Методика позволяет планировать испытания проектируемой системы виброударозащиты с фокусом на воспроизведении воздействий с максимальным ИПО. Таким образом, в статье представлена методика классификации и ранжирования динамических воздействий на образец вооружения и военной техники. Методика переводит инженерное описание нагрузок в формализованный, количественный инструмент принятия проектных технических решений, что является основой научного обоснования систем виброударозащиты образцов ВВТ. Структурная схема предложенной методики (для образца ВВТ, на примере танка и экипажа) представлена на рисунке 2.

Методика классификации и ранжирования источников динамического воздействия на танк и экипаж

Этап 1.

Выделение режимов функционирования и сценариев нагружения

РЕЖИМ 1. Движение (мобильность):

- максимальная скорость;
- преодоление препятствий;
- работа двигателя/трансмиссии.

РЕЖИМ 2. Стрельба (применение вооружения):

- выстрел из танковой пушки (откат) (БПС, КС, ОФС);
- ведения огня из пулеметов;
- пуск из танковой пушки управляемой ракеты.

РЕЖИМ 3. Воздействие противника (боевое поражение):

- подрыв;
- кинетическое попадание;
- непрямое воздействие.

Этап 2.

Классификация источников по ключевым признакам

П1. Физическая природа (удар / вибрация / акустика / ударная волна).
П2. Характер сигнала (детерминированный / стохастический стационарный / стохастический нестационарный).
П3. Спектральный состав (НЧ 1-20 Гц / СЧ 20-500 Гц / ВЧ >500 Гц).
П4. Зона приложения (гусеница / опорный каток / ходовая часть / днище корпуса / верхняя полусфера).
П5. Путь передачи (сиденье / корпус / органы управления / крепления аппаратуры).

Этап 3.

Количественная оценка и ранжирование

3.1 Расчет частных критериев для каждого i-го источника

E – энергия;
A – амплитудно-частотная опасность;
F – повторяемость / цикличность (количество событий);
P – вероятность возникновения.

3.2 Нормализация критериев: $\hat{X}_i = X_i / X_{max}$.

3.3 Определение весовых коэффициентов: k_E, k_A, k_F, k_P методом парных сравнений Саати для каждой подсистемы.

3.4 Расчет интегрального показателя опасности: $ИПОi = k_E\hat{E}_i + k_A\hat{A}_i + k_F\hat{F}_i + k_P\hat{P}_i$,

3.5 Ранжирование источников ИПО для каждой защищаемой подсистемы (экипаж / прицельный комплекс / электроника / ходовая часть).

Этап 4. Формирование карты динамических угроз

Подсистема	Источник	Обоснование (источники)	Нормализованные частные критерии (энергия, частота, повторяемость, вероятность)				Интегральный показатель опасности (ИПОi)				Доминирующий эффект (вектор поражения)	Ранг (приоритет защиты при боевых действиях)
			$\hat{E}$	$\hat{A}$	$\hat{F}$	$\hat{P}$	Для экипажа	Для прицельного комплекса	Для бортовой РЭА	Для ходовой части		
«Огонь»	Откат (выстрел из пушки).	Дульная энергия 15-24 МДж, начальная скорость >2000 м/с.	1,0	0,85	0,015	0,95	0,71	0,74	0,64	0,60	Ударный импульс отката, угловое колебание башни, срыв слежения прицельного комплекса.	1
«Подвижность»	Движение (разбитое шоссе).	Ускорения 3-6g, частые пробои. Высокая энергия. Ограниченная распространенность.	0,85	0,90	0,40	0,40	0,82	0,81	0,74	0,88	Пробои, удары в ограничители хода опорных катков.	1
«Защита»	Попадание (снаряды артиллерии 152/155 мм).	Прямое попадание – гарантированное уничтожение. Энергия максимальна. Частота обстрелов высокая.	1,00	0,90	0,70	0,85	0,94	0,88	0,82	0,78	Фугасное действие, ударная волна.	1

Рисунок 2 – Структурная схема методики классификации и ранжирования динамических воздействий на образец вооружения и военной техники

Библиографический список

1. Баглайчук, С. В. Применение теории инвариантности для синтеза адаптивной системы виброударозащиты образцов вооружения и военной техники / С. В. Баглайчук, В. А. Нехаев // Динамика систем, механизмов и машин. – 2024. – Т. 12, № 1. – С. 45–52.

2. Баглайчук, С. В. Методы виброударозащиты образцов бронетанкового вооружения и военной техники // Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии. – 2026. – № 1. – С. 37–43.

3. Болотин, В. В. Вибрации в технике: справочник: в 6 т. / под ред. В. В. Болотина. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Машиностроение, 1999. – Т. 1: Колебания линейных систем. – 504 с.

4. Генкин, М. Д. Методы управляемой виброзащиты машин / М. Д. Генкин, В. Г. Елезов, В. В. Яблонский; отв. ред. В. И. Сергеев. – Москва: Наука, 1985. – 240 с.

5. Дубинский, С. В. Исследование влияния ударных повреждений на усталостные характеристики композитного соединения «обшивка–стрингер» в условиях виброакустического нагружения / С. В. Дубинский, Ф. С. Севастьянов, В. М. Костенко, С. Л. Денисов // Акустический журнал. – 2023. – Т. 69, № 2. – С. 261–269.

6. Жулай, В. А. Определение параметров источников шума и вибрации технологических машин / В. А. Жулай, Ю. Ф. Устинов, Д. Н. Дегтев, А. Н. Щиенко // Строительные и дорожные машины. – 2022. – № 5. – С. 14–18.

7. Калиткин, Н. Н. Численные методы. – Москва: Наука, 1978. – 526 с.

8. Коловский, М. З. Нелинейная теория виброзащитных систем. – Москва: Наука, 1966. – 320 с.

9. Коловский, М. З. Динамика машин. – Москва: Машиностроение, 1989. – 296 с.

10. Коловский, М. З. Автоматическое управление виброзащитными системами. – Москва: Наука, 1976. – 320 с.

11. Нехаев, В. А. Виброзащита человека-оператора на основе применения принципа регулирования по возмущению / В. А. Нехаев, В. А. Николаев, Н. В. Закерничная, С. В. Баглайчук // Материалы II Международной научно-технической конференции «Динамика систем, механизмов и машин». – Омск: ОмГТУ, 2018. – С. 93–97.

12. Проектирование систем виброзащиты подвижных объектов: монография / В. А. Нехаев, Ю. П. Козлов [и др.]. – Омск: ОмГТУ, 2024. – 195 с.

13. Тихонов, А. Н. Дифференциальные уравнения / А. Н. Тихонов, А. Б. Васильева, А. Г. Свешников. – Москва: Наука, 2005. – 425 с.

14. Саати, Т. Л. Принятие решений: метод анализа иерархий / Т. Л. Саати; пер. с англ. Р. Г. Вачнадзе. – Москва: Радио и связь, 1993. – 315 с.

15. Саати, Т. Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети / Т. Л. Саати; пер. с англ. – 4-е изд. – Москва: Эдиториал УРСС, 2021. – 360 с.

16. Сорокин, Е. С. Динамика гасителей колебаний // Труды Московского института инженеров железнодорожного транспорта. – 1958. – Вып. 119. – С. 3–15.

17. Танаев, В. П. Об одной задаче многокритериального выбора решений // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 1997. – Т. 37, № 10. – С. 1159–1169.

18. Цытович, Л. И. Техническая вибродиагностика объектов транспортной техники / Л. И. Цытович, А. П. Кузьменко, И. Л. Цытович. – Барнаул: АлтГТУ, 2012. – 235 с.

19. Шапошников, С. В. Положительность инвариантных мер диффузионных процессов / С. В. Шапошников // Доклады Российской академии наук. – 2007. – Т. 415, № 2. – С. 174–179.

20. Шульдешов, В. А. Технология цифровых двойников в военном машиностроении: анализ и перспективы // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. – 2022. – № 5-6 (174-175). – С. 43–48.

Контактная информация:
Баглайчук Сергей Владимирович – memfis00@rambler.ru; SPIN-code: 9948-0600

References

1. Baglaychuk, S. V. Application of invariance theory for the synthesis of an adaptive system of vibration and shock protection of weapons and military equipment / S. V. Baglaychuk, V. A. Nekhaev // Dynamics of systems, mechanisms and machines. – 2024. – Vol. 12, No. 1. – P. 45–52.

2. Baglaychuk, S. V. Methods of vibration and shock protection of armored weapons and military equipment // Almanac of the Perm Military Institute of the National Guard Troops. – 2026. – No. 1. – P. 37–43.

3. Bolotin, V. V. Vibrations in Engineering: Handbook: in 6 volumes / edited by V. V. Bolotin. – 2nd ed., corrected and enlarged. – Moscow: Mashinostroenie, 1999. – Vol. 1: Oscillations of Linear Systems. – 504 p.

4. Genkin, M. D. Methods of Controlled Vibration Protection of Machines / M. D. Genkin, V. G. Elezov, V. V. Yablonsky; ed. V. I. Sergeev. – Moscow: Nauka, 1985. – 240 p.

5. Dubinsky, S. V. Study of the Effect of Impact Damage on the Fatigue Characteristics of a Composite «Skin-Stringer» Joint under Vibroacoustic Loading / S. V. Dubinsky, F. S. Sevastyanov, V. M. Kostenko, S. L. Denisov // Acoustic Journal. – 2023. – Vol. 69, No. 2. – P. 261–269.

6. Zhulai, V. A. Determination of Parameters of Noise and Vibration Sources of Technological Machines / V. A. Zhulai, Yu. F. Ustinov, D. N. Degtyarev, A. N. Shchienko // Construction and Road Machines. – 2022. – No. 5. – Pp. 14–18.

7. Kalitkin, N. N. Numerical methods. – Moscow: Nauka, 1978. – 526 p.

8. Kolovsky, M. Z. Nonlinear Theory of Vibration Protection Systems. – Moscow: Nauka, 1966. – 320 p.

9. Kolovsky, M. Z. Dynamics of Machines. – Moscow: Mashinostroenie, 1989. – 296 p.

10. Kolovsky, M. Z. Automatic Control of Vibration Protection Systems / M. Z. Kolovsky. – Moscow: Nauka, 1976. – 320 p.

11. Nekhaev, V. A. Vibration protection of a human operator based on the disturbance control principle / V. A. Nekhaev, V. A. Nikolaev, N. V. Zakernichnaya, S. V. Baglaychuk // Proceedings of the II International Scientific and Technical Conference «Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines». – Omsk: OmskGTU, 2018. – Pp. 93–97.

12. Design of Vibration Protection Systems for Mobile Objects: Monograph / V. A. Nekhaev, Yu. P. Kozlov [et al.]. – Omsk: OmSTU, 2024. – 195 p.

13. Tikhonov, A. N. Differential equations / A. N. Tikhonov, A. B. Vasilyeva, A. G. Sveshnikov. – Moscow: Nauka, 2005. – 425 p.

14. Saati, T. L. Decision Making: The Analytic Hierarchy Process Method / T. L. Saati; translated from English by R. G. Vachnadze. – Moscow: Radio and Communications, 1993. – 315 p.

15. Saati, T. L. Decision Making with Dependencies and Feedbacks: Analytical Networks / T. L. Saati; trans. from English. – 4th ed. – Moscow: Editorial URSS, 2021. – 360 p.

16. Sorokin, E. S. Dynamics of Vibration Dampers / E.S. Sorokin // Transactions of the Moscow Institute of Railway Engineers. – 1958. – Issue. 119. – Pp 3–15.

17. Tanaev, V. P. On a multicriteria decision-making problem // Journal of Computational Mathematics and Mathematical Physics. – 1997. – Vol. 37, No. 10. – P. 1159–1169.

18. Tsytovich, L. I. Technical vibration diagnostics of transport equipment / L. I. Tsytovich, A. P. Kuzmenko, I. L. Tsytovich. – Barnaul: AltSTU, 2012. – 235 p.

19. Shaposhnikov, S. V. Positivity of Invariant Measures of Diffusion Processes / S. V. Shaposhnikov // Reports of the Russian Academy of Sciences. – 2007. – Vol. 415, No. 2. – Pp. 174–179.

20. Shuldeshov, V. A. Digital Twin Technology in Military Mechanical Engineering: Analysis and Prospects / V. A. Shuldeshov // Issues of Defense Technology. Series 16: Technical Means of Countering Terrorism. – 2022. – No. 5–6 (174–175). – Pp. 43–48.

Contact information:
Baglaychuk Sergey Vladimirovich – memfis00@rambler.ru; SPIN-code: 9948-0600

Поступила в редакцию: 27.05.2026
Принята к публикации: 30.09.2026

УДК 623.09

https://elibrary.ru/fdvdcp

FDVDCP

СИСТЕМА ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ГРУППОВОМУ ПРИМЕНЕНИЮ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Галаев В. Ю.[1]

[1]Военная ордена Жукова академия войск национальной гвардии, Санкт-Петербург, Россия.

В статье рассматривается проблема противодействия групповому применению беспилотных летательных аппаратов, действующих в составе роя. Проанализированы стратегии группового управления и обоснован выбор роевой стратегии как наиболее опасной для системы защиты. Предложена архитектура эшелонированной системы противодействия, включающая три последовательных рубежа: средства противовоздушной обороны, беспилотные летательные аппараты-перехватчики и комплекс электромагнитного излучения. Разработана вероятностная модель оценки эффективности системы, учитывающая интенсивность потока целей, пропускную способность средств поражения и пространственную плотность роя. Получены аналитические выражения для расчета вероятности поражения на каждом рубеже.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты; рой беспилотных летательных аппаратов; система противодействия; вероятность поражения; марковский процесс; система массового обслуживания; функциональное подавление; электромагнитное излучение.

Для цитирования: Галаев В. Ю. Система противодействия групповому применению беспилотных летательных аппаратов / Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии Российской Федерации. Выпуск 6(26) (октябрь 2026). С. 64–72.

SYSTEM FOR COUNTERING THE GROUP DEPLOYMENT OF UNMANNED AERIAL VEHICLES

Galaev V. Yu.[1]

[1]Zhukov Military Academy of the National Guard Troops, St. Petersburg, Russia.

The article addresses the challenge of countering the group deployment of unmanned aerial vehicles operating as a swarm. Group control strategies are analyzed, and the swarm strategy is identified as the most dangerous to defense systems. An architecture for a layered countermeasure system is proposed, comprising three successive defensive tiers: air defense assets, interceptor UAVs, and an electromagnetic radiation system. A probabilistic model for evaluating system effectiveness has been developed, accounting for target flow intensity, the engagement capacity of defensive assets, and swarm spatial density. Analytical expressions for calculating the probability of target neutralization at each tier are derived.

Keywords: unmanned aerial vehicles; swarm of unmanned aerial vehicles; countermeasure system; probability of neutralization; Markov process; queuing system; functional suppression; electromagnetic radiation.

Введение

С учетом наращивания финансирования и опыта специальной военной операции (далее – СВО) угроза применения беспилотных летательных аппаратов (далее – БПЛА) приобретает качественно новый характер [10]. Особую значимость приобретает массовость

атак и общая статистика подтверждает экспоненциальную динамику – с менее тысячи ударов в 2022 году до 12 тысяч в 2026 году[9]. Ключевыми факторами угрозы стали массовое производство недорогих БПЛА и переход к групповым скоординированным действиям с роевым интеллектом, что повышает эффективность атак и усложняет противодействие [9; 15].

Основная часть

Стратегия группового управления может быть как централизованная, так и децентрализованная, что представлено на рисунке 1.



Рисунок 1 – Стратегии группового управления

Централизованная стратегия проста и глобально оптимальна, но уязвима из-за единой точки отказа и проблем масштабируемости [19]. Децентрализованные подходы эволюционируют: коллективное управление (с «мозговым центром»), стайное (полная автономность) и роевое (умная самоорганизация), которое объединяет достоинства предыдущих, обеспечивая живучесть и устойчивость [1; 13].

Таким образом, анализ группового управления показывает, что наиболее опасной для системы противодействия является именно роевая стратегия группового управления (далее – рой БПЛА). Под *роем БПЛА* в данной статье понимается множество автономных беспилотных летательных аппаратов, взаимодействующих между собой по адаптивным локальным правилам, что позволяет им образовывать упорядоченную коллективную структуру и выполнять задачи совместно в условиях отсутствия глобального навигационного сигнала, или непрочной связи.

Преимуществами роя являются: автономность, самоорганизация через локальные взаимодействия, пространственная структура, устойчивость и стабильность. Недостатками – сложность реализации, потенциальные конфликты в сложных средах [3; 4].

По результатам проведенного анализа работ [2; 8; 14; 20] было установлено, что наибольшую сложность для систем противодействия представляют БПЛА малого класса. Эффективному противодействию данным аппаратам препятствует комплекс факторов: применение высокоманевренных режимов полета; использование в конструкции пластика и композитов; многоцелевой характер и широкий спектр тактического применения; широкий спектр аэродинамических принципов полета.

Таким образом, проведенный анализ стратегий группового управления и конструктивно-функциональных особенностей БПЛА позволяет конкретизировать объект угрозы: перед системой противодействия выступает не отдельный беспилотник и не просто группа, а рой беспилотников малого класса.

Это создает острую необходимость в построении эшелонированной системы противодействия. Данная концепция предполагает создание нескольких рубежей (зон) обороны, последовательное преодоление которых должно приводить к истощению ресурсов роя БПЛА и снижению эффективности их атаки. Основу такой системы составляют подсистемы обнаружения и функционального поражения (подавления) [7; 18; 21].

[9] Приказ Росгвардии от 14.10.2025 № 621 «О результатах работы по совершенствованию охраны государственных объектов и усилению безопасности объектов высшего приоритета».

Система противодействия рою БПЛА должна обеспечивать решение следующих основных задач [17]:

1. Обнаружение, классификация и трекинг роя в трехмерном пространстве с ранним предупреждением для обеспечения своевременного принятия мер реагирования. Система должна обеспечивать надежное обнаружение и идентификацию в сложной радиочастотной среде.

2. Снижение эффективности атаки роя путем нейтрализации носителей полезной нагрузки, принудительной посадки или перехвата БПЛА без создания непропорционального риска для персонала и охраняемой инфраструктуры.

3. Обеспечение ситуационной осведомленности лица, принимающего решение, путем предоставления единой картины воздушной обстановки с отображением всех целей, их траекторий, классификации и уровня угрозы.

4. Документирование всех событий для последующего анализа инцидентов и формирования доказательной базы при правоохранительных мероприятиях.

Архитектура эшелонирования обороны от массированного налета БПЛА (рисунок 2) включает три последовательных рубежа:

– первый эшелон: средства ПВО (зенитный ракетный комплекс);

– второй эшелон: БПЛА-перехватчики;

– третий эшелон: комплекс элктромагнитного излучения (далее – ЭМИ).

Следует отметить, что средства радиоэлектронного подавления (далее – РЭП) обладают низкой пригодностью против группы, действующей в автономном режиме по предварительно загруженным координатам. Вместе с тем их применение сохраняет ограниченную эффективность в части нарушения информационного обмена между БПЛА внутри роя, что может снижать качество его самоорганизации. По этой причине средства РЭП могут рассматриваться как вспомогательный элемент третьего рубежа, дополняющий комплекс ЭМИ, но не как самостоятельное средство противодействия [11].

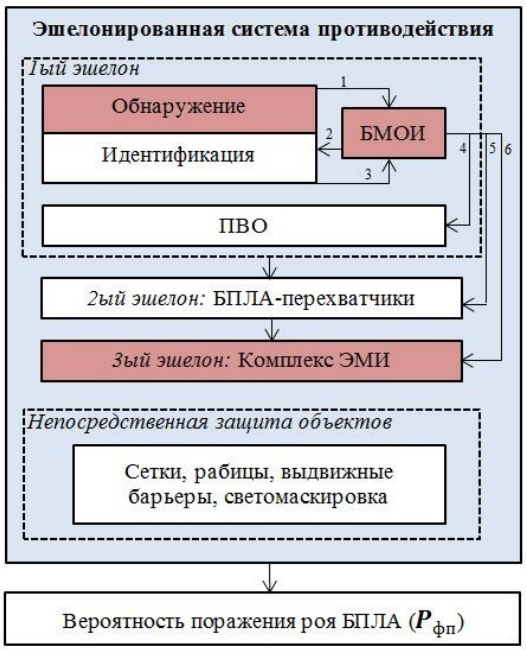


Рисунок 2 – Эшелонированная система противодействия, где под цифрами 1–6 указана последовательность действий

Связующим элементом в обнаружении и поражении является система управления и контроля, включающая в себя блок многоканальной обработки информации (далее – БМОИ), который [17]:

– сводит данные со всех датчиков в единую картину и с помощью искусственного интеллекта (далее – ИИ) классифицирует цели;

– распределяет их по средствам поражения в зависимости от зоны местонахождения противника.

Разработанная эшелонированная система противодействия и ее программная реализация защищены патентом Российской Федерации на изобретение [17] и свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ [22]. При наличии достоверных исходных данных о тактико-технических характеристиках БПЛА, параметрах массированного удара, координатных и параметрических законах воздействия поражающих факторов указанных видов оружия, а также об особенностях защищаемого объекта, возможно обоснование всех ключевых параметров эшелонированной системы.

Поскольку подсистема функционального подавления активируется только после успешного обнаружения, и обе подсистемы работают независимо (по вероятности успеха), общая вероятность функционального поражения (подавления) роя БПЛА системой противодействия имеет вид [6]:

$$P_{\text{ФП}} = P_{\text{обн}} \cdot P_{\text{пораж}} \tag{1}$$

где $P_{обн}$ – вероятность своевременного и достоверного обнаружения БПЛА комплексом средств обнаружения;

$P_{пораж}$ – вероятность поражения роя БПЛА.

В случае, когда количество средств противодействия *i*-го типа больше одного, вероятность поражения роя *i*-м средством определяется как:

$$P_{\text{пораж } i}^{x_i} = P_j \cdot P_i \tag{2}$$

где $\boldsymbol{x_i}$ – количество средств противодействия *i*-го типа (i =1, 2, …, n);

P_j – вероятности поражения отдельного БПЛА *j*-го типа;

P_i – вероятности реализации одного цикла противодействия для *i*-го средства.

Тогда итоговое выражение для общей вероятности функционального поражения (подавления) роя БПЛА системой противодействия примет вид:

$$P_{\text{ФП}} = (1 - \prod_m (1 - P_D^m(s))) \cdot \prod_{i=1}^n P_{\text{пораж } i}^{x_i} \tag{3}$$

Для марковских случайных процессов вероятность реализации одного цикла противодействия в первом приближении может определяться как [12]:

$$P_i = min\left\{1; \left(\lambda \cdot T_{\text{ц.п.}} + e^{-\lambda \cdot t_{\text{ож}}}\right)^{-1}\right\} \tag{4}$$

где $\lambda = \frac{1}{t_{\text{БПЛА}}}$ – плотность (интенсивность) потока БПЛА, с–1;

$t_{\text{БПЛА}}$ – средний интервал времени между БПЛА, с;

$T_{\text{ц.п.}}$ – время цикла противодействия БПЛА, в т. ч. стрельбы, с;

$t_{\text{ож}} = \frac{\alpha}{V_{\text{БПЛА}}}$ – время пребывания БПЛА в зоне системы противодействия, с;

$V_{\text{БПЛА}}$ – средняя скорость полета БПЛА, м/с;

α – протяженность зоны противодействия, м.

С увеличением числа однотипных средств противодействия время цикла сокращается пропорционально количеству систем:

$$T_{\text{ц.п.}} = \frac{T_{\text{ц.п.}}^1}{n} \tag{5}$$

где $T_{\text{ц.п.}}^1$ – среднее время цикла одной системы, с;

n – количество БПЛА, одновременно находящихся в зоне действия системы противодействия.

Среднее время цикла противодействия равно:

$$T_{\text{ц.п.}}^1 = \begin{cases} T_{\text{обн}} + T_{\text{удер}} + T_{\text{выст}} \\ T_{\text{обн}} + T_{\text{удер}} + T_{\text{выст}} + T_{\text{пер}} \end{cases} \tag{6}$$

где $T_{обн}$ – время обнаружения, с;

$T_{удер}$ – время удержания цели (для лазерных систем – время воздействия лучом), с;

$T_{выст}$ – время выстрела (для традиционных средств ПВО, включая подлетное время для боеприпаса), с;

$T_{пер}$ – время перезаряда боекомплекта, с.

Верхнее выражение в системе справедливо для времени операции, меньшем времени расхода боекомплекта ($t_{расх}$), нижнее – при времени операции, большем времени расхода боекомплекта.

Время расхода боекомплекта может находиться следующим образом:

$$t_{\text{расх}} = \frac{Q_{б/к}}{\omega} \tag{7}$$

где $Q_{б/к}$ – боекомплект, ед.;

ω – скорострельность, ед/с.

Для традиционных зенитных средств реализуется принцип «одно средство – одна цель», поэтому n=1. Для средств с площадным поражением (например, ЭМИ) количество целей определяется через объем зоны поражения $V_з$ и пространственную плотность роя $\rho_{БПЛА}$:

$$n = V_{\text{з}} \cdot \rho_{\text{БПЛА}} \tag{8}$$

где $V_з$ – объем зоны противодействия БПЛА, м^3;

$\rho_{БПЛА}$ – плотность БПЛА в зоне противодействия, ед./м^3.

Поток БПЛА считается пуассоновским с интенсивностью $\lambda = 1/t_{\text{БПЛА}}$, где $t_{БПЛА}$ – средний интервал между последовательными целями. Тогда вероятность успешного завершения цикла противодействия для одного случайного БПЛА (зона ПВО) в марковском приближении имеет вид:

$$P_{1\text{р}} = min\left\{1; \left(\lambda \cdot \frac{T^1_{\text{ц.п.}}}{V_{\text{з}} \cdot \rho_{\text{БПЛА}}} + e^{-\lambda \cdot t_{\text{ож}}}\right)^{-1}\right\} \tag{9}$$

Для второго эшелона, представленного БПЛА-перехватчиками, оценка вероятности прорыва роя через зону перехвата выполняется на основе экспоненциальной модели, адаптированной из работы [16] и примет вид:

$$P_{2\text{р}} = 1 - P_{\text{нав}} \cdot \exp\left(-\frac{N_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot P_{\text{пер}}}{N_{\text{уд}} + N_{\text{ПДП}}}\right) \tag{10}$$

где $P_{нав}$ – вероятность наведения перехватчика на ударный БПЛА (зависит от эффективности обнаружения, помеховой обстановки и характеристик линий связи);

$N_{\text{пер}}$ – количество перехватчиков, задействованных в отражении удара;

$\eta_{\text{пер}}$ – число целей, одновременно атакуемых одним перехватчиком (пропускная способность по каналам поражения);

$P_{\text{пер}}$ – вероятность поражения одной цели при одной атаке;

$N_{\text{уд}}$ – число ударных БПЛА в составе роя;

$N_{\text{пдп}}$ – число БПЛА подавления (постановщиков помех, ложных целей), которые увеличивают эффективную численность роя, снижая вероятность успешного перехвата.

Вероятность наведения, в свою очередь, определяется выражением:

$$P_{\text{нав}} = P_{\text{обн}} \cdot (1 - P_{\text{помех}}) \tag{11}$$

где $P_{\text{обн}}$ – вероятность обнаружения роя БПЛА подсистемой обнаружения;

$P_{\text{помех}}$ – вероятность подавления каналов наведения перехватчиков средствами РЭБ противника.

При отсутствии в составе роя БПЛА подавления ($N_{\text{пдп}} = 0$) формула упрощается:

$$P_{2р} = 1 - P_{нав} \cdot \exp\left(-\frac{N_{пер} \cdot \eta_{пер} \cdot P_{пер}}{N_{уд}}\right) \quad (12)$$

В случае, когда наши перехватчики действуют автономно (без внешнего наведения), $P_{нав}$ можно принять равной 1, и тогда вероятность прорыва определяется только соотношением эффективностей и численностей.

Данная модификация сохраняет экспоненциальный характер зависимости: чем больше наших перехватчиков и их боевых возможностей – тем меньше шансов у роя прорваться; чем больше ударных БПЛА – тем выше вероятность, что часть из них минует зону перехвата.

Для частного случая применения комплекса ЭМИ с антенной направленного действия (углом луча по азимуту φ, дальностью действия R), объем зоны поражения вычисляется как:

$$V_з = \frac{1}{3}\pi R^3 \quad (13)$$

При средней плотности роя $\rho_{ср}$ число целей в зоне составляет $n_0 = V_з \cdot \rho_{ср}$. Эффективное время цикла на одну цель уменьшается пропорционально числу целей: $T_{ц.п.}^{эфф} = T_{ц.п.}^{0}/n_0$, а вероятность реализации цикла для отдельного БПЛА определяется аналогичным выражением:

$$P_{Зр} = min\left\{1; \left(\lambda \cdot T_{ц.п.}^{эфф} + e^{-\lambda \cdot t_{оз}}\right)^{-1}\right\} \quad (14)$$

где $t_{оз} = R/V_{БПЛА}$ – время нахождения в зоне облучения.

Заключение

Проведенный анализ стратегий группового управления БПЛА показал, что наиболее сложной для противодействия является роевая стратегия, обеспечивающая автономность, самоорганизацию и устойчивость группы к внешним воздействиям. Обосновано, что объектом угрозы выступает рой БПЛА малого класса, сочетающий малогабаритность, высокоманевренные режимы полета и применение композитных материалов, что существенно затрудняет его обнаружение и поражение.

Предложена архитектура эшелонированной системы противодействия, включающая три последовательных рубежа: средства ПВО (ЗРК), БПЛА-перехватчики и комплекс ЭМИ. Показано, что средства РЭП целесообразно рассматривать как вспомогательный элемент третьего рубежа, поскольку их эффективность против автономно действующего роя ограничена нарушением межбортового информационного обмена.

Разработана вероятностная модель оценки эффективности системы противодействия, основанная на совместном применении марковского описания процессов и теории массового обслуживания. Модель учитывает интенсивность потока целей, время цикла противодействия, пространственную плотность роя и конечную пропускную способность средств поражения. Получены аналитические выражения для расчета вероятности поражения на каждом из трех рубежей, позволяющие обосновывать рациональный состав и параметры эшелонированной системы противодействия. Предложенный научно-методический аппарат может быть использован для оценки эффективности перспективных систем противодействия групповому применению БПЛА.

Библиографический список

1. Аблец, А. А. Опыт создания роя БПЛА в вооруженных силах иностранных государств / А. А. Аблец, А. Н. Стребков, Е. В. Завгородняя // Военная мысль. – 2022. – № 6. – С. 137–146.

2. Ананьев, А. В. Модель действий разведывательно-ударных групп беспилотных летательных аппаратов малого класса самолетного типа при поражении тактических истребителей противовоздушной обороны на открытых стоянках аэродромных участков дорог /

А. В. Ананьев, А. Г. Рыбалко // Воздушно-космические силы. Теория и практика. – 2019. – № 11. – С. 58–68.

3. Бойко, А. М. Ключевые особенности алгоритмов формирования роя автономных беспилотных летательных аппаратов (БЛА) в условиях отсутствия ГНСС и устойчивой радиосвязи / А. М. Бойко, Р. А. Гиргидов // Робототехника и техническая кибернетика. – 2022. – Т. 10, № 1. – С. 25–31.

4. Бойко, А. М. Обеспечение пространственной устойчивости роя автономных беспилотных летательных аппаратов / А. М. Бойко, Р. А. Гиргидов // Робототехника и техническая кибернетика. – 2021. – Т. 9, № 2. – С. 85–90.

5. Буренок, В. М. Формирование новых взглядов на применение беспилотных летательных аппаратов на основе анализа опыта специальной военной операции // Вооружение и экономика. – 2024. –№ 1(67). – С. 5–8.

6. Вентцель, Е. С. Введение в исследование операций. – Москва: Советское радио, 1964. – 390 с.

7. Галаев, В. Ю. Модель подсистемы обнаружения роя БПЛА на основе применения теории свидетельств Демпстера-Шейфера для многосенсорной интеграции данных // Экстремальная робототехника. – 2025. – № 1 (36). – С. 313–318.

8. Замятин, П. А. Системы управления беспилотными летательными аппаратами // Инновационная наука. – 2020. – № 4. – С. 37–42.

9. Иванов, Д. Я. Методы роевого интеллекта для управления группами малоразмерных беспилотных летательных аппаратов // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 3 (116). – С. 221–229.

10. Информационно-аналитический обзор «Вооруженные силы и национальная гвардия Украины». Федеральная служба войск национальной гвардии Российской Федерации, Департамент техники и научно-исследовательской деятельности. – Москва, 2022. – 51 с.

11. Комплексная защита объектов инфраструктуры страны от атак беспилотных летательных аппаратов. Методический подход к обоснованию комплексной системы защиты / В. М. Буренок, Р. А. Дурнев, А. В. Грудзинский, А. С. Кудряшов // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. – 2026. – № 2 (142). – С. 19–25.

12. Комплексная защита объектов инфраструктуры страны от атак беспилотных летательных аппаратов: суть и состояние проблемы / В. М. Буренок, Р. А. Дурнев, А. В. Груздинский, А. С. Кудряшов // Вооружение и экономика. – 2026. – № 1 (75). – С. 5–10.

13. Логунова, Е. А. Стратегии управления группой беспилотных летательных аппаратов // СМиС-2025. Технологии управления качеством: материалы Международной научно-технической конференции, Москва, 21–24 мая 2025 года. – Москва: Московский политехнический университет, 2025. – С. 496–499.

14. Макаренко, С. И. Анализ средств и способов противодействия беспилотным летательным аппаратам. Часть 1. Беспилотный летательный аппарат как объект обнаружения и поражения / С. И. Макаренко, А. В. Тимошенко, А. С. Васильченко // Системы управления, связи и безопасности. – 2020. – № 1. – С. 109–146.

15. Макаренко, С. И. Противодействие беспилотным летательным аппаратам. – Санкт-Петербург: Наукоемкие технологии, 2020. – 204 с.

16. Морареску, А. Л. Методический подход к оценке эффективности способов совместного применения сил и средств радиоэлектронной борьбы и противовоздушной обороны / А. Л. Морареску, Д. Ю. Прохоров, Н. Г. Солоха // Военная мысль. – 2017. – № 10. – С. 36–43.

17. Патент № 2849094 C1 Российская Федерация, МПК F41H 11/02, G01S 13/86, G01S 3/80. Система противодействия группам малых беспилотных летательных аппаратов : заявл. 13.03.2025 : опубл. 22.10.2025 / И. М. Шмелев, В. Ю. Галаев, М. С. Андрющенко [и др.]; заявитель Военная ордена Жукова академия войск национальной гвардии Российской Федерации.

18. Противодействие группам беспилотных летательных аппаратов, управляемых методом роевого интеллекта / М. С. Андрющенко, В. Ю. Галаев, С. А. Сахнов, С. Н. Терешин // Робототехника и техническая кибернетика. – 2025. – Т. 13, № 2. – С. 91–97.

19. Саакян, А. К. Централизованное и децентрализованное управление роботами / А. К. Саакян // Молодая мысль: наука, технологии, инновации : материалы XII (XVIII) Всероссийской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Братск, 13–17 апреля 2020 года. – Братск: Братский государственный университет, 2020. – С. 285–289.

20. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023621248 Российская Федерация. Беспилотные летательные аппараты отечественного и зарубежного производства, представляющие угрозу для объектов, охраняемых (сопровождаемых) войсками национальной гвардии Российской Федерации : № 2023620959 : заявл. 10.04.2023 : опубл. 18.04.2023 / С. А. Сахнов, М. С. Андрющенко, А. М. Голик [и др.]; заявитель Санкт-Петербургский военный ордена Жукова институт войск национальной гвардии Российской Федерации.

21. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2025620679 Российская Федерация. Классификатор методов противодействия БПЛА : заявл. 04.02.2025 : опубл. 10.02.2025 / И. М. Шмелев, С. Н. Терешин, М. С. Андрющенко, В. Ю. Галаев ; заявитель Военная ордена Жукова академия войск национальной гвардии Российской Федерации.

22. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025681449 Российская Федерация. Модель оценки эффективности системы противодействия рою беспилотных летательных аппаратов при обеспечении безопасности важных государственных объектов: заявл. 15.05.2025 : опубл. 14.08.2025 / В. Ю. Галаев; заявитель Военная ордена Жукова академия войск национальной гвардии Российской Федерации.

Контактная информация:
Галаев Вадим Юрьевич – vadim.galaev.92@mail.ru; SPIN-код: 4492-6777; AuthorID: 1287603

References

1. Ablets, A. A. Experience in creating a UAV swarm in the armed forces of foreign states / A. A. Ablets, A. N. Strebkov, E. V. Zavgorodnyaya // Military Thought. – 2022. – No. 6. – Pp. 137–146.

2. Ananyev, A. V. Model of the actions of reconnaissance and strike groups of small-class aircraft-type unmanned aerial vehicles in the defeat of tactical air defence fighters at open airfield parking areas / A. V. Ananyev, A. G. Rybalko // Aerospace Forces. Theory and Practice. – 2019. – No. 11. – Pp. 58–68.

3. Boyko, A. M. Key features of algorithms for forming a swarm of autonomous unmanned aerial vehicles (UAVs) in the absence of GNSS and stable radio communication / A. M. Boyko, R. A. Girgidov // Robotics and Technical Cybernetics. – 2022. – Vol. 10, No. 1. – Pp. 25–31.

4. Boyko, A. M. Ensuring Spatial Stability of a Swarm of Autonomous Unmanned Aerial Vehicles / A. M. Boyko, R. A. Girgidov // Robotics and Technical Cybernetics. – 2021. – Vol. 9, No. 2. – Pp. 85–90.

5. Burenok, V. M. Forming New Perspectives on the Use of Unmanned Aerial Vehicles Based on an Analysis of the Experience of a Special Military Operation // Armament and Economics. – 2024. – No. 1(67). – Pp. 5–8.

6. Ventzel, E. S. Introduction to Operations Research. – Moscow: Sovetskoe Radio, 1964. – 390 p.

7. Galaev, V. Yu. Model of a UAV swarm detection subsystem based on the application of the Dempster–Shafer theory of evidence for multisensor data integration // Extreme Robotics. – 2025. – No. 1 (36). – Pp. 313–318.

8. Zamyatin, P. A. Unmanned Aerial Vehicle Control Systems // Innovative Science. – 2020. – No. 4. – Pp. 37–42.

9. Ivanov, D. Ya. Methods of swarm intelligence for controlling groups of small-sized unmanned aerial vehicles // Izvestiya SFU. Technical Sciences. – 2011. – No. 3 (116). – Pp. 221–229.

10. Information and analytical review «Armed Forces and National Guard of Ukraine». Federal Service of the National Guard Troops of the Russian Federation, Department of Technology and Research Activities. – Moscow, 2022. – 51 p.

11. Comprehensive protection of the country's infrastructure facilities against attacks by unmanned aerial vehicles. A methodological approach to substantiating an integrated protection system / V. M. Burenok, R. A. Durnev, A. V. Grudzinsky, A. S. Kudryashov // Proceedings of the Russian Academy of Rocket and Artillery Sciences. – 2026. – № 2 (142). – Pp. 19–25.

12. Comprehensive protection of the country's infrastructure from attacks by unmanned aerial vehicles: the essence and state of the problem / V. M. Burenok, R. A. Durnev, A. V. Gruzdinsky, A. S. Kudryashov // Armament and Economics. – 2026. – No. 1 (75). – Pp. 5–10.

13. Logunova, E. A. Strategies for managing a group of unmanned aerial vehicles // SMiS-2025. Quality Management Technologies: Proceedings of the International Scientific and Technical Conference, Moscow, May 21–24, 2025. – Moscow: Moscow Polytechnic University, 2025. – Pp. 496–499.

14. Makarenko, S. I. Analysis of means and methods of countering unmanned aerial vehicles. Part 1. Unmanned aerial vehicle as an object of detection and destruction / S. I. Makarenko, A. V. Timoshenko, A. S. Vasilchenko // Systems of Control, Communication and Security. – 2020. – No. 1. – Pp. 109–146.

15. Makarenko, S. I. Countering Unmanned Aerial Vehicles. – Saint Petersburg: Science-Intensive Technologies, 2020. – 204 p.

16. Moraresku, A. L. Methodological approach to assessing the effectiveness of methods for the joint use of forces and means of electronic warfare and air defense / A. L. Moraresku, D. Yu. Prokhorov, N. G. Solokha // Military Thought. – 2017. – No. 10. – Pp. 36–43.

17. Patent No. 2849094 C1 Russian Federation, IPC F41H 11/02, G01S 13/86, G01S 3/80. A system for countering groups of small unmanned aerial vehicles : application 13.03.2025 : published 22.10.2025 / I. M. Shmelev, V. Y. Galaev, M. S. Andryushchenko [et al.]; the applicant is the Military Order of Zhukov Academy of the National Guard Troops of the Russian Federation.

18. Countering groups of unmanned aerial vehicles controlled by the swarm intelligence method / M. S. Andryushchenko, V. Yu. Galaev, S. A. Sakhnov, S. N. Tereshin // Robotics and Technical Cybernetics. – 2025. – Vol. 13, No. 2. – Pp. 91–97.

19. Saakyan, A. K. Centralized and decentralized robot control / A. K. Saakyan // Young Thought: Science, Technology, Innovation: Proceedings of the XII (XVIII) All-Russian Scientific and Technical Conference of Students, Master's Students, Postgraduate Students and Young Scientists, Bratsk, April 13–17, 2020. – Bratsk: Bratsk State University, 2020. – Pp. 285–289.

20. Certificate of state registration of the database No. 2023621248, Russian Federation. Unmanned aerial vehicles of domestic and foreign manufacture that pose a threat to facilities protected (accompanied) by the troops of the National Guard of the Russian Federation: No. 2023620959: application filed on 10.04.2023: publication on 18.04.2023 / S. A. Sakhnov, M. S. Andryushchenko, A. M. Golik [et al.]; applicant: Saint Petersburg Military Order of Zhukov Institute of the National Guard Troops of the Russian Federation.

21. Certificate of state registration of the database No. 2025620679, Russian Federation. Classifier of UAV countermeasure methods: application date: 04.02.2025; publication date: 10.02.2025 / I. M. Shmelev, S. N. Tereshin, M. S. Andryushchenko, V. Yu. Galaev; applicant: Military Order of Zhukov Academy of the National Guard Troops of the Russian Federation.

22. Certificate of state registration of a computer program No. 2025681449, Russian Federation. Model for assessing the effectiveness of a system for countering drone swarms in ensuring the security of important state facilities: application filed on 15.05.2025; publication date: 14.08.2025 / V. Yu. Galaev; applicant: Military Academy of the National Guard Troops of the Russian Federation, Order of Zhukov.

Contact information:
Galaev Vadim Yuryevich – vadim.galaev.92@mail.ru; SPIN-code: 4492-6777; AuthorID: 1287603

Поступила в редакцию: 10.08.2026
Принята к публикации: 30.09.2026

УДК 69.05

https://elibrary.ru/fdynzm

FDYNZM

ЗАЩИТА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ КОНСЕРВАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОБЪЕКТОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ерофеев М. Н.[1], Габур С. П.[1], Лешаков И. А.[1], Дудурич Б. Б.[2]

[1]Институт машиноведения им. А. А. Благонравова Российской академии наук, Москва, Россия.
[2]Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулева, Санкт-Петербург, Россия.

В работе анализируются современные вызовы, связанные с обеспечением надежности и долговечности железобетонных конструкций при реализации мероприятий по консервации зданий и сооружений, включая объекты незавершенного строительства. Авторами рассмотрены методы защиты от коррозии, представлен анализ организационно-технических аспектов и способов консервации, обзор нормативной базы, современные подходы к обеспечению долговечности и надежности железобетонных конструкций, а также расчет физического износа и оценки возрастания стоимости восстановления зданий и сооружений.

Ключевые слова: защита; консервация; объекты незавершенного строительства; физический износ; стоимость восстановления.

Для цитирования: Ерофеев М. Н., Габур С. П., Лешаков И. А., Дудурич Б. Б. Защита железобетонных конструкций при консервации зданий и сооружений объектов промышленности / Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии Российской Федерации. Выпуск 6(26) (октябрь 2026). С. 73–81.

PROTECTION OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES CONSERVATION OF BUILDINGS AND STRUCTURES OF INDUSTRIAL FACILITIES

Erofeev M. N.[1], Gabur S. P.[1], Leshakov I. A.[1], Dudurich B. B.[2]

[1]A. A. Blagonravov Institute of Mechanical Engineering of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.
[2]Military Academy of Logistic Support named after General of the Army A. V. Khrulev, St. Petersburg, Russia.

The paper analyzes the current challenges related to ensuring the reliability and durability of reinforced concrete structures during the implementation of measures for the conservation of buildings and structures, including unfinished construction projects. The authors examine methods of corrosion protection, provide an analysis of organizational and technical aspects and methods of conservation, review the regulatory framework, and discuss modern approaches to ensuring the durability and reliability of reinforced concrete structures, as well as the calculation of physical deterioration and the assessment of the increasing cost of restoring buildings and structures.

Keywords: protection; conservation; unfinished construction sites; physical deterioration; and restoration costs.

Введение

В условиях экономической нестабильности проблема консервации объектов незавершенного строительства приобретает первостепенное значение. Замораживание строительных работ на неопределенный срок становится все более распространенным

явлением, что приводит к необходимости разработки эффективных стратегий консервации [1; 4; 10; 11]. Длительное воздействие неблагоприятных факторов окружающей среды, таких как атмосферные осадки, температурные перепады и агрессивные химические воздействия, оказывает деструктивное влияние на незащищенные железобетонные конструкции [14; 15]. Это не только приводит к преждевременному их разрушению, но и влечет за собой значительные финансовые потери, а также снижает уровень безопасности объектов [5; 13; 19; 25].

Согласно современным строительным нормам и стандартам, приостановка строительных работ на срок более шести месяцев требует незамедлительного проведения мероприятий по консервации [9; 21]. Игнорирование данного требования может привести к потере несущей способности конструкций и, как следствие, к аварийным ситуациям, представляющим угрозу для жизни и здоровья людей, а также окружающей среды [6; 24].

Таким образом, проблема консервации объектов незавершенного строительства является актуальной и требует комплексного подхода, включающего в себя как технические, так и экономические аспекты. Только при соблюдении всех необходимых мер можно обеспечить сохранность объектов и минимизировать риски, связанные с их эксплуатацией в условиях длительного простоя.

Целью данной статьи является систематизация современных подходов к защите железобетонных конструкций при консервации объектов строительства на основе методов защиты от коррозии.

Современные технологии защиты железобетонных конструкций

Защита ЖБ конструкций базируется на двух фундаментальных подходах – первичной и вторичной защите [7; 8; 17; 18].

Первичная защита направлена на повышение стойкости самого материала. Она достигается применением бетонов с повышенной коррозионной стойкостью, например, за счет добавления специальных химических компонентов (кремнийорганические жидкости, сульфатно-дрожжевые бражки и др.) [9; 22; 26].

Вторичная защита заключается в изоляции поверхности конструкций от окружающей агрессивной среды [2; 12]. Современные технологии включают использование следующих методов:

нанесение лакокрасочных и обмазочных покрытий из полиуретановых и эпоксидных составов, которые создают эластичную гидроизоляционную мембрану.

инъецирование или инъектирование в тело конструкции под давлением полимерных или минеральных составов, для эффективного заполнения пустот, герметизации трещин и восстановления монолитности, что предотвращает дальнейшее развитие дефектов.

применяется электрохимическая защита для предотвращения коррозии арматуры в условиях хлоридной агрессии, например, в мостовых сооружениях.

применение систем мониторинга, основанных на современных технологиях, позволяют проводить непрерывный контроль состояния конструкций с использованием датчиков, что дает возможность своевременно выявлять и устранять проблемы на ранней стадии.

Методика проведения мероприятий по консервации

Процесс консервации объекта капитального строительства представляет собой строго регламентированный комплекс мероприятий. В соответствии с Постановлением Правительства РФ № 802, работы по консервации включают следующие этапы:

1. Принятие решения: при приостановке строительства на срок более 6 месяцев застройщик обязан принять решение о консервации.
2. Инвентаризация: проводится совместная с подрядчиком инвентаризация для фиксации фактического состояния объекта и объема выполненных работ.
3. Разработка документации: создается техническая документация, включающая схемы, чертежи, ведомости конструкций и материалов.
4. Технические работы: непосредственные работы по консервации.

Для успешной консервации железобетонных конструкций также необходима подготовка поверхности, включающая очистку от загрязнений, расшивку трещин и грунтование для защиты арматуры от коррозии [0].

Организационно-технические аспекты и нормативная база

Правовую основу процесса составляет Градостроительный кодекс РФ и Постановление Правительства РФ от 30.05.2025 г. № 802 «Об утверждении Правил проведения консервации объекта капитального строительства», которое вступило в силу с 1 сентября 2025 года.

Ключевые организационные аспекты включают определение в решении о консервации ответственных лиц за сохранность объекта и оборудования, порядок финансирования необходимых работ по консервации, а также при необходимости работ по оценке технического состояния и безопасности конструкций. Для объектов государственной собственности установлен специальный порядок консервации и финансирования, для коммерческих объектов застройщик определяет финансирование самостоятельно [0]. Обследование технического состояния объекта должно проводиться в соответствии с ГОСТ 31937-2024. Требования к защите от коррозии регламентируются ГОСТ 31384-2017.

Процесс консервации строго регламентирован руководящими документами, для наглядности алгоритм консервации представлена в виде организационно-технической блок-схемы на рисунке 1. Данный алгоритм интегрирует требования Постановления Правительства РФ № 802 и практические рекомендации по разработке проекта консервации.

Однако решение о возобновлении строительства связано с техническим состоянием конструкций после консервации. Для количественной оценки утраты эксплуатационных свойств железобетонных конструкций применяются нормативные методики (например, ВСН 53-86(р)).

Важную роль играет так же оценка возрастания стоимости восстановления здания. Длительное нахождение конструкций в не законсервированном состоянии ведет к прогрессирующему износу и, как следствие, к удорожанию будущего ремонта [3; 16]. Стоимость восстановления может быть рассчитана с помощью следующей зависимости:

$$C_{\text{вост}} = C_{\text{в}} \times K_{\text{р}}, \quad (1)$$

где $C_{\text{вост}}$ – стоимость восстановления объекта на текущий момент (после периода простоя), руб.;

$C_{\text{в}}$ – восстановительная стоимость здания (на момент ввода или предыдущей оценки), руб.;

$K_{\text{р}}$ – комплексный коэффициент возрастания стоимости, учитывающий как накопленный износ, так и удорожание ресурсов.

Коэффициент $K_{\text{р}}$ в общем виде может быть представлен как:

$$K_{\text{р}} = \beta \times \gamma / \left(1 - {}^{F_{\text{к}}}/_{100}\right) \quad (2)$$

где $F_{\text{к}}$ – накопленный физический износ конструкций за период простоя (в %);

β – коэффициент индексации (инфляции), учитывающий рост цен на материалы и работы на момент расчета;

γ – коэффициент, отражающий технологическую сложность ремонта (например, усиление конструкций, разборка временных элементов).

Знаменатель $\left(1 - {}^{F_{\text{к}}}/_{100}\right)$ отражает остаточную стоимость конструкций, если износ 30 %, следовательно остаточная стоимость 70 %. Это показывает, что стоимость восстановления растет обратно пропорционально сохранности объекта. Дополнительное умножение на коэффициенты β и γ отражает экономические и технологические аспекты. Таким образом, своевременная консервация позволяет существенно снизить комплексный коэффициент возрастания стоимости и предотвратить неоправданный рост затрат при возобновлении строительства.



Рисунок 1 – Организационно-техническая блок-схема консервации объекта капитального строительства

Заключение

Эффективная консервация железобетонных конструкций – это неотъемлемое условие сохранности объектов на период приостановления строительства. Комплексный подход, сочетающий современные технологии вторичной защиты (полимерные покрытия, инъецирование) и строгое соблюдение организационно-правовых норм, позволяет минимизировать коррозионные процессы, сохранить несущую способность конструкций и обеспечить возможность успешного возобновления строительства в будущем, предотвращая экономический ущерб и техногенные риски.

В результате проведенного исследования установлено, что проблема защиты железобетонных конструкций на этапе консервации объектов является одной из ключевых в современной строительной отрасли, особенно в условиях экономической нестабильности. На основе системного анализа нормативно-правовой базы, современных технологических решений и методик оценки технического состояния показано, что эффективность сохранения несущей способности конструкций напрямую зависит от своевременности принятия управленческих решений и комплексности применяемых защитных мер.

Обосновано, что сочетание первичных и вторичных методов защиты позволяет минимизировать деградационные процессы в условиях длительного воздействия природных

факторов. Интеграция систем мониторинга в процесс консервации обеспечивает переход от реактивного к превентивному управлению состоянием конструкций, что соответствует современным требованиям надежности и безопасности.

Ключевым фактором, влияющим на технико-экономические показатели будущего восстановления, является не только физический износ конструкций, но и экономические коэффициенты (инфляционный и технологической сложности), учет которых позволяет объективно прогнозировать рост затрат при расконсервации.

Таким образом, предложенный в статье комплексный подход, включающий технологические, организационные и экономические аспекты, создает методологическую основу для повышения эффективности мероприятий по консервации и снижения техногенных рисков.

Библиографический список

1. Алешинцев, О. В. Организация, планирование и управление в строительстве / О. В. Алешинцев, А. Н. Бирюков, Н. Н. Бабушкин, Ю. А. Бирюков [и др.]. – Санкт-Петербург: Лань. – 2021. – 408 с.

2. Анализ способов усиления строительных конструкций объектов военной инфраструктуры / М. Н. Ерофеев, А. Н. Ключев, В. В. Петров, И. М. Таутиев, Л. А. Хочев // Инженерный вестник Дона. – 2020. – № 11 (71). – С. 347–354.

3. Бирюков, А. Н. Концепция восстановления и строительства объектов при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в системе обеспечения экономической безопасности страны // Вестник гражданских инженеров. – 2012. – № 4(33). – С. 123–129.

4. Бирюков, А. Н. Механизм предпочтения концепции восстановления и строительства объектов // Вестник Московского университета им. С. Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. – 2012. – № 2(2). – С. 26–32.

5. Бирюков, А. Н. Оценка реализации объектов незавершенного строительства военной инфраструктуры / А. Н. Бирюков, Д. В. Бирюков // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2016 году: сборник научных трудов РААСН / Российская академия архитектуры и строительных наук. – Москва: АСВ, 2017. – С. 115–124. – DOI 10.22337/9785432302212-2017-115-124.

6. Бирюков, А. Н. Проблема выбора эффективных способов реконструкции исторических зданий, эксплуатируемых организациями Санкт-Петербургского гарнизона / А. Н. Бирюков, Ю. И. Тилинин // Коммунально-эксплуатационное обеспечение военной инфраструктуры: горизонты будущего: сборник статей, Санкт-Петербург, 17 августа 2023 года. – Санкт-Петербург: Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева Министерства обороны Российской Федерации, 2023. – С. 144–148.

7. Бирюков, А. Н. Роль тепловой инерции в защите ограждающих конструкций от промерзания в сибирских регионах / А. Н. Бирюков, В. Н. Денисов, М. С. Шварц // Строительные и дорожные машины. – 2016. – № 3. – С. 45–49.

8. Бирюков, А. Н. Совершенствование эффективности организации реконструкции зданий / А. Н. Бирюков, А. П. Кузьменко, Г. А. Песчанский // Вестник гражданских инженеров. – 2006. – № 3 (8). – С. 70–76.

9. Бирюков, Д. В. Защита конструкций от увлажнения как приоритетное направление сохранности зданий и сооружений / Д. В. Бирюков, В. Н. Денисов, М. С. Шварц // Вестник гражданских инженеров. – 2017. – № 1 (60). – С. 127–134.

10. Бирюков, Д. В. Метод восстановления и реализации объектов незавершенного строительства военной инфраструктуры и временная их эксплуатация до получения разрешения на ввод // Коммунально-эксплуатационное обеспечение военной инфраструктуры: горизонты будущего: сборник статей, Санкт-Петербург, 17 августа 2023 года. – Санкт-Петербург: Военная академия материально-технического обеспечения

имени генерала армии А. В. Хрулева Министерства обороны Российской Федерации, 2023. – С. 227–233.

11. 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. Том Часть II. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2017. – С. 5–11.

12. Бирюков, Д. В. Устранение дефектов конструкций при возобновлении строительства / 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. Том Часть II. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2017. – С. 11–14.

13. 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.

14. Даутов, А. Р. Особенности проведения обследования зданий и сооружений по хранению взрывоопасных веществ / А. Р. Даутов, Б. Б. Дудурич // Современные направления развития технологии, организации и экономики строительства: сборник статей I Всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 21 апреля 2025 года. – Санкт-Петербург: Политех-Пресс, 2025. – С. 268–273.

15. Иванов, А. Н. Особенности выполнения работ по возведению зданий и сооружений на территории Донецкой народной Республики / А. Н. Иванов, Д. В. Иванов, Б. Б. Дудурич // Современные направления развития технологии, организации и экономики строительства: сборник статей межвузовской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 19 апреля 2024 года. – Санкт-Петербург: Политех-Пресс, 2024. – С. 205–211.

16. Иванов, А. Н. Ремонтно-восстановительные работы на объектах военной инфраструктуры при ликвидации последствий вооруженного конфликта / А. Н. Иванов, А. А. Пресняков, Н. А. Катюхин // Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2023. – № 4 (28). – С. 293–299.

17. Мендигали, А. Д. Технологии в предотвращении и борьбе с коррозией в железобетонных конструкциях // Вестник науки. – 2024. – Т. 2, № 4 (73). – С. 661–670.

18. Мялькин, В. А. Комплекс мероприятий по сохранению работоспособного состояния железобетонных конструкций объектов гидротехнического назначения / В. А. Мялькин, О. В. Сабуров, Б. Б. Дудурич // Современные направления развития технологии, организации и экономики строительства: Сборник статей межвузовской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 19 апреля 2024 года. – Санкт-Петербург: Политех-Пресс, 2024. – С. 246–252.

19. Особенности осмотра зданий и сооружений, получивших повреждения в ходе проведения специальной военной операции, с целью определения их технического состояния (степени повреждения) / П. В. Шок, П. А. Шаталова, Б. Б. Дудурич, А. Н. Иванов // Современные направления развития технологии, организации и экономики строительства: сборник статей межвузовской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 19 апреля 2024 года. – Санкт-Петербург: Политех-Пресс, 2024. – С. 95–104.

20. Пастухов, Д. Г. Основные методы борьбы с коррозией железобетонных конструкций // Молодой ученый. – 2025. – № 3(554). – С. 64–67.

21. Порядок проведения консервации объектов незавершенного строительства в Министерстве обороны РФ / Д. В. Бирюков, Ю. А. Бирюков, В. Н. Денисов, М. С. Шварц // Науковедение. – 2016. – Т. 8, № 6 (37). – С. 158.

22. Пресняков, А. А. Экономико-математическая модель оценки технико-экономических показателей производства работ по демонтажу монолитных железобетонных плит перекрытия зданий и сооружений при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций

техногенного характера / А. А. Пресняков, Б. Б. Дудурич, А. Н. Иванов // Современные направления развития технологии, организации и экономики строительства: сборник статей межвузовской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 19 апреля 2024 года. – Санкт-Петербург: Политех-Пресс, 2024. – С. 182–196.

23. Расчетное обоснование несущей способности обделки при раскрытии вспомогательных выработок в условиях локального замораживания породного массива / С. В. Коваль, Е. А. Пестрякова, А. А. Пискунов, Ф. Б. Киселев, М. Н. Ерофеев, А. Н. Сонин, А. С. Э. Бетербиев // Транспортные сооружения. – 2019. – Т. 6, № 3. – 29 с.

24. Руденко, А. А. Технико-экономические и организационные аспекты восстановления объектов военной инфраструктуры / А. А. Руденко, А. Н. Бирюков, Ю. А. Бирюков. – Санкт-Петербург, 2021.

25. Сабуров, О. В. Сравнительный анализ организационных и технологических подходов восстановления жилой инфраструктуры новых территорий / О. В. Сабуров, Д. Л. Наумов, Б. Б. Дудурич // Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2025. – № 2 (34). – С. 62–72.

26. Сарган, Д. Л. Анализ существующих способов, обеспечивающих защиту железобетонных конструкций емкостных сооружений водоснабжения и водоотведения / Д. Л. Сарган, Б. Б. Дудурич, А. Н. Иванов // Современные направления развития технологии, организации и экономики строительства: сборник статей межвузовской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 19 апреля 2024 года. – Санкт-Петербург: Политех-Пресс, 2024. – С. 212–222.

Контактная информация:
Ерофеев Михаил Николаевич – erofeevmn@imash.ru
Габур Сергей Павлович – sp-vp@yandex.ru
Лешаков Илья Анатольевич – iljap@yandex.ru
Дудурич Богдан Богданович – dudurich@mail.ru

References

1. Aleshintsev, O. V. Organization, planning and management in construction / O. V. Aleshintsev, A. N. Biryukov, N. N. Babushkin, Yu. A. Biryukov [et al.]. – St. Petersburg: Lan. – 2021. – 408 p.

2. Analysis of ways to strengthen building structures of military infrastructure facilities / M. N. Erofeev, A. N. Klyuchev, V. V. Petrov, I. M. Tautiev, L. A. Khochev // Engineering Bulletin of the Don. – 2020. – № 11 (71). – Pp. 347–354.

3. Biryukov, A. N. The concept of restoration and construction of facilities in response to the consequences of emergency situations in the country's economic security system // Bulletin of Civil Engineers. – 2012. – № 4(33). – Pp. 123–129.

4. Biryukov, A. N. The mechanism of preference for the concept of restoration and construction of facilities // Bulletin of the Moscow University named after S. Yu. Witte. Series 1: Economics and Management. – 2012. – No. 2(2). – Pp. 26–32.

5. Biryukov, A. N. Assessment of the implementation of unfinished military infrastructure facilities / A. N. Biryukov, D. V. Biryukov // Fundamental, exploratory and applied research of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences on the scientific support of the development of architecture, urban planning and the construction industry of the Russian Federation in 2016: collection of scientific papers of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences / Russian Academy of Architecture and Construction Sciences. – Moscow: ASV, 2017. – Pp. 115–124. – DOI 10.22337/9785432302212-2017-115-124.

6. Biryukov, A. N. The Problem of Choosing Effective Methods for the Reconstruction of Historical Buildings Used by Organizations of the St. Petersburg Garrison / A. N. Biryukov, Yu. I. Tininin // Communal and Operational Support of Military Infrastructure: Horizons of the Future: Collection of Articles, St. Petersburg, August 17, 2023. – St. Petersburg: Military Academy

of Material and Technical Support named after General of the Army A. V. Khrulev of the Ministry of Defense of the Russian Federation, 2023. – Pp. 144–148.

7. Biryukov, A. N. The Role of Thermal Inertia in Protecting Enclosing Structures from Freezing in Siberian Regions / A. N. Biryukov, V. N. Denisov, M. S. Schwartz // Construction and Road Machines. – 2016. – No. 3. – Pp. 45–49.

8. Biryukov, A. N. Improving the efficiency of organizing the reconstruction of buildings / A. N. Biryukov, A. P. Kuzmenko, G. A. Peschansky // Bulletin of Civil Engineers. – 2006. – No. 3 (8). – Pp. 70–76.

9. Biryukov, D. V. Protection of structures from moisture as a priority for the preservation of buildings and structures / D. V. Biryukov, V. N. Denisov, M. S. Schwartz // Bulletin of Civil Engineers. – 2017. – № 1 (60). – Pp. 127–134.

10. Biryukov, D. V. Method of restoration and implementation military infrastructure facilities under construction and their temporary operation until permission is granted for commissioning // Utility and operational support for military infrastructure: horizons of the future: collection of articles, St. Petersburg, August 17, 2023. – Saint Petersburg: Military Academy of Material and Technical Support named after General of the Army A. V. Khrulev of the Ministry of Defense of the Russian Federation, 2023. – Pp. 227–233.

11. Biryukov, D. V. Justification for Including Unfinished Construction Projects in Investment Activities / D. V. Biryukov, V. N. Denisov // Architecture – Construction – Transport: Proceedings of the 73rd Scientific Conference of Professors, Teachers, Researchers, Engineers, and Graduate Students of the University. In 3 parts, St. Petersburg, October 4–6, 2017. Volume Part II. – Saint Petersburg: Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, 2017. – Pp. 5–11.

12. Biryukov, D. V. Elimination of structural defects during the resumption of construction / D. V. Biryukov, V. N. Denisov // Architecture – Construction – Transport: Proceedings of the 73rd Scientific Conference of Professors, Teachers, Researchers, Engineers and Postgraduate Students of the University. In 3 parts, St. Petersburg, October 4–6, 2017. Volume Part II. – Saint Petersburg: Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, 2017. – Pp. 11–14.

13. Biryukov, D. V. Assessment of the effectiveness of restoring unfinished military infrastructure facilities / D. V. Biryukov, Yu. N. Kazakov // Current Problems of Military Scientific Research. – 2024. – No. 2 (30). – Pp. 79–85.

14. Dautov, A. R. Features of conducting an inspection of buildings and structures for storing explosive substances / A. R. Dautov, B. B. Dudurich // Modern Directions in the Development of Technology, Organization, and Economics of Construction: Collection of articles of the I All-Russian Scientific and Practical Conference, St. Petersburg, April 21, 2025. – St. Petersburg: Politekh-Press, 2025. – Pp. 268–273.

15. Ivanov, A. N. Features of carrying out work on the construction of buildings and structures on the territory of the Donetsk People's Republic / A. N. Ivanov, D. V. Ivanov, B. B. Dudurich // Modern trends in the development of technology, organization and economics of construction: a collection of articles from the inter-university scientific and practical conference, St. Petersburg, April 19, 2024. – St. Petersburg: Polytech-Press, 2024. – Pp. 205–211.

16. Ivanov, A. N. Repair and restoration work on military infrastructure facilities during the elimination of the consequences of an armed conflict / A. N. Ivanov, A. A. Presnyakov, N. A. Katyukhin // Current Problems of Military Scientific Research. – 2023. – No. 4 (28). – Pp. 293–299.

17. Mendigali, A. D. Technologies in preventing and combating corrosion in reinforced concrete structures // Vestnik nauki. – 2024. – Vol. 2, No. 4 (73). – Pp. 661–670.

18. Myalkin, V. A. A set of measures to maintain the serviceable condition of reinforced concrete structures of hydraulic engineering facilities / V. A. Myalkin, O. V. Saburov, B. B. Dudurich // Modern trends in the development of technology, organization and economics of construction: Collection of articles of the interuniversity scientific and practical conference, St. Petersburg, April 19, 2024. – St. Petersburg: Politekh-Press, 2024. – Pp. 246–252.

19. Features of inspecting buildings and structures that have sustained damage during a special military operation, with the aim of determining their technical condition (degree of damage) / P. V. Shok, P. A. Shatalova, B. B. Dudurich, A. N. Ivanov // Modern trends in the development of technology, organization, and economics of construction: a collection of articles from an inter-university scientific and practical conference, St. Petersburg, April 19, 2024. – Saint Petersburg: Polytech-Press, 2024. – Pp. 95–104.

20. Pastukhov, D. G. Main methods of combating corrosion of reinforced concrete structures // Young Scientist. – 2025. – No. 3(554). – Pp. 64–67.

21. Procedure for the conservation of unfinished construction projects in the Ministry of Defense of the Russian Federation / D. V. Biryukov, Yu. A. Biryukov, V. N. Denisov, M. S. Schwartz // Science Studies. – 2016. – Vol. 8, No. 6 (37). – P. 158.

22. Presnyakov, A. A. Economic and mathematical model for assessing the technical and economic indicators of work on the dismantling of monolithic reinforced concrete floor slabs of buildings and structures during the elimination of the consequences of man-made emergencies / A. A. Presnyakov, B. B. Dudurich, A. N. Ivanov // Modern trends in the development of technology, organization and economics of construction: collection of articles of the interuniversity scientific and practical conference, Saint Petersburg, April 19, 2024. – Saint Petersburg: Polytech-Press, 2024. – Pp. 182–196.

23. Calculation-based justification of the load-bearing capacity of the lining when opening auxiliary workings under conditions of local freezing of the rock mass / S. V. Koval, E. A. Pestryakova, A. A. Piskunov, F. B. Kiselev, M. N. Erofeev, A. N. Sonin, A. S. E. Beterbiev // Transport Facilities. – 2019. – Vol. 6, No. 3. – 29 p.

24. Rudenko, A. A. Technical, economic and organizational aspects of restoring military infrastructure facilities / A. A. Rudenko, A. N. Biryukov, Yu. A. Biryukov. – Saint Petersburg, 2021.

25. Saburov, O. V. Comparative analysis of organizational and technological approaches to the restoration of residential infrastructure in new territories / O. V. Saburov, D. L. Naumov, B. B. Dudurich // Actual problems of military scientific research. – 2025. – No. 2 (34). – Pp. 62–72.

26. Sargan, D. L. Analysis of existing methods that ensure the protection of reinforced concrete structures in water supply and wastewater systems / D. L. Sargan, B. B. Dudurich, A. N. Ivanov // Modern trends in the development of technology, organization, and economics of construction: a collection of articles from the interuniversity scientific and practical conference, St. Petersburg, April 19, 2024. – St. Petersburg: Politekh-Press, 2024. – Pp. 212–222.

Contact information:
Erofeev Mikhail Nikolaevich – erofeevmn@imash.ru
Gabur Sergey Pavlovich – sp-vp@yandex.ru
Leshakov Ilya Anatolyevich – iljap@yandex.ru
Dudurich Bogdan Bogdanovich – dudurich@mail.ru

Поступила в редакцию: 02.07.2026
Принята к публикации: 30.09.2026

УДК 623.746

https://elibrary.ru/dtfxdu

DTFXDU

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЙСК БЕСПИЛОТНЫХ СИСТЕМ В СОВРЕМЕННЫХ ВОЕННЫХ КОНФЛИКТАХ С УЧЕТОМ ОПЫТА СПЕЦИАЛЬНОЙ ВОЕННОЙ ОПЕРАЦИИ

Зайцев В. А.[1], Скакун А. С.[1], Чурыбкин Н. Н.[1]

[1]Главный научно-исследовательский испытательный межвидовой центр перспективного вооружения, Москва, Россия.

«Грядущая война будет войной машин, а не людей – вопрос лишь в том, кто сможет сделать эти машины дешевле и умнее».
Дж. Ф.Ч. Фуллер – историк военной теории

Статья посвящена анализу перспективных направлений применения беспилотных систем в современных вооруженных конфликтах на основе опыта специальной военной операции. В отличие от работ, фокусирующихся на институциональных аспектах формирования войск беспилотных систем, настоящее исследование концентрируется на эволюции тактико-технических методов применения беспилотных систем во всех физических средах: воздушной, наземной и морской. В статье рассматриваются перспективы внедрения искусственного интеллекта, оптоволоконных технологий, роевого интеллекта, а также анализируется трансформация морского боевого пространства под влиянием надводных и подводных беспилотных аппаратов. Делается вывод о переходе от концепции «войны дронов» к полноценной роботизации всех сфер вооруженной борьбы.

Ключевые слова: беспилотные системы; специальная военная операция; FPV-дроны; искусственный интеллект; наземные робототехнические комплексы; морские беспилотные аппараты; безэкипажные катера; подводные необитаемые аппараты; роевой интеллект; оптоволоконное управление.

Для цитирования: Зайцев В. А., Скакун А. С., Чурыбкин Н. Н. Перспективы применения войск беспилотных систем в современных военных конфликтах с учетом опыта специальной военной операции / Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии Российской Федерации. Выпуск 6(26) (октябрь 2026). С. 82–91.

FUTURE OF USAGE OF UNMANNED SYSTEMS IN MODERN MILITARY CONFLICTS USING THE EXPERIENCE OF THE SPECIAL MILITARY OPERATION

Zaitsev V. A.[1], Skakun A. S.[1], Churybkin N. N.[1]

[1]Main Scientific Research Testing Interspecific Center for Advanced Weapons, Moscow, Russia.

«The coming war will be a war of machines, not men, the only question is – who can make these machines cheaper and smarter».
J.F.C. Fuller, military historian

This article analyzes the promising applications of unmanned systems in modern armed conflicts using the experience of the special military operation. Most of the studies are focused on the institutional aspects of unmanned systems troop formations, but this article focuses on the evolution of tactical and technical methods of using unmanned systems in all physical environments: air, land, and sea. The article examines the future of implementing the artificial intelligence (AI), fiber optics technologies, and the swarm intelligence. It also analyzes the transformation of the maritime combat space under the influence of surface and underwater unmanned vehicles. The conclusion is that the concept of drone warfare is moving toward the full-fledged robotization of all spheres of armed conflict.

Keywords: unmanned systems; special military operation; FPV drones; artificial intelligence; ground robotic systems; marine unmanned vehicles; underwater unmanned vehicles; swarm intelligence; fiber optic control.

Введение

Специальная военная операция, продолжающаяся с 2022 года, стала полигоном для беспрецедентного по масштабам применения беспилотных систем (далее – БпС). Как отмечают исследователи, к настоящему времени технологии беспилотных систем развились и применяются во всех физических средах: в воздухе, на земле и в воде [14; 15] (рисунок 1). Если на начальном этапе конфликта основными функциями беспилотных летательных аппаратов (далее – БпЛА) были тактическая разведка и корректирование огня, то к 2026 году БпС превратились в один из основных инструментов поражения, взяв на себя до половины уничтоженных целей противника [3; 5; 12].

Однако анализ перспектив применения БпС зачастую страдает двумя ограничениями. Во-первых, исследователи концентрируются преимущественно на воздушных БпС, оставляя в тени наземные и, особенно, морские платформы. Во-вторых, акцент смещается на организационные вопросы (создание войск БпС) в ущерб собственно тактико-техническим аспектам их применения [7]. Настоящая статья призвана восполнить этот пробел, представив мультисредовой анализ развития и перспектив применения войск БпС.

Наиболее значимой тактической инновацией применения БпЛА, как составной части войск БпС, последнего периода стал применяться способ «свободной охоты» – автономное (или полуавтономное) патрулирование операторами FPV-дронов заданных районов с целью обнаружения и немедленного поражения любых движущихся или статичных целей противника [6].

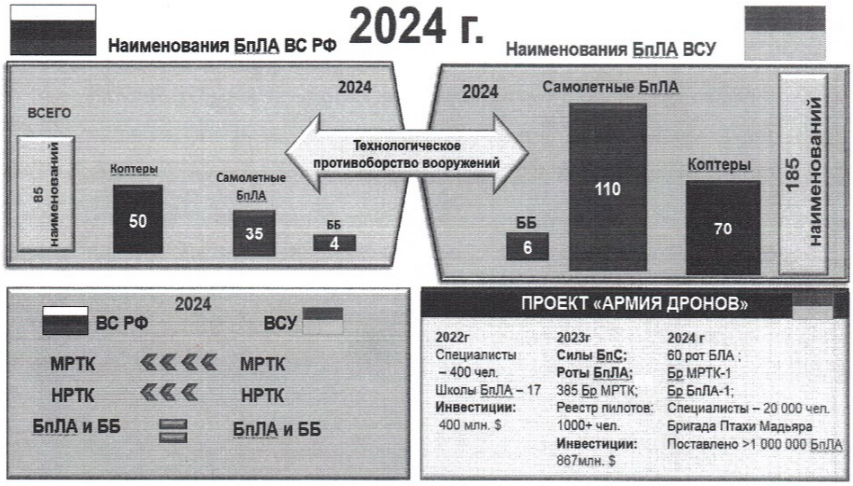


Рисунок 1 – Применение сторонами конфликта в СВО беспилотных средств на конец 2024 г.

Главным вызовом для воздушных БпС стало тотальное насыщение поля боя средствами радиоэлектронной борьбы (далее – РЭБ), сделав традиционные радиоканалы управления ненадежными. Ответом на это стало массовое внедрение FPV-дронов с управлением по оптоволоконному кабелю. Такие аппараты не излучают электромагнитных волн, что делает их абсолютно невосприимчивыми к любым средствам РЭБ, превращаясь

в высокоточное оружие тактического звена, аналогичное управляемым ракетам, но на порядок дешевле. Данный метод, продемонстрировавший высокую эффективность при срыве ротации подразделений противника, будет масштабироваться за счет увеличения дальности применения. Поставки реактивных БпЛА и дронов с оптоволоконным управлением, способных действовать на глубине до 100 км и более от линии боевого соприкосновения, позволяют войскам БпС перенести «свободную охоту» в оперативный тыл противника [6].

Следующим этапом развития воздушных БпС является внедрение систем технического зрения и автономного наведения. При этом ключевой перспективой будет не полная автономность, а ограниченный ИИ для конечного наведения, позволяющий дрону самостоятельно захватывать и сопровождать цель после потери связи с оператором [8]. При этом противник уже активно применяет аналогичные технологии. Так, использование ВСУ американских БпЛА «Хорнет» (дальность до 200 км, автономное пикирование) демонстрирует, что будущее за дешевыми «ИИ-снарядами». Поэтому параллельно ведется разработка технологий роевого интеллекта, что позволит сократить число операторов, распределить цели и оптимизировать траектории атаки БпЛА на конечном этапе без участия человека.

Масштабирование применения БпЛА войсками и расширение перечня выполняемых задач уже оказывают существенное влияние на характер и содержание военных действий на тактическом и оперативном уровнях, что подтверждается ходом боевых действий сторон в СВО на территории Донбасса и Украины. Особое влияние на ведение боевых действий в условиях ограниченного применения сторонами авиации оказывает применение барражирующих боеприпасов (далее – ББ) и БпЛА-камикадзе, как отдельного вида воздушной робототехники.

Тенденции развития БпЛА, динамика роста оснащения Вооруженных Сил воздушными беспилотными средствами и системами, их технологическое совершенствование и строительство нового рода войск – войск БпС, позволяют сделать вывод, что роль БпЛА в боевых действиях и операциях будет неуклонно возрастать, а результаты применения наземных войск будут определяться исходя из условий завоевания господства в «нижнем небе» и в воздухе в целом.

Таким образом, одним из перспективных направлений применения войск БпС является дальнейшее увеличение дальности действия оптоволоконных систем (существующие катушки до 65 км), их интеграция с разведывательными БпЛА для обеспечения целеуказания, а также консолидация БпС с пилотируемой авиацией: уничтожение ББ типа «Ланцет» радиолокационных станций (например, TRML-4D в составе ЗРК IRIS-T) на глубине более 100 км создает брешь в системе ПВО противника, чем немедленно пользуются штурмовики [3; 4]. В результате, войска БпС обеспечивают повышение долевого участия в огневом поражении противника (таблица 1) на всех уровнях: от тактического (уничтожение пехоты и бронетехники) до оперативного («ослепление» ПВО, срыв логистики).

Таблица 1 – Динамика изменения долей средств в огневом поражении противника по опыту СВО

Средства поражения	**Доля в огневом поражении противника по годам, %**			
	2022	**2023**	**2024**	**2025–2026**
Артиллерия и РСЗО	90–95	85–90	75–80	70–75
Беспилотные системы (БпЛА и ББ)	< 1–2	5–10	15–20	20–25
Ударная авиация (ВКС)	2–3	3–5	5–8	8–10
Остальные средства (танки и ПТРК)	~ 3	~ 2	~ 2	~ 2

Перспективы применения войск БпС не ограничиваются воздушным пространством. Динамика применения наземной военной робототехники в военных конфликтах пока не имеет такой революционный характер, как применение БпЛА. Вместе с тем, можно отметить резкий рост предпочтения использования специальной наземной робототехники, предназначенной в основном для ведения наблюдения и разведки, разминирования отдельных объектов и местности, а также решения логистических задач.

Опыт СВО демонстрирует острую необходимость роботизации наземных операций. Однако имеющиеся проблемы технологического и правового характера сдерживают процесс внедрения в войска этого вида робототехники. Другим, немаловажным фактором сдерживания является низкая информированность командования о возможностях и преимуществах применения подобных средств при выполнении отдельных задач. Вместе с тем, по данным из открытых источников, в ходе СВО операторами БпЛА уничтожено свыше 1000 наземных робототехнических комплексов (далее – НРТК) противника. Сам факт массового применения НРТК противником (для подвоза боеприпасов, эвакуации, минирования) указывает на настоятельную потребность в развитии этого направления и в российских Вооруженных Силах. Наиболее востребованным типом наземных БпС являются транспортные платформы для доставки боеприпасов, воды и продовольствия подразделениям, действующим на линии боевого соприкосновения («доставка на последней миле»), а также для эвакуации раненых с поля боя [3; 10]. Особенно важно это в так называемых «серых зонах», образовавшихся на направлениях, где противник овладел господством в «нижнем небе». В перспективе именно наземные роботы должны взять на себя самые опасные функции, способных действовать в условиях активного радиоэлектронного подавления и пересеченной местности. Следующий этап – развитие наземных ударных роботизированных платформ, способных поддерживать штурмовые группы огнем. Среди имеющихся полезных и готовых к применению войсками НРТК можно выделить роботизированные транспортные платформы, турельные робототехнические устройства и, разработанные еще в середине 90-х годов дистанционно-управляемые универсальные огневые сооружения типа «Горчак». Уже в настоящее время испытываются опытные образцы, однако, как отмечают эксперты, ключевой проблемой является не столько создание платформы, сколько интеграция ее в общевойсковую систему управления и обеспечение каналов связи, защищенных от РЭБ [17].

В долгосрочной перспективе можно ожидать, что РТК будут способны вести локальные роботизированные тактические бои, прорывать оборону противника, совершать рейдовые действия в его ближайшей оперативной глубине. В качестве одной из основных перспективных форм группового применения РТК рассматривается интегрированная операция роботизированных средств (далее – РТС). Создание полностью автономных роботизированных систем позволит реализовать новые формы применения Вооруженных Сил, например, многосферную наступательную (оборонительную) операцию беспилотных средств. В качестве одной из основных форм группового применения РТК рассматривается интегрированная операция РТС.

Учитывая изложенное, к перспективам применения НРТК также можно отнести:

расширение спектра задач РТК от преимущественно разведывательных к решению разведывательно-ударных. Кроме того, ожидается наращивание возможностей группового применения РТК в оперативно-стратегических целях;

замена крупных, сложных и дорогостоящих ВВТ большим количеством малоразмерных и относительно дешевых РТК, объединяемых в «рой/стаю». В перспективе это позволит компенсировать численное превосходство вооруженных сил противника;

формирование единого информационно-коммуникационного пространства, объединяющего в первую очередь РТС в единую сетевую разведывательно-ударную систему, способную функционировать в масштабе времени, близком к реальному. РТК отводится значительная роль в создании сетецентрической системы боевого управления Вооруженных Сил;

совместные действия автономных роботизированных систем различных типов с обычными ВВТ – важнейшее направление развития способов применения РТК;

улучшение технических характеристик НРТК (степени автономности, энерговооруженности, длительности и дальности их функционирования, скрытности действий и пр.), достаточных для решения всего спектра задач при сокращении сроков их принятия на вооружение. В РТК планируется внедрять нано-, био-, информационные и когнитивные технологии, сенсоры и системы ИИ, обеспечивающие эффективность их действий при самостоятельном и групповом применении [1; 4].

В миротворческих, контртеррористических и других специальных военных операциях, НРТК планируется применять для ведения разведки противника и местности, охраны и обороны военных и государственных объектов, охраны государственной границы Российской Федерации, борьбы с ДРГ и незаконными вооруженными формированиями, ликвидации последствий их деятельности и решения других задач.

Анализ открытых источников показывает, что морские БпС (как надводные, так и подводные) – одно из наиболее динамично развивающихся, но одновременно и наименее освещаемых направлений. Опыт применения безэкипажных катеров (далее – БЭК) в Черноморском бассейне кардинально изменил представления о морском боевом пространстве, малоразмерные, дешевые (в сравнении с кораблями) БЭКи, оснащенные взрывчатым веществом, способны эффективно поражать крупные надводные цели [9; 19; 20]. Как отмечается в западных аналитических докладах, использование украинскими силами катеров типа «Sea Baby» и «Magura V5» привело к подтвержденным ударам по 22 российским военным кораблям, двум танкерам и объектам критической инфраструктуры [19].

С учетом опыта СВО к ключевым перспективам развития и применения надводных БпС можно отнести следующие направления: увеличение автономности и дальности применения: современные разработки направлены на создание БЭК, способных действовать на удалении сотен километров от точки запуска, с использованием спутниковых каналов связи [20]; применение роевых технологий: наиболее эффективным, по мнению экспертов [19; 20], станет развертывание морских роев дронов, способных перегружать системы ПВО корабельных группировок атаками с нескольких направлений одновременно; интеграция с другими средами: взаимодействие надводных дронов с воздушными БпЛА (разведка и целеуказание) и подводными аппаратами [19] также можно считать перспективным направлением.

Вместе с тем подводная война меняет свои очертания – к подводным обитаемым платформам добавляются необитаемые. Рассматривая подводные БпС к перспективным направлениям их применения можно отнести следующее: разведка и противоминные действия – необитаемые подводные аппараты уже сегодня выполняют задачи по обследованию корпусов кораблей, поиску мин и гидрографической разведке; ударные функции – создание подводных дронов-камикадзе, способных скрытно подходить к целям (военным кораблям, портовой инфраструктуре) и наносить удары [9]; интеграция с подводными лодками пятого поколения. Лодки пятого поколения должны иметь возможность применять беспилотники, отличаться высокой скрытностью и быть способными дезориентировать различные средства противника. Это предполагает создание подводных платформ-носителей, способных запускать и принимать необитаемые аппараты, обмениваться с ними данными и использовать их ресурсы для решения своих задач.

Однако не стоит забывать, что эффективность применения БпС напрямую зависит от качества подготовки специалистов (расчетов, операторов) и состояния логистической инфраструктуры. Как показал опыт СВО, подготовка оператора FPV-дрона занимает 2–3 недели, а для работы с ИИ-системами, стратегическими БпЛА и морскими аппаратами требуется более глубокая подготовка [16]. Поэтому чтобы поддерживать высокий уровень боеспособности своих Вооруженных Сил в условиях быстро меняющегося характера вооруженной борьбы необходимо создание комплексной, многоуровневой и эффективной системы подготовки высококвалифицированных военных специалистов по применению (эксплуатации) БпС с учетом потребности войск.

Таким образом, самостоятельная интегрированная операция предусматривает комплексное применение многосферных БпС (рисунок 2) и будет являться первым этапом любой стратегической операции на театре военных действий с целью завоевания превосходства над противником и обеспечения ввода в сражение основных группировок войск (сил).



Рисунок 2 – Боевое пространство будущего (принципиальная схема)

Исходя из перспектив применения БпС в современных военных конфликтах определены три основных вектора их развития:

мультисредовой характер – БпС проникают во все сферы вооруженной борьбы – воздушную, наземную, морскую (надводную и подводную). При этом наиболее динамично развивающимся, но и наименее исследованным направлением являются морские БпС, способные трансформировать баланс сил на море;

технологическая эволюция – ключевыми трендами являются внедрение ИИ для конечного наведения и роевого интеллекта, оптоволоконных технологий для преодоления РЭБ, а также создание гибридных систем, интегрирующих разные среды;

адаптация инфраструктуры – эффективность применения БпС зависит не только от совершенства платформ, но и от системы подготовки кадров, стандартизации компонентов [2; 13], логистики и управления воздушным/морским пространством.

Преимущество в будущих конфликтах получит сторона, способная не только производить БпС в достаточном количестве, но и интегрировать их в единую сетецентрическую систему управления [11; 18], обеспечивающую взаимодействие воздушных, наземных и морских компонентов при минимальном участии человека.

Библиографический список

1. Андрющенко, М. С. Направления совершенствования защиты бронетанковой техники от беспилотных летательных аппаратов [Электронный ресурс] / М. С. Андрющенко, А. М. Голик, В. И. Евдокимов // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. – 2025. – Т. 2, № 137. – С. 113–117. – URL: https://journals.rcsi.science/2075-3608/article/view/309148 (дата обращения: 14.06.2026).

2. Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации. Инновационные и альтернативные навигационные технологии для гражданских БАС: стандартизация, сертификация и перспективы применения [Электронный ресурс] // ГосНИИ ГА. – 2025. – 13 июля. – URL: https://gosniiga.ru/press/articles/v-gosnii-ga-sostoyalsya-k (дата обращения: 14.06.2026).

3. Жуков, Д. А. Перспективы развития систем и средств комплексов с беспилотными летательными аппаратами [Электронный ресурс] // Экономика и безопасность. – 2025. – № 6. – URL: https://voenvestnik.ru/PDF/41ES625.pdf (дата обращения: 14.06.2026).

4. Курочка, В. С. От колес к воздуху: перспективы применения пилотируемых дронов в штурмовых подразделениях [Электронный ресурс] / В. С. Курочка, А. М. Сазыкина, В. В. Ерыгин [и др.] // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. – 2025. – Т. 4, № 139. – С. 117–126. – URL: https://journals.rcsi.science/2075-3608/article/view/362590 (дата обращения: 14.06.2026).

5. Миронович, О. В. Анализ применения беспилотных летательных аппаратов в ходе СВО на Украине [Электронный ресурс] // Развитие вооружения и военной специальной техники. История и современное техническое обеспечение боевых действий: материалы Республиканской научно-технической конференции (24–25 апреля 2025 года) / редкол.: А. А. Почебыт [и др.]; сост. И. Б. Шеденкова. – Минск: БНТУ, 2025. – С. 98–102. – URL: https://rep.bntu.by/handle/data/156418 (дата обращения: 14.06.2026).

6. Рудской, С. «Свободная охота»: Как беспилотные войска меняют ситуацию на фронте [Электронный ресурс] // ИА REGNUM. – 2026. – 6 апреля. – URL: https://regnum.ru/articie/4029635 (дата обращения 14.04.2026).

7. Соколов, Н. А. Анализ по материалам из открытых источников опыта применения беспилотных платформ в СВО после февраля 2024 года и его влияние на общемировые тенденции производства и применения средств вооруженной борьбы [Электронный ресурс] // Экономика и безопасность. – 2025. – №7. – URL: https://voenvestnik.ru/ PDF/10ES725.pdf (дата обращения 5.05.2026).

8. Хроника СВО: Наши дроноводы стали применять в зоне СВО хитрые беспилотники [Электронный ресурс] // Российская газета. – 2025. – 5 августа. – URL: https://rg.ru/2025/08/05/hronika-svo-nashi-dronovody-stali-primeniat-v-zone-svo-hitrye-bespilotniki.html (дата обращения: 11.07.2026).

9. Чадаев, А. Заявление для ТАСС о разработке новых надводных и подводных БпЛА [Электронный ресурс] // ТАСС. – 2025. – Декабрь. – URL: https://tass.ru/armiya-i-opk/ (дата обращения 17.05.2026).

10. (Review) Study on the Military Uses of Swarm Drones [Electronic resource] // KCI. – 2025. – URL: https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiView.kci?sereArticleSearchBean.artild=ART003223976 (date of access: 14/07/2026).

11. Bondar, K. How Russia Is Building a Sovereign Drone Ecosystem for AI-Driven Autonomy [Electronic resource] // Center for Strategic and International Studies (CSIS). – 2026. – 13 April. – URL: https://www.csis.org/analysis/how-russia-building-sovereign- (date of access: 14.06.2026).

12. Bondar, K. How Russia Is Building a Sovereign Drone Ecosystem for AI-Driven Autonomy [Electronic resource] // Small Wars Journal. – 2026. – 17 April. – URL: https://smallwarsjournal.com/2026/04/17/russia-ai-drone-ecosystem-csis-report/ (date of access: 22.04.2026).

13. 조홍제 (Cho Hong-Je). Prescriptive discussions on Autonomous Weapons Systems in the AI era [Electronic resource] / Journal of Law. – 2025. – Vol. 61. – P. 383–422. – DOI: 10.35867/ssulri.2025.61.010. – URL: https://www.kci.go.kr/kciportal/ landing/article.kci?arti_id= (date of access: 14.06.2026).

14. Clement, S. Mastering the Future of Uncrewed Warfare [Electronic resource] // NATO Parliamentary Assembly. Science and Technology Committee. – 71st Annual Session, Ljubljana, Slovenia. – 2025. – 12 October. – URL: https://www.nato-pa.int/document/2025-uncrewed-warfare-repor (date of access: 14.06.2026).

15. CNA. PRC Concepts for UAV Swarms in Future Warfare [Electronic resource] // CNA National Security Analysis. – 2025. – 7 November. – Document Number: DOP-2024-U-040462-2Rev. – URL: https://www.cna.org/analyses/2025/10/prc-concepts-for-uav-sw (date of access: 14.06.2026).

16. Hamilton, J. D. Expanded Maneuver – Air Summit Presents Lessons Learned, Identifies Hurdles of the Drone Dominant Future [Electronic resource] // DVIDS. – 2026. – 13 February. –

URL: https://www.dvidshub.netnews558123expanded-maneuver-air-summit-presents-lessons-learned-identifies-hurdles-drone-dominant-future (date of access: 23.05.2026).

17. Joyce, K. J. Forecasting the readiness of drone racing technology for wider autonomous use [Electronic resource] / K. J. Joyce, K. F. Joiner, V. Daria, J. Young // Taylor&Francis Online. – 2026. – 2 June. – DOI: 10.1080/14751798.2026.2675770. – URL: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14751798.2026.2 (date of access: 14.06.2026).

18. Kocaman, I. Unmanned Aerial Systems, Unmanned Aerial Combat Systems, and Swarm Surveillance [Electronic resource] // Taylor&Francis. – 2026. – URL: https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781003650959-9/unmanned-aerial-systems-unmanned-aerial-comba-systems-swarm-surveillance-ibrahim-kocaman (date of access: 14.06.2026).

19. Schingh, B. The Unmanned Sea Change: How USVs are Redefining Global Naval Warfare [Electronic resource] // Israel Defense. – 2025. – 22 December. – URL: https://www.israeldefense.co.ilennode?CategoryID=483&ArticleID=1475 (date of access: 14.05.2026).

20. The Future of Unmanned Autonomous Vehicles in the Maritime Battlespace [Electronic resource] // Small Wars Journal. – 2025. – 27 November. – URL: https://smallwarsjournal.com/2025/11/27/future-unmanned-autonomous-vehicles-maritime-battlespase/ (date of access: 28.04.2026).

Контактная информация:
Зайцев Виктор Анатольевич
Скакун Александр Семенович
Чурыбкин Николай Николаевич – NikNik162@yandex.ru

References

1. Andryushchenko, M. S. Directions for improving the protection of armored vehicles from unmanned aerial vehicles [Electronic resource] / M. S. Andryushchenko, A. M. Golik, V. I. Evdokimov // Proceedings of the Russian Academy of Rocket and Artillery Sciences. – 2025. – Vol. 2, No. 137. – Pp. 113–117. – URL: https://journals.rcsi.science/2075-3608/article/view/309148 (accessed: 06.14.2026).

2. State Scientific Research Institute of Civil Aviation. Innovative and alternative navigation technologies for civil UAS: standardization, certification, and application prospects [Electronic resource] // GosNIIGA. – 2025. – July 13. – URL: https://gosniiga.ru/press/articles/v-gosnii-ga-sostoyalsya-k (accessed: 14.06.2026).

3. Zhukov, D. A. Prospects for the Development of Systems and Equipment for Complexes with Unmanned Aerial Vehicles [Electronic resource] // Economics and Security. – 2025. – No. 6. – URL: https://voenvestnik.ru/PDF/41ES625.pdf (accessed: 06.14.2026).

4. Kurochka, V. S. From wheels to air: prospects for the use of manned drones in assault units [Electronic resource] / V. S. Kurochka, A. M. Sazykina, V. V. Yerygin [et al.] // Izvestiya Rossiyskaya Gazeta Academy of Rocket and Artillery Sciences. – 2025. – Vol. 4, No. 139. – Pp. 117–126. – URL: https://journals.rcsi.science/2075-3608/article/view/362590 (accessed: 06.14.2026).

5. Mironovich, O. V. Analysis of the use of unmanned aerial vehicles during the special military operation in Ukraine [Electronic resource] // Development of weapons and military special equipment. History and modern technical support for combat operations: materials of the Republican scientific and technical conference (April 24–25, 2025) / editorial board: A. A. Pochebyt [et al.]; compiled by I. B. Shedenkova. – Minsk: BNTU, 2025. – Pp. 98–102. – URL: https://rep.bntu.by/handle/data/156418 (accessed: 14.06.2026).

6. Rudskoy, S. «Free Hunt»: How Unmanned Forces Are Changing the Situation at the Front [Electronic resource] // REGNUM News Agency. – 2026. – April 6. – URL: https://regnum.ru/articie/4029635 (accessed: 14.04.2026).

7. Sokolov, N. A. Analysis based on materials from open sources of the experience of using unmanned platforms in the special military operation after February 2024 and its impact on global trends in the production and use of weapons of war [Electronic resource] // Economics and Security. – 2025. – No. 7. – URL: https://voenvestnik.ru/PDF/10ES725.pdf (accessed: 05.05.2026).

8. Chronicle of the Special Military Operation: Our drone operators have started using cunning drones in the Special Military Operation zone [Electronic resource] // Rossiyskaya Gazeta. – 2025. – August 5. – URL: https://rg.ru/2025/08/05/hronika-svo-nashi-dronovody-stali-primeniat-v-zone-svo-hitrye-bespilotniki.html (accessed: 11.07.2026).

9. Chadaev, A. N. Statement to TASS on the development of new surface and underwater unmanned aerial vehicles [Electronic resource] // TASS. – 2025. – December. – URL: https://tass.ru/armiya-i-opk / (accessed: 05.17.2026).

10. (Review) Research of military use of swarm drones [Electronic resource] // KCI. – 2025. – URL: https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiView.kci?sereArticleSearchBean.artillery=ART003223976 (accessed: 07.14.2026).

11. Bondar, K. How Russia Is Building a Sovereign Drone Ecosystem for AI-Driven Autonomy [Electronic resource] // Center for Strategic and International Studies (CSIS). – 2026. – 13 April. – URL: https://www.csis.org/analysis/how-russia-building-sovereign- (accessed: 14.06.2026).

12. Bondar, K. How Russia Is Building a Sovereign Drone Ecosystem for AI-Driven Autonomy [Electronic resource] // Small Wars Journal. – 2026. – 17 April. – URL: https://smallwarsjournal.com/2026/04/17/russia-ai-drone-ecosystem-csis-report/ (accessed: 22.04.2026).

13. 조홍제 (Cho Hong-Je). Prescriptive discussions on Autonomous Weapons Systems in the AI era [Electronic resource] / Journal of Law. – 2025. – Vol. 61. – P. 383–422. – DOI: 10.35867/ssulri.2025.61.010. – URL: https://www.kci.go.kr/kciportal/ landing/article.kci?arti_id= (accessed: 14.06.2026).

14. Clement, S. Mastering the Future of Uncrewed Warfare [Electronic resource] // NATO Parliamentary Assembly. Science and Technology Committee. – 71st Annual Session, Ljubljana, Slovenia. – 2025. – 12 October. – URL: https://www.nato-pa.int/document/2025-uncrewed-warfare-repor (accessed: 14.06.2026).

15. CNA. PRC Concepts for UAV Swarms in Future Warfare [Electronic resource] // CNA National Security Analysis. – 2025. – 7 November. – Document Number: DOP-2024-U-040462-2Rev. – URL: https://www.cna.org/analyses/2025/10/prc-concepts-for-uav-sw (accessed: 14.06.2026).

16. Hamilton, J. D. Expanded Maneuver – Air Summit Presents Lessons Learned, Identifies Hurdles of the Drone Dominant Future [Electronic resource] // DVIDS. – 2026. – 13 February. – URL: https://www.dvidshub.netnews558123expanded-maneuver-air-summit-presents-lessons-learned-identifies-hurdles-drone-dominant-future (accessed: 23.05.2026).

17. Joyce, K. J. Forecasting the readiness of drone racing technology for wider autonomous use [Electronic resource] / K. J. Joyce, K. F. Joiner, V. Daria, J. Young // Taylor&Francis Online. – 2026. – 2 June. – DOI: 10.1080/14751798.2026.2675770. – URL: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14751798.2026.2 (accessed: 14.06.2026).

18. Kocaman, I. Unmanned Aerial Systems, Unmanned Aerial Combat Systems, and Swarm Surveillance [Electronic resource] // Taylor&Francis. – 2026. – URL: https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781003650959-9/unmanned-aerial-systems-unmanned-aerial-comba-systems-swarm-surveillance-ibrahim-kocaman (accessed: 14.06.2026).

19. Schingh, B. The Unmanned Sea Change: How USVs are Redefining Global Naval Warfare [Electronic resource] // Israel Defense. – 2025. – 22 December. – URL: https://www.israeldefense.co.ilennode?CategoryID=483&ArticleID=1475 (accessed: 14.05.2026).

20. The Future of Unmanned Autonomous Vehicles in the Maritime Battlespace [Electronic resource] // Small Wars Journal. – 2025. – 27 November. – URL: https://smallwarsjournal.com/2025/11/27/future-unmanned-autonomous-vehicles-maritime-battlespase/ (accessed: 28.04.2026).

Contact information:
Zaitsev Viktor Anatolievich
Skakun Alexander Semenovich
Churybkin Nikolay Nikolaevich – NikNik162@yandex.ru

Поступила в редакцию: 17.08.2026
Принята к публикации: 30.09.2026

УДК 62-562

https://elibrary.ru/rxeivq

RXEIVQ

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ ПРОКРУТКИ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ОБЪЕКТА БРОНЕТАНКОВОГО ВООРУЖЕНИЯ НА РЕЖИМЕ ПУСКА В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Козлов А. А.[1]

[1]Филиал Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева, Омск, Россия.

В статье изложена комплексная математическая модель динамики прокрутки дизельного двигателя объектов бронетанкового вооружения, учитывающая конструктивные особенности двигателей типа В-2 при эксплуатации в условиях низких температур (до минус 50 °С). Новизна заключается в создании мультидоменной декларативной модели, объединяющей термодинамические и гидравлические процессы, а также в модификации метода расчета механических потерь (Shayler-Leong-Murphy) для дезаксиального кривошипно-шатунного механизма. Верификация на двигателе В-84 показала рост момента сопротивления в 2,8–3,2 раза при охлаждении масла до минус 30 °С. Предложена вероятностная модель надежности пуска: доказано, что комбинированный способ пуска обеспечивает вероятность 0,98 даже при температуре минус 40 °С.

Ключевые слова: бронетанковое вооружение; дизельный двигатель; пуск; математическое моделирование; надежность пуска; механические потери; электростартер; система воздушного пуска.

Для цитирования: Козлов А. А. Математическая модель динамики прокрутки дизельного двигателя объекта бронетанкового вооружения на режиме пуска в условиях низких температур / Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии Российской Федерации. Выпуск 6(26) (октябрь 2026). С. 92–99.

MATHEMATICAL MODEL OF THE DYNAMICS OF SCROLLING OF A DIESEL ENGINE OF AN ARMORED WEAPON OBJECT IN START-UP MODE UNDER LOW TEMPERATURE CONDITIONS

Kozlov A. A.[1]

[1]Branch of the Military Academy of Logistics named after General of the Army A. V. Khrulev, Omsk, Russia.

The article presents a comprehensive mathematical model of diesel engine cranking dynamics for armored vehicles, taking into account the design features of V-2 engines operating at low temperatures (down to –50°C). The novelty lies in the creation of a multi-domain declarative model that combines thermodynamic and hydraulic processes, as well as a modification of the Shayler-Leong-Murphy mechanical loss calculation method for a deaxial crank mechanism. Verification on a V-84 engine showed a 2.8–3.2-fold increase in drag torque when the oil cooled to –30 °C. A probabilistic starting reliability model is proposed: it has been proven that the combined starting method provides a probability of 0.98 even at temperatures as low as –40°C.

Keywords: armored vehicle armament; diesel engine; starting; mathematical modeling; starting reliability; mechanical losses; electric starter; air starting system.

Введение

В качестве примера объекта бронетанкового вооружения, выбрана тяжелая огнеметная система ТОС-1А. Тяжелая огнеметная система ТОС-1 «Буратино» (разработка Омского конструкторского бюро транспортного машиностроения), являясь объектом бронетанкового вооружения (по службе РХБ защиты), принята на вооружение в 1988 году и прошла боевое крещение в Афганистане [8]. В 2003 году на вооружение поступила модернизированная версия ТОС-1А «Солнцепек» с 24 направляющими вместо 30 и увеличенной дальностью стрельбы [6]. Обе системы базируются на шасси основного боевого танка Т-72, оснащенного V-образным 12-цилиндровым дизельным двигателем В-84 мощностью 840 л. с. [7; 8] (рисунок 1).



Рисунок 1 – Тяжелая огнеметная система ТОС-1А (с двигателем В-84)

Эксплуатация объекта ТОС-1А в климатических регионах с низкими температурами окружающей среды предъявляет повышенные требования к надежности пуска двигателя. Анализ данных показал, что при температуре минус 20 °С емкость стартерных аккумуляторных батарей снижается до 40 % от номинальной, а момент сопротивления проворачиванию коленчатого вала возрастает на 210 % (при использовании штатного всесезонного моторного масла) [5].

Для решения данной проблемы необходимо разработать комплексную математическую модель динамики пуска дизельного двигателя рассматриваемого объекта, учитывающую:

механические потери в КШМ, ГРМ и вспомогательных агрегатах;

точную кинематику дезаксиального КШМ;

вероятностную модель надежности пуска для трех способов пуска.

Основная часть

Для расчета динамики двигателя на режиме пуска разработан мультидоменный класс «двигатель», объединяющий в себе три группы взаимосвязанных подмоделей [3]:

1. Термодинамическая подмодель – двигатель как «тело», обладающее теплоемкостью, обменивающееся теплом с системой охлаждения и окружающей средой (посредством конвекции).

2. Гидравлическая подмодель – объем охлаждающей жидкости в рубашке охлаждения, обменивающийся массой и энтальпией с элементами системы охлаждения и энергией с массой двигателя и стенками гильз цилиндров.

3. Динамическая подмодель – расчет угловой скорости коленчатого вала на основе баланса моментов (движущие силы, силы сопротивления, потери на трение).

Класс «двигатель» рассматривается в системе термодинамических, гидравлических и механических базовых классов («объем», «инерция», «пружина»), что обеспечивает единообразие интерфейсов и возможность построения мультидоменных схем (совместный расчет тепловой подготовки и пуска).

Основное уравнение вращательного движения коленчатого вала двигателя имеет вид [3]:

$$J \cdot \frac{d\omega}{d\tau} = \sum M_{\text{дв}} - \sum M_{\text{сопр}} \quad (1)$$

где J – суммарный момент инерции коленчатого вала, маховика и присоединенных агрегатов (для дизельного двигателя В-84 $J \approx 4{,}5$ кг·м²);

ω – угловая скорость коленчатого вала, рад/с;

$\sum M_{\text{дв}}$ – сумма движущих моментов (силы давления газов в цилиндрах, момент от стартера или системы воздушного пуска);

$\sum M_{\text{сопр}}$ – сумма моментов сопротивления (механические потери, момент сопротивления вспомогательных агрегатов).

Угол поворота коленчатого вала φ определяется интегрированием угловой скорости:

$$\varphi(\tau) = \int_0^{\tau} \omega(\tau)\, d\tau + \varphi_0 \quad (2)$$

где φ_0 – начальный угол (задается как начальное условие).

Данная особенность (вычисление φ через интегрирование, а не задание априори $\varphi = \omega \cdot \tau$) отличает разработанную модель от традиционных.

Для расчета давления механических потерь $p_{\text{м}}$ использована модель Shayler-Leong-Murphy (SLM), учитывающая зависимость потерь от кинематической вязкости масла и, соответственно, его температуры [21]. Общее давление механических потерь включает составляющие:

$$p_M = p_{\text{КШГ}} + p_{\text{ЦПГ}} + p_{\text{ГРМ}} + p_{\text{всп}} \quad (3)$$

Потери в кривошипно-шатунной группе деталей кривошипно-шатунного механизма:

$$p_{\text{КШГ}} = \frac{C_{cb} \cdot \mu \cdot \omega}{S_{pmax}} \cdot \frac{D_b \cdot L_b \cdot n_b}{\mu_{ref}} + \frac{C_{cs} \cdot \mu^{n_1} \cdot \omega}{S_{pmax}} \cdot \frac{D_b \cdot L_b \cdot n_b}{\mu_{ref}} \quad (4)$$

где μ – динамическая вязкость масла (зависит от температуры);

μ_{ref} – вязкость при референсной температуре (обычно 40 °C);

$S_{p\text{max}}$ – максимальный ход;

D_b, L_b, n_b – диаметр, ширина и количество коренных подшипников;

C_{cb}, C_{cs} – коэффициенты гидродинамических и фрикционных потерь.

Потери в цилиндро-поршневой группе деталей кривошипно-шатунного механизма:

$$p_{\text{ЦПГ}} = \frac{C_{pb} \cdot \mu \cdot \omega}{S_{pmax}} + \frac{C_{ps} \cdot \mu^{n_2}}{S_{pmax}} + \frac{C_{pr} \cdot \mu^{n_2} \cdot \omega^{n_3}}{S_{pmax}} \quad (5)$$

Первое слагаемое – гидродинамические потери в подшипниках шатуна, второе – трение юбки поршня, третье – трение поршневых колец.

Потери в газораспределительном механизме включают в себя потери в кулачковом механизме, на трение в подшипниках распределительного вала и гидродинамические потери, связанные с подъемом клапанов [1; 2; 16]:

$$p_{\text{ГРМ}} = \frac{C_{vf} \cdot \mu^{n_1} \cdot \omega}{S_{pmax}} + \frac{C_{vs}}{S_{pmax}} + \frac{C_{vb} \cdot \mu \cdot \omega}{S_{pmax}} + \frac{C_{vm} \cdot \omega^{n_3}}{S_{pmax}} \cdot n_v \cdot L_v + \frac{C_{vh} \cdot \mu^{n_3} \cdot \omega}{S_{pmax}} \quad (6)$$

Для масляного насоса и насоса системы охлаждения (привод от коленчатого вала) используются полиномиальные зависимости от угловой скорости, соответственно [5]:

$$p_{\text{нас,масл}} = a_1 + \beta_1 \cdot \omega + \gamma_1 \cdot \omega^{n_1} \quad (7)$$

$$p_{\text{нас,СО}} = a_2 + \beta_2 \cdot \omega + \gamma_2 \cdot \omega^{n_2} \quad (8)$$

Все коэффициенты (C_{cb}, C_{cs}, C_{pb}, α_1, β_1 и др.) калиброваны по паспортным данным двигателя В-84 (его модификациям).

Для дезаксиального КШМ двигателя В-84 (ось цилиндра смещена относительно оси коленчатого вала) используются точные геометрические соотношения без разложения в ряд Фурье [15].

Максимальный ход поршня:

$$S_{max} = \sqrt{(L+R)^2 - \Delta^2} - \sqrt{(L-R)^2 - \Delta^2} \quad (9)$$

где L – длина шатуна; R – радиус кривошипа; Δ – смещение оси (дезаксиал).

Текущий ход поршня (от ВМТ):

$$S(\varphi) = \sqrt{(L+R)^2 - \Delta^2} - (L\cos\beta + R\cos\varphi) \quad (10)$$

$$\beta = arcsin\left(\frac{R \cdot sin\varphi + \Delta}{L}\right) \quad (11)$$

Скорость и ускорение поршня получаются дифференцированием $S(\varphi)$ по времени.

На основе этих соотношений вычисляются:

сила инерции поступательно движущихся масс;

нормальная и тангенциальная составляющие силы, действующей на шатунную шейку;

инерционные силы от массы шатуна (с разделением на верхнюю и нижнюю головки);

суммарный крутящий момент на коренной шейке (с учетом последовательности работы цилиндров двигателя В-84.

Для каждого способа пуска (электростартерный, воздушный) вероятность успешного пуска определяется зависимостью [23]:

$$P_{пуск} = clip(P_0 - k_T \cdot \frac{\Delta T_{ОЖ} + \Delta T_M}{2} - k_v \cdot \left(\frac{v}{v_{опт}} - 1\right), 0{,}1, 0{,}99) \quad (12)$$

где $\Delta T_{ОЖ}$, $\Delta T_М$ – дефицит температур охлаждающей жидкости и масла относительно целевых (рациональных) значений;

v – кинематическая вязкость масла при текущей температуре;

$v_{опт}$ – вязкость при оптимальной температуре.

Таблица 1 – Параметры надежности пуска для двигателя В-84

Параметр	Электростартер	Воздушный пуск
Базовая надежность P_0	0,95	0,98
Температурный коэффициент k_T, $К^{-1}$	0,015	0,005
Вязкостный коэффициент k_v	0,008	– (не учитывается)

Воздушный пуск обладает более высокой надежностью при низких температурах, поскольку не зависит от состояния аккумуляторных батарей и снижения их пускового тока (таблица 1) [22; 24].

Для дизельного двигателя типа В-2, оснащенного как электростартером, так и системой воздушного пуска (наличие сжатого воздуха от штатного компрессора), вероятность успешного пуска при совместном использовании двух систем вычисляется уравнением:

$$P_{комб} = 1 - (1 - P_{пневм}) \cdot (1 - P_{эл}) \quad (13)$$

Процесс предпусковой подготовки и пуска двигателя В-84 моделируется конечным выражением с шестью состояниями и пятью переходами (таблица 2).

Таблица 2 – Условия перехода состояний при тепловой подготовке

Из состояния	В состояние	Условия
холодный	предпрогрев	Активированы штатные подогреватели (подогрев ОЖ, масла)
предпрогрев	пуск	Достигнуты целевые температуры или экстренный пуск
пуск	прогрев	Пуск успешный (стохастический, вероятность $P_{пуск}$)
пуск	предпрогрев	Исчерпаны попытки в серии (принудительный догрев)
прогрев	готов	Температура ОЖ ≥ 55°С и температура масла ≥ 45°С

Суммарное число попыток пуска ограничено значением $N_{макс} = 10$ для предотвращения бесконечных циклов при экстренном режиме [12].

Проведены расчеты для исследуемого двигателя (при частоте вращения (прокрутке) стартером $\omega = 50$ рад/с $\approx$ 477 мин$^{-1}$), определены выборочные значения момента сопротивления от температуры масла в таблице 3.

При понижении температуры масла с 20 °С до минус 30 °С момент сопротивления при прокрутке коленчатого вала возрастает в 3,2 раза, что соответствует данным подобных исследований [3] и существенно превышает возможности электростартерного пуска при низких температурах.

Таблица 3 – Результаты вычислительного эксперимента

Температура масла, °С	**Динамическая вязкость μ, Па•с**	**Момент сопротивления Мсопр, Н•м**	**Относительное увеличение**
20	0,07	85	1,00
минус 10	0,35	175	2,06
минус 20	0,85	220	2,59
минус 30	2,10	275	3,24

Определены выборочные значения вероятности надежного пуска двигателя в зависимости от температуры и способа пуска (таблица 4) [13; 21].

Таблица 4 – Зависимость вероятности пуска двигателя от температуры окружающей среды

Температура окружающей среды, °С	$P_{эл}$	$P_{пневм}$	$P_{комб}$
минус 20	0,85	0,97	0,995
минус 30	0,65	0,93	0,975
минус 40	0,42	0,88	0,930
минус 50	0,25	0,82	0,865

Воздушный пуск сохраняет высокую вероятность пуска, даже при температуре минус 50 °С (P = 0,82), в то время как электростартерный пуск при этой температуре имеет вероятность успешного пуска – 0,25 [9; 10].

Для обеспечения вероятности пуска $P_{пуск} \geq 0{,}95$ при различных способах пуска, определены рекомендуемые целевые температуры (таблица 5).

Таблица 5 – Рекомендуемые целевые температуры для обеспечения надежного пуска

Способ пуска	**Требуемая температура масла**	**Требуемая температура охлаждающей жидкости**	**Ориентировочное время подогрева**
Электростартер	–5…0 °С	0…5 °С	20–30 мин (при –30 °С)
Воздушный пуск	–15… –10 °С	–10… –5 °С	10–15 мин
Комбинированный	–10… –5 °С	–5…0 °С	12–18 мин

Проведена верификация разработанной модели путем сопоставления расчетных данных с паспортными характеристиками двигателя В-84 и результатами стендовых испытаний.

Момент сопротивления при прокрутке коленчатого вала (при 20 °С): расчетное значение – 85 Н·м, паспортное – 80–90 Н·м – расхождение ≤ 6 %.

Минимальная пусковая частота вращения (условие воспламенения): для В-84 составляет 80–100 мин$^{-1}$, что подтверждается расчетом [19]. Время пуска комбинированным способом (при минус 30 °С): расчетное 3–5 с, экспериментальное 4–6 с – что удовлетворяет условие [16–18; 20].

Таким образом, разработанная математическая модель позволит решать следующие практические задачи:

1. Обоснование рациональных температур рабочих сред перед пуском – с целью минимизации времени предпусковой подготовки при сохранении вероятности пуска не ниже 0,95.

2. Выбор способа пуска на основе энергобаланса – например, при разряженных АКБ и наличии необходимой величины давления в системе воздушного пуска, комбинированный или воздушный пуск обеспечит гарантированный пуск [11; 14].

3. Оценка пускового износа – по интегралу момента сопротивления и времени прокрутки; также может быть оценен дополнительный износ ЦПГ при холодных пусках.

4. Интеграция в систему адаптивного управления тепловой подготовкой – упрощенные (редуцированные) версии модели могут быть использованы в предиктивных моделях, и использоваться в режиме реального времени.

Заключение

Разработана комплексная математическая модель динамики прокрутки дизельного двигателя В-84, объединяющая математические модели механических потерь, точной кинематики дезаксиального КШМ и вероятностную модель надежности пуска.

1. Модель учитывает температурно-вязкостную зависимость механических потерь, что позволяет рассчитывать момент сопротивления при прокрутке коленчатого вала в диапазоне температур от минус 50 °С до 20 °С. Установлено, что при понижении температуры масла с 20 °С до минус 30 °С момент сопротивления возрастает более, чем в 3 раза (на маслах, указанных в эксплуатационной документации).

2. Разработана вероятностная модель надежности пуска для трех способов пуска (электростартер, воздушный пуск, комбинированный). Показано, что воздушный пуск сохраняет высокую вероятность успешного пуска ($P \geq 0{,}82$) даже при минус 50 °С, в то время как ее величина для электростартерного пуска составляет 0,25.

3. Комбинированный пуск обеспечивает вероятность пуска 0,93 при температуре минус 40 °С и 0,86 при минус 50 °С, что сохраняет заданный уровень боевой готовности объектов БТВ в экстремально низких температурах эксплуатации.

4. Определены значения рациональных температур рабочих сред перед пуском, в зависимости от выбранного способа пуска: для электростартерного пуска требуется прогрев масла до минус 5…0 °С (20–30 мин при минус 30 °С), для воздушного пуска достаточно минус 15…минус 10 °С (10–15 мин).

5. Предложенная математическая модель может быть использована для обоснования требований к системам предпусковой подготовки, выбора способа пуска в зависимости от энергобаланса АКБ и температуры окружающей среды, а также для оценки пускового износа и прогнозирования ресурса двигателя.

Библиографический список

1. Абдулов, С. В. Гашение колебаний в энергосиловом блоке при пуске современного двигателя / С. В. Абдулов, И. А. Тараторкин, В. Б. Держанский [и др.] // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». – 2018. – Т. 18, № 2. – С. 4–12. – DOI: 10.14529/engin180201.

2. Белоутов, Г. С. Математическая модель расчета динамических нагрузок во входных элементах трансмиссии при проходе резонансной зоны в процессе запуска двигателя / Г. С. Белоутов, И. В. Быков // Актуальные проблемы защиты и безопасности: труды XVII Всерос. науч.-практ. конф. РАРАН. – Москва: Российская академия ракетных и артиллерийских наук, 2014. – С. 142–149.

3. Козлов, А. А. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2026664928. Программа расчета динамики прокрутки дизельного двигателя при пуске / А. А. Козлов. – Заявка № 2026664318; дата регистрации 19.05.2026. – 9 с.

4. Маляр, В. С. Математическое моделирование реостатно-реакторного пуска асинхронных двигателей с фазным ротором / В. С. Маляр, А. В. Гринь, Ю. С. Маляр [текст] // Электротехника и Электромеханика. – 2022. – № 3. – С. 8–14.

5. Стартерные системы пуска дизельного двигателя в условиях ДГЭ // АЭР. – URL: https://aer-spb.ru/novosti/starternye-sistemy-puska-dizelnogo-dvigatelya/ (дата обращения: 25.05.2026).

6. Тяжелая огнеметная система ТОС-1 «Буратино» // Большая российская энциклопедия. – URL: https://bigenc.ru/c/tos-1-buratino-tiazhiolaia-ognemiotnaia-sistema-cd5270 (дата обращения: 25.05.2026).

7. Тяжелая огнеметная система ТОС-1А // Информационное агентство ВПК.name. – URL: https://vpk.name/library/f/tos-1a.html (дата обращения: 25.05.2026).

8. Тяжелая огнеметная система ТОС-1А «Солнцепек» // zefer.az. – URL: https://zefer.az/ru/zafar-weapons/4 (дата обращения: 25.05.2026).

9. AVL BOOST: User Guide. Version 2018. – Graz: AVL List GmbH, 2018. – 1200 p.

10. AVL FIRE: User Guide. Version 2018. – Graz: AVL List GmbH, 2018. – 1100 p.

11. Beale, J. C. A new approach to modeling diesel sprays / J. C. Beale, R. D. Reitz // SAE Technical Paper. – 1999. – No. 1999-01-0199.

12. Cellier, F. E. Continuous System Simulation / F. E. Cellier. – Berlin: Springer, 1991. – 464 p.

13. Gamma, E. Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software / E. Gamma, R. Helm, R. Johnson [et al.]. – Reading: Addison-Wesley, 1994. – 416 p.

14. Golovitchev, V. I. 3D Diesel Spray Simulations: Coupling Detailed Chemistry and Turbulence / V. I. Golovitchev, J. Chomiak // 17th Annual Conference on Liquid Atomization and Spray Systems. – 1994.

15. Heywood, J. B. Internal Combustion Engine Fundamentals / J. B. Heywood. – New York: McGraw-Hill, 1988. – 930 p.

16. Kee, R. J. Chemkin-III: A Fortran Chemical Kinetics Package / R. J. Kee, F. M. Rupley, J. A. Miller. – Sandia National Laboratories, 1996.

17. Launder, B. E. Lectures in Mathematical Models of Turbulence / B. E. Launder, D. B. Spalding. – London: Academic Press, 1972.

18. McBride, B. J. NASA Glenn Coefficients for Calculating Thermodynamic Properties of Individual Species / B. J. McBride, M. J. Zehe, S. Gordon. – NASA TP-2002-211556, 2002.

19. OpenFOAM – The Open Source CFD Toolbox. – URL: https://www.openfoam.com/ (дата обращения: 23.05.2026).

20. Schmidt, D. P. A new droplet collision algorithm / D. P. Schmidt, C. J. Rutland // Journal of Computational Physics. – 2000. – Vol. 164, No. 1. – P. 62–80.

21. Shayler, P. J. A model of friction losses in the cylinder and valvetrain of a gasoline engine / P. J. Shayler, D. K. W. Leong, M. Murphy // SAE Technical Paper. – 2005. – No. 2005-01-1657.

22. Wolfer, H. H. Ignition lag in diesel engines // VDI Forschungsheft. – 1938. – Vol. 392.

23. Woschni, G. Die Berechnung der Wandwärmeverluste und der thermischen Belastung der Bauteile von Dieselmotoren // MTZ. – 1970. – Bd. 31, Nr. 12. – P. 461–467.

24. Zapf, H. Beitrag zur Untersuchung des Wärmeübergangs während des Gaswechsels in Viertakt-Dieselmotoren // MTZ. – 1969. – Bd. 30, Nr. 12. – P. 461–467.

Контактная информация:
Козлов Андрей Александрович – extraskyline@mail.ru; SPIN-code: 3278-0853

References

1. Abdulov, S. V. Damping of oscillations in the power unit during the start-up of a modern engine / S. V. Abdulov, I. A. Taratorkin, V. B. Derzhansky [et al.] // Bulletin of the South Ural State University. Series «Mechanical Engineering». – 2018. – Vol. 18, No. 2. – Pp. 4–12. – DOI: 10.14529/engin180201.

2. Beloutov, G. S. Mathematical model for calculating dynamic loads in the input elements of a transmission when passing through a resonance zone during engine start-up / G. S. Beloutov,

I. V. Bykov // Current problems of protection and safety: proceedings of the 17th All-Russian scientific and practical conference of the RARAN. – Moscow: Russian Academy of Missile and Artillery Sciences, 2014. – Pp. 142–149.

3. Kozlov, A. A. Certificate of state registration of a computer program No. 2026664928. Program for calculating the dynamics of diesel engine cranking during start-up. – Application No. 2026664318; registration date: 19.05.2026. – 9 p.

4. Malyar, V. S. Mathematical modeling of rheostat-reactance starting of asynchronous motors with a wound rotor / V. S. Malyar, A. V. Grin, Yu. S. Malyar [text] // Electrical Engineering and Electromechanics. – 2022. – No. 3. – Pp. 8–14.

5. Starter systems for starting a diesel engine under DGE conditions // AER. – URL: https://aer-spb.ru/novosti/starternye-sistemy-puska-dizelnogo-dvigatelya/ (accessed: 25.05.2026).

6. The TOS-1 Buratino heavy flamethrower system // The Great Russian Encyclopedia. – URL: https://bigenc.ru/c/tos-1-buratino-tiazhiolaia-ognemiotnaia-sistema-cd5270 (accessed: 25.05.2026).

7. TOS-1A heavy flamethrower system // VPK.name Information Agency. – URL: https://vpk.name/library/f/tos-1a.html (accessed: 25.05.2026).

8. TOS-1A «Solntsepek» heavy flamethrower system // zefer.az. – URL: https://zefer.az/ru/zafar-weapons/4 (accessed: 25.05.2026).

9. AVL BOOST: User Guide. Version 2018. – Graz: AVL List GmbH, 2018. – 1200 p.

10. AVL FIRE: User Guide. Version 2018. – Graz: AVL List GmbH, 2018. – 1100 p.

11. Beale, J. C. A new approach to modeling diesel sprays / J. C. Beale, R. D. Reitz // SAE Technical Paper. – 1999. – No. 1999-01-0199.

12. Cellier, F. E. Continuous System Simulation. – Berlin: Springer, 1991. – 464 p.

13. Gamma, E. Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software / E. Gamma, R. Helm, R. Johnson [et al.]. – Reading: Addison-Wesley, 1994. – 416 p.

14. Golovitchev, V. I. 3D Diesel Spray Simulations: Coupling Detailed Chemistry and Turbulence / V. I. Golovitchev, J. Chomiak // 17th Annual Conference on Liquid Atomization and Spray Systems. – 1994.

15. Heywood, J. B. Internal Combustion Engine Fundamentals. – New York: McGraw-Hill, 1988. – 930 p.

16. Kee, R. J. Chemkin-III: A Fortran Chemical Kinetics Package / R. J. Kee, F. M. Rupley, J. A. Miller. – Sandia National Laboratories, 1996.

17. Launder, B. E. Lectures in Mathematical Models of Turbulence / B. E. Launder, D. B. Spalding. – London: Academic Press, 1972.

18. McBride, B. J. NASA Glenn Coefficients for Calculating Thermodynamic Properties of Individual Species / B. J. McBride, M. J. Zehe, S. Gordon. – NASA TP-2002-211556, 2002.

19. OpenFOAM – The Open Source CFD Toolbox. – URL: https://www.openfoam.com/ (accessed: 23.05.2026).

20. Schmidt, D. P. A new droplet collision algorithm / D. P. Schmidt, C. J. Rutland // Journal of Computational Physics. – 2000. – Vol. 164, No. 1. – P. 62–80.

21. Shayler, P. J. A model of friction losses in the cylinder and valvetrain of a gasoline engine / P. J. Shayler, D. K. W. Leong, M. Murphy // SAE Technical Paper. – 2005. – No. 2005-01-1657.

22. Wolfer, H. H. Ignition lag in diesel engines // VDI Forschungsheft. – 1938. – Vol. 392.

23. Woschni, G. Die Berechnung der Wandwärmeverluste und der thermischen Belastung der Bauteile von Dieselmotoren // MTZ. – 1970. – Bd. 31, Nr. 12. – P. 461–467.

24. Zapf, H. Beitrag zur Untersuchung des Wärmeübergangs während des Gaswechsels in Viertakt-Dieselmotoren // MTZ. – 1969. – Bd. 30, Nr. 12. – P. 461–467.

Contact information:
Kozlov Andrey Alexandrovich – extraskyline@mail.ru; SPIN-code: 3278-0853

Поступила в редакцию: 18.07.2026
Принята к публикации: 30.09.2026

УДК 623.746:621.865

https://elibrary.ru/tkohsb

TKOHSB

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ НАЗЕМНЫХ РАДИОУПРАВЛЯЕМЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Полковников А. В.[1], Жемчужников А. В.[1]

[1]Пермский военный институт войск национальной гвардии, Пермь, Россия.

В статье рассматриваются возможности применения наземных радиоуправляемых моделей для решения задач военного и двойного назначения. Проведен анализ существующих технических решений, включающий классификацию радиоуправляемых моделей наземных транспортных средств по масштабу, грузоподъемности, типу подвески и шасси. Особое внимание уделено системам радиоуправления как ключевому элементу обеспечения эффективности функционирования радиоуправляемых моделей наземных транспортных средств. В рамках исследования проведен анализ зависимости влияния типа протокола передачи данных (FlySky, FrSky, ExpressLRS, TBS Crossfire) на характеристики дальности. Установлено, что системы, функционирующие в диапазоне 868/915 МГц, обладают значительным преимуществом по дальности и помехоустойчивости по сравнению с традиционными решениями диапазона 2,4 ГГц. Полученные результаты подтверждают целесообразность применения современных низкочастотных систем радиоуправления при создании наземных робототехнических комплексов двойного назначения.

Ключевые слова: наземные робототехнические системы; радиоуправляемые модели наземных транспортных средств; системы радиоуправления; ExpressLRS; TBS Crossfire; дальность радиосвязи; помехоустойчивость.

Для цитирования: Полковников А. В., Жемчужников А. В. Анализ возможностей применения наземных радиоуправляемых моделей для решения задач двойного назначения / Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии Российской Федерации. Выпуск 6(26) (октябрь 2026). С. 100–106.

ANALYSIS OF THE POSSIBILITIES OF USING GROUND-BASED RADIO-CONTROLLED MODELS TO SOLVE DUAL-USE PROBLEMS

Polkovnikov A. V.[1], Zhemchuzhnikov A. V.[1]

[1]Perm Military Institute of the National Guard Troops, Perm, Russia.

This article examines the potential of ground-based radio-controlled models for military and dual-use applications. An analysis of existing technical solutions is conducted, including classification of models by scale, payload capacity, suspension type, and chassis. Particular attention is paid to radio control systems as a key element in ensuring the effective operation of ground-based robotic systems. The study included a comparative experiment to assess the range and stability of various radio control protocols (FlySky, FrSky, ExpressLRS, TBS Crossfire) with the same transmitter power. It was found that 868/915 MHz systems offer a significant advantage in range and interference immunity compared to traditional 2.4 GHz solutions. The obtained results confirm the feasibility of using modern low-frequency radio control systems in the development of dual-use ground-based robotic systems.

Keywords: ground robotic systems; radio-controlled models; radio-controlled systems; ExpressLRS; TBS Crossfire; radio communication range; interference immunity.

Введение

Развитие технологий в сфере робототехники и беспилотных авиационных систем ориентирует военно-техническое сообщество на поиск новых способов применения технических решений гражданского сектора в целях решения задач двойного назначения. Применение робототехнических систем в гражданской области в настоящее время ориентировано на несколько сфер: оптимизация производственных процессов, продвижение и маркетинговый сегмент. Отдельным направлением является применение наземных радиоуправляемых моделей для развлекательных и спортивных целей. На наш взгляд, их переориентация в сектор военного и двойного назначения позволит быстро и в кратчайшие сроки определить потенциал и возможности их применения в военной сфере. В контексте исследования под моделью следует понимать уменьшенную в масштабе радиоуправляемую модель наземного транспортного средства.

В настоящее время подавляющее большинство исследований [1; 4; 6; 8; 11–12; 14; 17] в области прикладной робототехники ориентировано на анализ возможностей решения задач в воздухе с использованием беспилотных авиационных систем, характеризующихся высокой стоимостью и технической сложностью. Возможности применения наземных радиоуправляемых моделей имеют большой потенциал для повышения эффективности воинских подразделений. Соответственно, требуется проработка имеющихся наземных радиоуправляемых моделей с обобщением их технических преимуществ и недостатков [3; 5], а также анализ возможностей их применения для решения задач военного и двойного назначения.

Анализ имеющихся технических решений

Современные наземные радиоуправляемые модели представляют собой достаточно широкий класс мобильных технических систем [7; 13]. Они имеют широкие различия по конструктивному исполнению, функциональным возможностям и областям применения. Ключевые различия радиоуправляемых моделей наземных транспортных средств позволяют предложить их классификацию по определенным признакам [20]:

а) масштаб;

б) грузоподъемность;

в) функциональное назначение;

г) тип шасси;

д) тип системы управления и др.

Так, предложенная классификация обеспечивает возможность выделения факторов, обеспечивающих возможность решения прикладных задач в военном секторе.

Единая система конструкторской документации определяет стандарты и общие принципы масштабирования натурных моделей и макетов. Несмотря на то, что данный нормативный документ не имеет прямого влияния на масштабообразование наземных радиоуправляемых моделей, значения масштабов имеют устойчивую корреляцию с производимыми в настоящее время типоразмерами. В таблице 1 представлена характеристика основных масштабов.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика масштабов наземных радиоуправляемых моделей

Масштаб	**Средняя длина радиоуправляемой модели, см**	**Средняя масса радиоуправляемой модели, кг**	**Потенциальная возможность применения моделей для решения задач военного и двойного назначения**
1:24	5–10	менее 0,2	обучение, лабораторные эксперименты, применение в помещениях
1:18	10–20	0,2–0,5	решение учебных задач, применение в помещениях
1:16	20–30	0,5–1,5	лабораторные эксперименты, использование в помещении, использование в ограниченном пространстве
1:12	30–40	1–2	мобильные сенсорные платформы, применение в помещениях, применение на открытой местности
1:10	40–55	2–4	применение в помещениях, применение на открытой местности, патрулирование
1:8	50–65	3–6	применение на открытой местности, применение вне участков дорог, патрулирование, доставка грузов
1:6	65–85	6–10	применение на открытой местности, применение вне участков дорог, доставка грузов, доставка оборудования
1:5	80–100	10–15	применение на открытой местности, применение вне участков дорог, доставка грузов, доставка оборудования

Рассматривая потенциальный спектр применения наземных робототехнических систем для решения задач военного назначения целесообразно выделить ряд сфер применения: боевые (разведывательные, ударные, разведывательно-ударные), обеспечивающие, специальные [9; 15–16; 18–19]. В этом контексте целесообразно сгруппировать масштабы существующих радиоуправляемых моделей в сопоставлении с характером выполняемых задач:

а) решение боевых (разведывательных) задач, решение обеспечивающих задач – 1:12 – 1:10;

б) решение боевых (ударных) задач – 1:8 – 1:5;

в) решение обеспечивающих, специальных задач – 1:6 – 1:5.

Параметр грузоподъемности существующих радиоуправляемых моделей наземных транспортных средств имеет важное значение и является одним из ключевых признаков. Грузоподъемность – характеристика, которая напрямую влияет на возможность размещения полезной нагрузки в зависимости от задачи. Величина грузоподъемности в контексте решения инженерной задачи определяется совокупностью конструктивных факторов, таких как тип подвески, тип шасси, прочностные характеристики рамы, энергоемкость силовой установки [10].

Выбор типа шасси наземного робототехнического комплекса имеет важное значение, поскольку оно влияет на характеристику проходимости. Конструктивное исполнение шасси также влияет на мобильность платформы, ее устойчивость и автономность.

Классификация наземных радиоуправляемых моделей обеспечивает выделение ряда групп: а) колесные, б) гусеничные, в) комбинированные. Наиболее распространенными являются колесные шасси, отличающиеся простотой конструкции и высокой скоростью передвижения. Гусеничные шасси характеризуются повышенной проходимостью и устойчивостью, что обусловлено увеличенной площадью контакта с опорной поверхностью. Комбинированные шасси представляют собой компромиссное решение, позволяющее частично объединить преимущества различных типов движителей.

Обобщение результатов экспериментального исследования

В целях обобщения информации о возможности применения радиоуправляемых моделей наземных транспортных средств в целях решения задач военного и двойного назначения было проведено экспериментальное исследование характеристик систем радиоуправления, потенциально возможных к применению в радиоуправляемых моделях. Так, целью эксперимента является сравнительная оценка дальности действия, устойчивости канала управления при использовании различных протоколов управления в условиях, приближенных к реальной эксплуатации. Обеспечение сопоставимости результатов достигнуто за счет использования одинаковой мощности передатчика – 100 мВт.

Методика проведения исследования [2] включала в себя наличие двух типов условий:

а) LOS использование изделия на открытой местности в условиях прямого радиогоризонта);

б) NLOS (использование изделия на открытой местности с наличием препятствий в условиях частичного экранирования).

В качестве исследуемых параметров были определены:

1) максимальная дальность устойчивого управления;

2) наличие задержек при передаче управляющих сигналов;

3) стабильность канала связи (наличие потери пакетов, переход в режим failsafe);

4) характер деградации сигнала при увеличении дистанции между объектом управления и наземной станцией управления. Обобщенные результаты испытаний представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика систем радиоуправления при мощности передатчика 100 мВт

Система управления	**Частотный диапазон, ГГц**	**Дальность в режиме LOS, км**	**Дальность в режиме NLOS, км**
FlySky	2,4	до 0,8	до 0,3
FrSky	2,4	до 1,9	до 0,5
ExpressLRS	2,4	до 4,8	до 1,4
ExpressLRS	0,868	до 11,7	до 4,1
TBS Crossfire	0,868/0,915	до 14	до 6

Результаты экспериментального исследования позволили выявить существенные различия в характеристиках исследуемых систем радиоуправления при одинаковой выходной мощности передатчика. Традиционные протоколы передачи данных в диапазоне 2,4 ГГц (FlySky, FrSky) по результатам исследования демонстрируют ограниченные показатели устойчивости сигнала и дальности его передачи, что не удовлетворяет требованиям, предъявляемым к надежности управления робототехническими комплексами (системами) военного назначения. Так, максимальная дальность устойчивого функционирования в режиме прямой видимости не превышает 1,9 км, в режиме частичного экранирования устойчивость снижается на 73,7 % (до 0,5 км). При этом для данных систем характерна повышенная чувствительность к внешним радиопомехам, что приводит к нестабильности управления и периодическим потерям сигналов.

При использовании систем управления, функционирующих на протоколе ExpressLRS в диапазоне 2,4 ГГц, достигается существенное увеличение дальности сигнала при сохранении требований к устойчивости сигнала (до 4,8 км в режиме прямой видимости). Это обусловлено применением современных алгоритмов передачи данных, обеспечивающих более эффективное использование радиоканала и устойчивость к помехам.

Наиболее высокие показатели были получены при использовании робототехнических систем, функционирующих в диапазоне 868/915 МГц (ExpressLRS и TBS Crossfire). При одинаковой мощности передатчика данные системы обеспечивают дальность устойчивого управления до 14 км в режиме прямой видимости и до 6 км в режиме частичного экранирования. Повышение эффективности обуславливается физическими особенностями

распространения радиоволн в низкочастотном диапазоне (лучшая дифракция). Соответственно, проникающая способность радиоволн обратно пропорциональна их частоте. Снижение частоты приводит к увеличению длины волны, что обеспечивает более эффективное прохождение сигнала через препятствия и снижение потерь при распространении в сложных условиях. В связи с этим системы радиоуправления, функционирующие в диапазоне 868/915 МГц, обладают преимуществом по сравнению с системами диапазона 2,4 ГГц при эксплуатации в условиях экранирования.

Проведенное исследование позволяет сделать вывод, что при равных энергетических параметрах передающих устройств ключевыми факторами, определяющими эффективность радиоуправления, являются используемый протокол передачи данных и частотный диапазон. Применение низкочастотных систем управления позволяет кратно увеличить дальность и надежность робототехнических систем.

Заключение

Таким образом, результаты проведенного исследования позволяют сделать вывод, что радиоуправляемые модели наземных транспортных средств обладают значительным потенциалом их использования для решения задач военного и двойного назначения. Проведенный анализ существующих технических решений позволил определить ключевые конструктивные и функциональные параметры, влияющие на эффективность их использования: масштаб, грузоподъемность, тип подвески и шасси, тип протокола передачи данных и характеристика частотного диапазона. Оптимальный подбор протоколов управления, конструктивных параметров радиоуправляемых моделей наземных транспортных средств позволяет использовать их для решения задач двойного назначения.

Библиографический список

1. Акопов, А. С. Оптимизация характеристик системы интеллектуального управления наземными беспилотными транспортными средствами с использованием генетических алгоритмов / А. С. Акопов, Л. А. Бекларьян // Вестник Российского фонда фундаментальных исследований. – 2024. – № 1. – С. 12–21.

2. Батурин, О. С. Методический подход к оценке систем автономного управления движением наземных робототехнических комплексов военного назначения среднего и тяжелого классов / О. С. Батурин, Е. А. Антохин, Е. В. Ефремов // Национальная безопасность и стратегическое планирование. – 2017. – № 2. – С. 81–86.

3. Бебешев, В. Т. Обеспечение комплексной защиты наземных робототехнических комплексов военного назначения / В. Т. Бебешев, Д. Н. Метелев // Военная мысль. – 2021. – № 2. – С. 115–124.

4. Жуков, А. О. Наземный комплекс управления космическими аппаратами дальнего космоса / А. О. Жуков, К. А. Иванов, М. К. Бондарева // Сибирский аэрокосмический журнал. – 2023. – Т. 24, № 2. – С. 99–108.

5. Заяра, А. В. Моделирование кратных отказов в аппаратуре наземных робототехнических комплексов / А. В. Заяра, А. Р. Абдрахманов // Вестник Военного инновационного технополиса «Эра». – 2023. – № 1. – С. 51–58.

6. Зубов, В. Н., Зеленцов, В. В. Наземные робототехнические комплексы военного назначения. – Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. – 40 с.

7. Иванов, А. А. Перспективы применения беспилотных летательных аппаратов в патрульно-постовой службе полиции // Вестник Московоского университета МВД России. – 2021. – № 5. – С. 45–50.

8. Изотов, А. И. Использование беспилотной транспортной техники в доставке металлопроката и проблемы навигации // Транспорт и информационные технологии в России. – 2024. – № 3. – С. 43–61.

9. Калач, Г. П. Перспективы применения робототехнических комплексов в интересах обеспечения военной безопасности государства / Г. П. Калач, Г. Г. Калач, С. А. Травников // Наука. Общество. Оборона. – 2016. – № 1 (6). – С. 39–42.

10. Колтыков, А. Н. Статистическое моделирование применения наземных робототехнических комплексов военного назначения / А. Н. Колтыков, В. В. Кохан, Е. В. Ефремов // Национальная безопасность и стратегическое планирование. – 2017. – № 1. – С. 39–42.

11. Кузьмичев, А. А. Наземные методы детектирования беспилотных летательных аппаратов / А. А. Кузьмичев, А. А. Кузьмичев // Актуальные исследования. – 2025. – № 21 (256). – С. 70–78.

12. Макаренко, С. И. Противодействие беспилотным летательным аппаратам: монография. – Санкт-Петербург: Наукоемкие технологии, 2020. – 204 с.

13. Михалев, А. С. Концептуальное проектирование интеллектуальной системы поддержки принятия решений по обнаружению потенциально опасных объектов в видеопотоке / А. С. Михалев, А. Н. Меньшенин, А. С. Кузнецов, Е. Д. Кулаков // Современные наукоемкие технологии. – 2024. – № 1. – С. 62–68.

14. Пашков, А. С. Применение робототехнических комплексов в современных вооруженных конфликтах / А. С. Пашков, М. Ю. Захаров // Актуальные исследования. – 2024. – Т. 1, № 4. – С. 46–49.

15. Петров, С. В. Робототехнические средства обезвреживания взрывных устройств: современное состояние и тенденции развития // Специальная техника. – 2022. – № 3. – С. 12–19.

16. Прошутинский, В. В. Формы и способы применения наземных и морских робототехнических комплексов / В. В. Прошутинский, П. Ю. Игнатьев // Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии. – 2021. – № 4. – С. 326–331.

17. Сливицкий, А. Б. Боевые наземные робототехнические комплексы: концептуальные основы, пилотируемо-беспилотное взаимодействие, критические технологии и проблемные вопросы // Авиационные системы. – 2025. – № 6. – С. 52–56.

18. Тачков, А. А. Принципы построения систем автономного управления движением наземных робототехнических комплексов специального назначения / А. А. Тачков, А. В. Козов, Д. С. Яковлев // Робототехника и техническая кибернетика. – 2022. – № 2. – С. 121–132.

19. Федянин, Н. Д. Анализ возможности применения боевых наземных робототехнических комплексов в интересах воздушно-десантных войск // Научный резерв. – 2019. – № 1 (5). – С. 23–27.

20. Цариченко, С. Г. Состояние и проблемы стандартизации и унификации наземных робототехнических комплексов военного назначения / С. Г. Цариченко, Е. А. Антохин, П. Д. Чернова, В. П. Дементей // Робототехника и техническая кибернетика. – 2020. – № 1. – С. 18–23.

Контактная информация:
Полковников Алексей Валерьевич – polkovnikov6990@mail.ru
Жемчужников Александр Васильевич – zemchyg63@yandex.ru

References

1. Akopov, A. S. Optimization of the characteristics of an intelligent control system for ground unmanned vehicles using genetic algorithms / A. S. Akopov, L. A. Beklaryan // Bulletin of the Russian Foundation for Fundamental Research. – 2024. – No. 1. – Pp. 12–21.

2. Baturin, O. S. Methodological approach to assessing autonomous motion control systems for ground-based military robotic complexes of medium and heavy classes / O. S. Baturin, E. A. Antokhin, E. V. Efremov // National Security and Strategic Planning. – 2017. – No. 2. – Pp. 81–86.

3. Bebeshev, V. T. Ensuring comprehensive protection of ground-based military robotic systems / V. T. Bebeshev, D. N. Metelev // Military Thought. – 2021. – No. 2. – Pp. 115–124.

4. Zhukov, A. O. Ground control system for deep space spacecraft / A. O. Zhukov, K. A. Ivanov, M. K. Bondareva // Siberian Aerospace Journal. – 2023. – No. 2. – Vol. 24. – Pp. 99–108.

5. Zayara, A. V. Modeling multiple failures in the equipment of ground-based robotic complexes / A. V. Zayara, A. R. Abdrakhmanov // Bulletin of the Military innovation Technopolis «Era». – 2023. – No. 1. – Pp. 51–58.

6. Zubov, V. N., Zelenetsov, V. V. Ground-based robotic systems for military purposes: a textbook. – Moscow: Publishing House of Bauman Moscow State Technical University, 2011. – 40 p.

7. Ivanov, A. A. Prospects for the use of unmanned aerial vehicles in the police patrol and patrol service // Bulletin of the Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia. – 2021. – No. 5. – Pp. 45–50.

8. Izotov, A. I. The use of unmanned transport equipment in the delivery of metal products and navigation problems // Transport and Information Technologies in Russia. – 2024. – No. 3. – Pp. 43–61.

9. Kalach, G. P. Prospects for the Use of Robotic Systems in Ensuring the Military Security of the State / G. P. Kalach, G. G. Kalach, S. A. Travnikov // Science. Society. Defense. – 2016. – No. 1 (6). – Pp. 39–42.

10. Koltykov, A. N. Statistical modeling of the use of ground-based military robotic systems / A. N. Koltykov, V. V. Kokhan, E. V. Efremov // National Security and Strategic Planning. – 2017. – No. 1. – Pp. 39–42.

11. Kuzmichev, A. A. Ground-based methods for detecting unmanned aerial vehicles / A. A. Kuzmichev, A. A. Kuzmichev // Current Research. – 2025. – No. 21 (256). – Pp. 70–78.

12. Makarenko, S. I. Countering Unmanned Aerial Vehicles: a monograph. – St. Petersburg: Science-Intensive Technologies, 2020. – 204 p.

13. Mikhalev, A. S. Conceptual design of an intelligent decision support system for detecting potentially dangerous objects in a video stream / A. S. Mikhalev, A. N. Menshenin, A. S. Kuznetsov, E. D. Kulakov // Modern High Technologies. – 2024. – No. 1. – Pp. 62–68.

14. Pashkov, A. S. The Use of Robotic Systems in Modern Armed Conflicts / A. S. Pashkov, M. Yu. Zakharov // Current Research. – 2024. – Vol. 1, No. 4. – Pp. 46–49.

15. Petrov, S. V. Robotic means of defusing explosive devices: current state and development trends // Special Equipment. – 2022. – No. 3. – Pp. 12–19.

16. Proshutinsky, V. V. Forms and methods of using ground-based and marine robotic systems / V. V. Proshutinsky, P. Yu. Ignatiev // Almanac of the Perm Military Institute of the National Guard Troops. – 2021. – No. 4. – Pp. 326–331.

17. Slivitsky, A. B. Combat ground robotic systems: conceptual foundations, manned–unmanned interaction, critical technologies and problematic issues // Aviation Systems. – 2025. – No. 6. – Pp. 52–56.

18. Tachkov, A. A. Principles of Designing Autonomous Motion Control Systems for Ground-Based Special-Purpose Robotic Systems / A. A. Tachkov, A. V. Kozov, D. S. Yakovlev // Robotics and Technical Cybernetics. – 2022. – No. 2. – Pp. 121–132.

19. Fedyanin, N. D. Analysis of the possibility of using combat ground-based robotic systems in the interests of airborne troops // Scientific Reserve. – 2019. – № 1 (5). – Pp. 23–27.

20. Tsarichenko, S. G. The state and problems of standardization and unification of ground-based robotic complexes for military purposes / S. G. Tsarichenko, E. A. Antokhin, P. D. Chernova, V. P. Dementey // Robotics and technical cybernetics. – 2020. – No. 1. – Pp. 18–23.

Contact information:
Polkovnikov Alexey Valeryevich – polkovnikov6990@mail.ru
Zhemchuzhnikov Alexander Vasilyevich – zemchyg63@yandex.ru

Поступила в редакцию: 07.05.2026
Принята к публикации: 30.09.2026

УДК 37.015.31

https://elibrary.ru/upruda

UPRUDA

МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ ЛИЧНОСТИ ВОЕННОГО СПЕЦИАЛИСТА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Балахонов П. Н.[1]

[1]Военный учебно-научный центр Военно-Морского Флота «Военно-морская академия имени Адмирала флота Советского Союза Н. Г. Кузнецова», Санкт-Петербург, Россия.

В статье представлен метод формирования структуры личности военного специалиста на основе информационного подхода. Синтез структуры личности произведен путем подбора соответствующих друг другу педагогических и психологических категорий, участвующих в процессах воспитания и обучения.

Ключевые слова: структура личности; обучение и воспитание; образовательный процесс; социальные и профессиональные нормы; способности; направленность личности.

Для цитирования: Балахонов П. Н. Метод формирования личности военного специалиста в образовательном процессе / Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии Российской Федерации. Выпуск 6(26) (октябрь 2026). С. 107–120.

METHOD OF FORMING THE PERSONALITY OF A MILITARY SPECIALIST IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Balakhonov P. N.[1]

[1]Naval Academy named after Admiral of the Fleet of the Soviet Union N. G. Kuznetsov, St. Petersburg, Russia.

This article presents a method for developing the personality structure of a military specialist based on an information-based approach. The personality structure was synthesized by selecting corresponding pedagogical and psychological categories involved in the processes of education and training.

Keywords: personality structure; training and education; educational process; social and professional norms; capabilities; personality orientation.

Введение

Актуальность темы исследования

Трансформация общества, происходящая в нашей стране в последние 30 лет, в первую очередь затрагивает систему образования, как элемент воспроизводства общества. Глубинные изменения коснулись даже таких основных понятий, как «воспитание», «обучение» и «образование». Согласно ФЗ-273 «Об образовании в Российской Федерации» процесс образования состоит из двух процессов: воспитания и обучения. В упрощенном виде он представлен на рисунке 1.

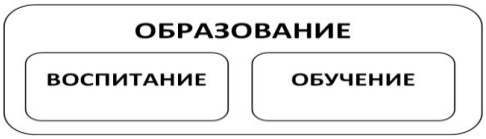


Рисунок 1 – Соотношение воспитания, обучения и образования в РФ

Однако так было не всегда. Например, в Малой Советской Энциклопедии[10] 1958 года и в Педагогической энциклопедии 1964 года [9] напрямую указано, что воспитание включает в себя образование и обучение. В упрощенном виде это соотношение представлено на рисунке 2.

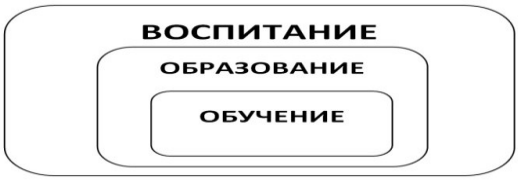


Рисунок 2 – Соотношение воспитания, обучения и образования в СССР

Такое соотношение было возможно благодаря тому, что воспитанием (формированием личности) занималось все общество. В 1993 году в статье 2 Конституции Российской Федерации права и свободы человека были объявлены высшей ценностью. В статье 23 было закреплено право на неприкосновенность частной жизни, что исключило возможность членов общества заниматься воспитанием и поручило этот важный процесс образовательным организациям.

С вступлением в 2003 году России в Болонское соглашение и последующим введением в 2010 году ФГОС-3 образование нашей страны перешло на компетентностный подход. Если в СССР результатами профессионального образования были знания, умения и навыки, отражающие результаты обучения, то в РФ результатами профессионального образования стали компетенции, которые состоят из способностей заниматься трудовой деятельностью и проверяются через оценку знаний, умений и навыков. В педагогических словарях [7; 8; 10; 12] к способностям относят знания, умения и навыки.

Таким образом, в настоящее время в образовании индицируются и контролируются только результаты обучения. А результаты воспитания, возложенные на образовательные организации, остаются бесконтрольными. Отсутствие возможности объективно оценивать результаты воспитания на всех уровнях образования привело российское общество к возможности насаждения в нем деструктивной западной идеологии, описанной в Указе Президента РФ «Об утверждении основ государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей».

Распространение деструктивных западных идей создало условия для саморазрушения общества. Последствия их воздействия наглядно прослеживаются на Украине, где на государственном уровне была принята идеология фашизма, приведшая к сокращению населения страны более чем в 2 раза.

В пункте 19 своего Указа[11] Владимир Владимирович Путин напрямую возлагает на образовательные учреждения решение проблем противодействия деструктивной западной идеологии путем совершенствования методов воспитания и образования.

Целью исследования является разработка метода формирования личности военного специалиста в образовательном процессе, позволяющего диагностировать степень достижения воспитательных целей.

Научной задачей исследования является определение информационной составляющей структуры личности, объясняющей взаимное протекание процессов воспитания и обучения.

Научная новизна исследования состоит в представлении личности военного специалиста в виде информации, записанной в его память, а процессов воспитания и обучения – в виде единого взаимосвязанного информационного потока.

[10]Малая Советская Энциклопедия. Том 2 (Буковые-Горняк). – Москва: Советская энциклопедия, 1958. – 1274 с.

[11]Указ Президента Российской Федерации от 09 ноября 2022 года № 809 «Об утверждении Основ государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей», 2022 – 10 с. – URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/48502?%20erid=LjN8K8S (дата обращения: 28.07.2026).

Методологической основой исследования определен информационный подход, позволивший представить личность в виде информации, записанной в память специалиста.

Методами исследования являются методы анализа и синтеза, метод абстрагирования, метод абдукции, метод аналогии, исторический метод, метод сравнения и метод обобщения.

Основная часть

В Большой Советской Энциклопедии даны определения индивида и личности. Индивид – отдельный организм, особь[12]. Личность – человеческий индивид, как субъект отношений и сознательной деятельности. В общей психологии под личностью подразумевается некоторое ядро, интегрирующее начало, связывающее воедино различные психические процессы индивида и сообщающие его поведению необходимую последовательность и устойчивость[13].

В Большой Российской энциклопедии личность определена как человек – автономный носитель и субъект культуры, исторически сложившихся форм мироотношения, которые он реализует в своей деятельности[14]. А культура – как исторически сложившийся образ жизни людей, включающий в себя ценности и нормы, верования и обряды, знания и умения, обычаи и установления, технику и технологии, способы мышления, деятельности, взаимодействия и коммуникации[15] и т. д.

Данные определения позволяют представить личность, как набор информации, содержащей социальные и несоциальные нормы, записанные в памяти индивида, как указано на рисунке 3.



Рисунок 3 – Личность индивида

Социальные нормы описывают правила взаимодействия с другими людьми (ценности, нормы, обычаи и установления, взаимодействия, коммуникации и т. п.). А несоциальные нормы – правила взаимодействия с окружающим миром (знания, умения, технику и технологии, способы мышления, деятельности и т. п.). При получении индивидом профессионального образования несоциальные нормы становятся профессиональными нормами и отражают правила взаимодействия с оружиями труда, как указано на рисунке 4.



Рисунок 4 – Личность специалиста

Социальные нормы обеспечивают жизнь человека в обществе, а профессиональные нормы обеспечиваю возможность принесения специалистом пользы этому обществу.

Исследования выдающегося советского психолога, врача-невролога и одного из основателей нейропсихологии Александра Романовича Лурии, занимавшегося лечением ранений в голову во время Великой Отечественной войны, позволили физически определить местоположение блока памяти, отвечающего за личность – это лобные доли головного мозга [6]. Схематически это представлено на рисунке 5.

[12] Большая Советская Энциклопедия. Том 18. – Москва, 1953. – 620с.
[13] Большая Советская Энциклопедия. Том 14. – Москва, 1973. – 624 с.
[14] Большая Российская энциклопедия. Том 17. – Москва, 2010. – 783 с. – ISBN: 978-5-85270-350-7.
[15] Большая Российская энциклопедия. Том 16. – Москва, 2010. – 751 с. – ISBN: 978-5-85270-347-7.



Рисунок 5 – Местоположение информации о личности специалиста

Именно в лобных долях находится мощный аппарат, позволяющий формировать и сохранять намерения, формировать программы действий, регулировать их протекание и контролировать их успешное выполнение [11].

При этом в левой лобной доле специалиста записаны социальные нормы, а в правой – профессиональные нормы, как указано на рисунке 6.

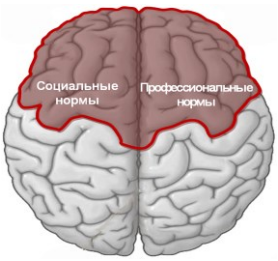


Рисунок 6 – Размещение информации, составляющей личность, в лобных долях головного мозга

Такое размещение информации, составляющей личность, подтверждает ранение головы, которое получил американский железнодорожный мастер Финеас Гейдж 13 сентября 1848 года. Несчастный случай произошел при утрамбовке заряда в отверстие для подрыва скалы из-за ошибки помощника, не насыпавшего песок поверх пороха. Гейдж ударил железным ломом длиной более одного метра и толщиной в три сантиметра непосредственно по отверстию с порохом, чем вызвал искру, подорвавшую заряд. В результате взрыва пороха лом пронзил голову Гейджа, войдя в левую щеку и выйдя около темени, пролетев при этом порядка 25 метров. Несмотря на такую травму головы Гейдж выжил и через два месяца смог вернуться к активному образу жизни. Он прожил после этого случая почти 12 лет. Травма, полученная Финеасом Гейджем представлена на рисунке 7.

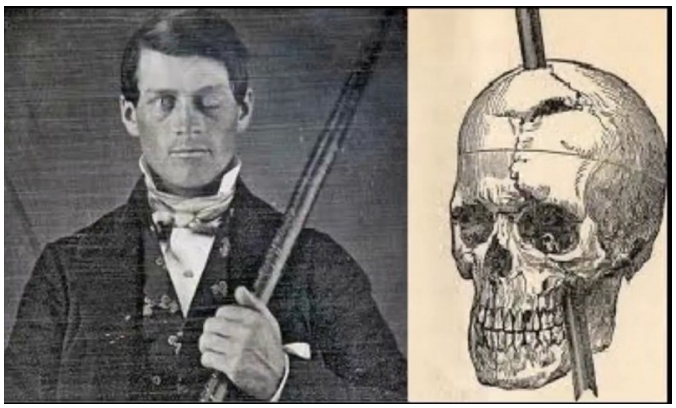


Рисунок 7 – Травма Финеаса Гейджа [23]

Как видно из рисунка 7, лом задел левую лобную долю головного мозга. Травма не убила Гейджа, но навсегда изменила свойства его личности, его отношение к себе и окружающим. До получения травмы Финеас был тактичным и уравновешенным человеком, хорошим работником. После травмы он стал невыдержанным, непочтительным и нерешительным. Он сменил род деятельности и стал зарабатывать себе на жизнь, демонстрируя свое увечье [11].

Формирование норм личности

По мнению Ирины Алексеевны Зимней [3] и Ивана Павловича Подласого [16] образование подразумевает передачу накопленного опыта от старших поколений к младшим.

При этом И. А. Зимняя относит передачу опыта к процессу обучению, а И. П. Подласый к процессу воспитания. По мнению кафедры организации и методики образовательного процесса ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия», в профессиональном образовании происходит передача социального и профессионального опыта, как указано на рисунке 8.

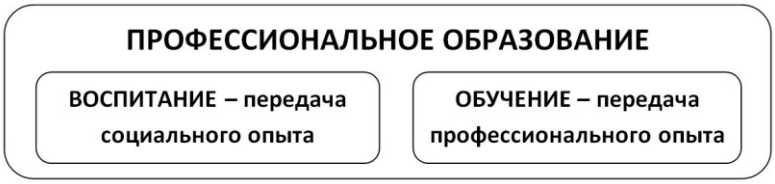


Рисунок 8 – Структура профессионального образования по мнению кафедры организации и методики образовательного процесса

При этом передача социального опыта происходит в процессе воспитания, а передача профессионального опыта происходит в процессе обучения. Таким образом, педагогический процесс, состоящий из воспитания и обучения, формирует нормы личности специалиста, как указано на рисунке 9.

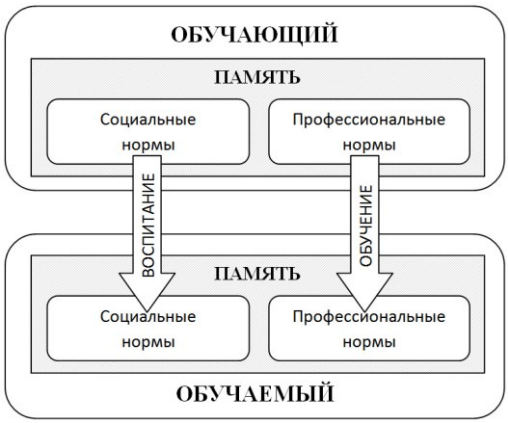


Рисунок 9 – Формирование норм личности специалиста

Следовательно, с точки зрения информационного подхода, процесс воспитания специалиста – это перезапись социальных и профессиональных норм с личности обучающего в личность обучаемого.

Из вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

– накапливаемые и передаваемые обществом знания носят характер социальных и несоциальных (производственных) норм;

– запись в память человека социальных норм делает из человеческого индивида личность путем воспитания;

– запись в память человека производственных норм делает из личности специалиста путем обучения.

Содержание профессиональных норм

Содержанием профессиональных норм при компетентностном подходе в образовании являются способности – качества личности, определяющие успешность овладения определенной деятельностью [8]. В педагогических словарях [7; 8; 10; 12] к способностям относят знания, умения и навыки, которые являются по мнению Александра Михайловича Новикова репродуктивным уровнем развития способностей. К творческому уровню развития способностей он относит талант [8].

Таким образом, профессиональные нормы, передаваемые от обучающего к обучаемому (репродуктивный уровень), содержат знания, умения и навыки, называемые способностями.

Согласно [7; 10; 12], знания – это отражение в сознании человека окружающей его действительности. Запись знаний об окружающей действительности в память человека происходит посредством органов чувств (зрение, слух, обоняние, вкус, осязание, равновесие).

Согласно [7; 8; 10; 12], умения – это способность применить знания на практике. То есть произвести действие на основе усвоенных правил (норм).

Согласно [7; 8; 12], навыки – это умения, доведенные до автоматизма. Навыки приобретаются путем многократного повторения действий и не требуют контроля сознания.

Таким образом, блок памяти личности, отвечающий за профессиональные нормы, схематично может выглядеть, как представлено на рисунке 10.

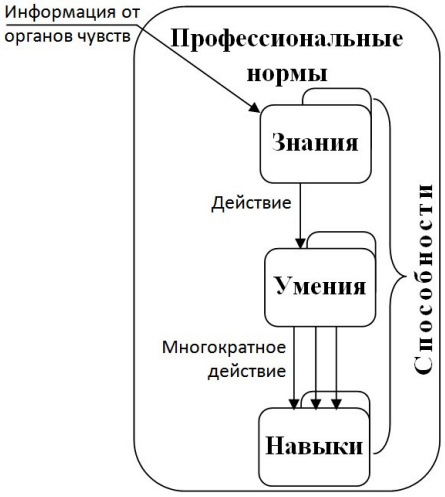


Рисунок 10 – Профессиональные нормы как блок памяти личности

Информация об окружающем мире отражается на рецепторах органов чувств и записывается в память личности, формируя знания. Применение знаний через действие формирует умение, а многократное повторение действия формируют навык. Совокупность знаний, умений и навыков, записанных в личности человека, называется способностями. Способности специалиста являются результатом его обучения и позволяют ему заниматься профессиональной деятельностью.

Содержание социальных норм

Социальные нормы формируются воспитанием и несут целеполагающую функцию, формируя цели личности и способы их достижения. А так как человек является элементом социальной системы, то цели личности прямо или косвенно направлены на общество и являются предметом социализации.

По мнению знаменитого советского психолога Сергея Леонидовича Рубинштейна воспитание неотрывно от обучения: «Обучая мы воспитываем, воспитывая мы обучаем» [19].

Исходя из вышеизложенного, можно предположить, что процессы воспитания и обучения идут параллельно, а элементы воспитания соответствуют элементам обучения с привнесенными в них целями развития личности.

В словаре А. М. Новикова дано определение воспитания. Воспитание – развитие направленности личности – процесс и результат [8]. В основе направленности личности лежит мировоззрение.

В словаре практического психолога, составленного Сергеем Юрьевичем Головиным, дано следующее определение: мировоззрение – это отражение, общее понимание мира, человека, общества и ценностное отношение к ним [15]. Исходя из определения знания, данного выше, получается, что:

$$\text{мировоззрение} = \text{знание} + \text{ценностное отношение} \quad (1)$$

Ценностное отношение к предмету знания формируется через осознание потребности. В теории личности американского психолога Абрахама Маслоу потребности человека формируют иерархию потребностей, представленную в виде пирамиды (рисунок 11).

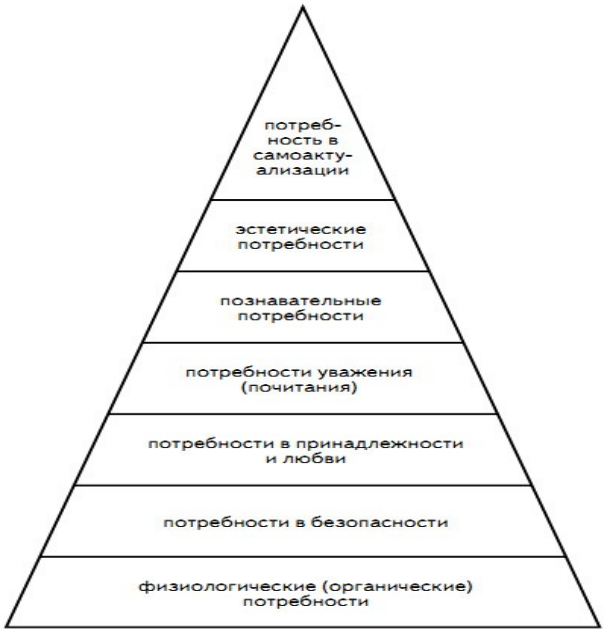


Рисунок 11– Иерархия потребностей в теории личности А. Маслоу [13]

Потребности формируются снизу вверх в процессе их осознания. Если человек представляет собой высокоразвитую личность, то главной для него становится потребность в самоактуализации. Узнав планы человека на жизнь, можно выяснить уровень его потребностей, а следовательно, и уровень развития личности. Показателем развития личности также может быть горизонт планирования (на сколько лет человек спланировал свою жизнь).

Потребности через органы чувств становятся знаниями (осознанная потребность), а потом записываются в мировоззрение в виде ценностей.

Если получаемая от органов чувств информация не противоречит имеющимся знаниям, записанным в мировоззрение, то она дописывается в общую картину мира, формируя положительные эмоции. Если противоречит, то она либо отвергается, либо изменяет мировоззрение, формируя отрицательные эмоции. Эмоции играют роль механизма, позволяющего оценить степень достижения цели личности, сформированной мировоззрением. Так, например, информация может вызвать эмоциональное состояние, называемое стрессом. Когда личность категорически отказывается формировать из полученного знания мировоззрение. По эмоциям можно судить о том, формируется ли мировоззрение из полученных знаний. Именно поэтому эмпатия находится в числе профессионально-важных качеств педагога и других профессий, связанных с управлением людьми [10]. Процесс формирования мировоззрения из знаний путем добавления к ним ценностного отношения представлен на рисунке 12.

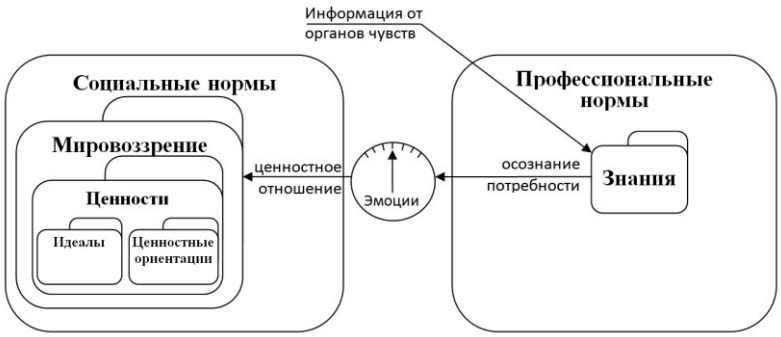


Рисунок 12 – Формирование мировоззрения

Ценности являются компонентами мировоззрения [8]. Те знания, которые сопровождались наиболее сильными положительными эмоциями при записи в мировоззрение попадают в раздел мировоззрения, обозначенный как ценности. Именно

поэтому народная мудрость предлагает родителям особенно важные и правильные знания передавать детям во время еды. Еда вызывает положительные эмоции, которые гарантируют запись подаваемых с едой знаний в мировоззрение. В воинской части особую эффективность имеют агитационные плакаты, вывешенные в столовой.

По мнению А. М. Новикова в состав ценностей входят идеалы и ценностные ориентации. Идеал формирует цель совершенствования личности, а ценностные ориентации обозначают способы ее достижения. Ценностные ориентации являются факторами, непосредственно вызывающими побуждение человека к действию [8].

После того, как знание прошло эмоциональный контроль и было записано в мировоззрение, оно побуждает действие, окрашенное ценностным отношением – поступок. Если цель поступка достигнута, то возникает умение. То есть умение возникает не напрямую из знаний путем действия, как показано на рисунке 8, а через осознание потребности, формирование ценностного отношения и ценностной ориентации, как показано на рисунке 13.

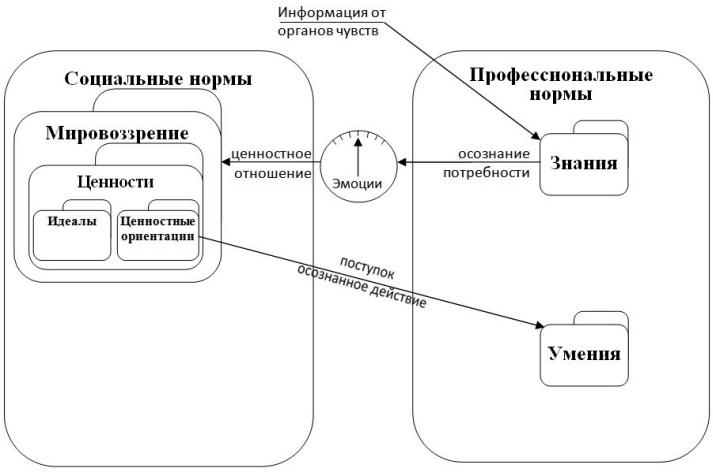


Рисунок 13 – Формирование умений

Знания, не прошедшие проверку эмоциями и не попавшие в мировоззрение не могут сформировать умение, так как отбрасываются после их получения. Так, например, ученик, непонимающий для чего ему нужен материал, излагаемый преподавателем, не осознает потребности в его применении. Следовательно, действовать на его основе он не будет и даже не запомнит его. А умение, соответствующее этим знаниям, не будет сформировано. Поэтому очень важна обратная связь преподавателя с учениками через эмоции. Такая связь возможна только при небольшом наполнении группы. Американский психолог Джордж Миллер выявил закономерность, что число элементов, одновременно удерживаемых в сознании человека, не может превышать 7+/-2 элемента. В армии минимальное подразделение – отделение, оно состоит из 10 человек. Раньше должность так и называлась – десятник. Усвоение материала в учебных группах, превышающих 10 человек, значительно снижается, т. к. преподаватель лишен возможности контроля через эмоции.

После того, как умение сформировано человек посредством поведения начинает его применять в соответствии со своими ценностями (убеждениями) и мотивами (целями). Умение с ценностным отношением формирует социальную роль. Социальная роль – это социальная функция, совокупность способов поведения, нормированных общественными ценностями, предписанная человеку, занимающему определенное положение в обществе [13–15].

Исходя из определения умения, данного выше, получается, что:

$$\text{социальная роль} = \text{умение} + \text{ценностное отношение} \quad (2)$$

Ценностное отношение к предмету умения формируется через поведение. Поведение человека всегда общественно обусловлено и является действиями человека по отношению к обществу, другим людям и предметному миру, рассматриваемыми со стороны их регуляции общественными нормами нравственности и права [2].

Роль механизма, позволяющего оценить степень достижения цели личности, сформированной социальной ролью играют чувства. Чувства – это устойчивые эмоциональные отношения человека к явлениям действительности, отражающие значения этих явлений в связи с его потребностями и мотивами; высший продукт развития эмоциональных процессов в общественных условиях. В отличии от эмоций, связанных с конкретными ситуациями чувства выделяют в воспринимаемой и представляемой действительности явления, имеющие для человека стабильную потребностно-мотивационную значимость [2].

Процесс формирования социальной роли из умений путем добавления к ним ценностного отношения представлен на рисунке 14.

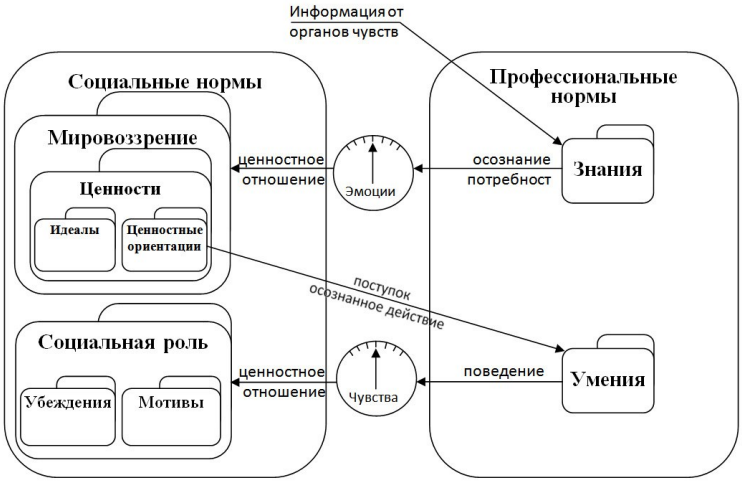


Рисунок 14 – Формирование социальной роли

Мотивы и убеждения являются компонентами социальной роли, где ценности личности, подкрепленные действием через умения, пройдя чувственный контроль, становятся убеждениями, а мотивы являются целью, ради которой совершается деятельность человека. Положительные чувства подкрепляют социально-значимое поведение, а отрицательные тормозят его. Одним из наиболее важных чувств является совесть – чувство нравственной ответственности за свое поведение перед окружающими людьми, обществом[16].

Совесть не позволяет общественно-опасному поведению укрепиться в социальных ролях. Интересное наблюдение по поводу совести сделал Лев Николаевич Толстой в своем исследовании «Почему люди одурманиваются?» [17], где напрямую связал употребление одурманивающих веществ (водки, вина, пива, гашиша, опиума, табака, эфира, морфина, мухомора) с необходимостью отключения совести, мешающей совершать действия, несущие вред другим людям и обществу. По всей видимости, одурманивающие вещества так же действуют на все остальные чувства, отключая их. Именно поэтому здоровый образ жизни подразумевает исключение одурманивающих веществ из употребления. США и западным странам, ведущим против России гибридную войну выгодно внушить нашему обществу необходимость употребления алкоголя и табака, ведь они, отключая совесть, позволяют употребляющим их людям наносить вред нашему обществу.

Под влиянием социальной роли специалист участвует в деятельности, то есть совершает многократные действия, формирующие навык. Таким образом, навык возникает не напрямую из умений путем многократного действия, как показано на рисунке 10, а через осознание своей социальной роли, как показано на рисунке 15.

Умение, не несущее пользы, формирует неодобренное чувствами поведение, которое может быть записано в социальную роль и стать навыком только при регулярном употреблении одурманивающих веществ. В противном случае, умение, не несущее социальной пользы, не может стать навыком, так как блокируется негативными чувствами.

[16] Ожегов, С. И. Словарь русского языка: 70000 слов / под ред. Н. Ю. Шведовой. – 21-е изд., перераб. и доп. – Москва: Рус.яз., 1989. – 924с. – ISBN 5-200-00-48-3.

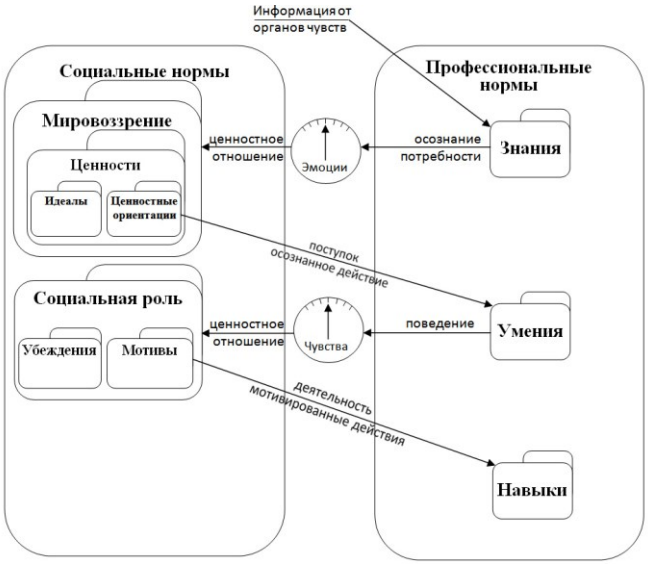


Рисунок 15 – Формирование навыков

Характер – индивидуальная, достаточно устойчивая система привычных способов поведения в определенных условиях. В формировании характера человека ведущую роль играют формы социальных взаимоотношений [8].

Исходя из определения навыков, данного выше, получается, что:

$$\text{характер} = \text{навыки} + \text{ценностное отношение} \quad (3)$$

Исполняя социальную роль, человек многократно повторяет действия, побуждаемые мотивами и соответствующие его убеждениям. Эта деятельность формирует навыки – умения, доведенные до автоматизма и не требующие контроля сознания. Длительное использование навыков формирует привычку – сложное, освоенное в результате обучения, механически выполняемое, автоматизированное действие, не сопровождающееся какими-либо ясно выраженными мыслями или переживаниями. Процесс образования привычки (привыкание) происходит в результате адаптации к некоторым условиям или ситуации [13].

Роль механизма, позволяющего оценить степень формирования характера, играет воля. Воля – форма внутреннего контроля со стороны человека его собственного поведения, связанного с его сознанием и мышлением, с принятием решений и их последующим выполнением. Предпосылкой к началу развития воли у детей становится, получение ими удовольствия от того, что ими достигнута поставленная перед собой цель за счет собственных усилий и самостоятельного преодоления препятствий. Ребенок начинает стремиться самостоятельно доводить начатое до конца, заявляет «я сам», отказывается от посторонней помощи и многократно, настойчиво повторяет свои действия, направленные на достижение цели [13].

Люди без твердых убеждений не могут иметь твердого характера: их поведение будет определяться внешними обстоятельствами. Про целеустремленных людей говорят, что они обладают «сильным» или «волевым» характером. Сильный характер подразумевает сильную волю, а сильная воля является неотъемлемой частью сильного характера [4].

Критерием воли являются побуждения. К ним относятся влечения, желания, склонности, порывы и стремления. Показатели воли – ценность, сила и длительность побуждений. Влечения носят неопределенный характер и не обладают ни ценностью, ни силой, ни длительностью побуждений. Желания не имеют высокой ценности, могут быть сильными, но теряют силу при удовлетворении. Интересы несут в себе избирательную ценность, но не обладают ни силой, ни длительностью. Склонности обладают длительным характером и ценностью, но обделены силой. Порывы имеют силу и ценность, но кратковременны. И только стремления, осознанные по цели, с выраженными волевыми усилиями и длительные по времени [8].

Критерии воли представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Побуждения (критерии воли)

№ п/п	Побуждения	Ценность	Сила	Длительность	Вес
1	Влечения	–	–	–	0
2	Желания	–	+	–	1
3	Интересы	+	–	–	1
4	Склонности	+	–	+	2
5	Порывы	+	+	–	2
6	Стремления	+	+	+	3

Процесс формирования характера из навыков путем добавления к ним ценностного отношения представлен на рисунке 16.



Рисунок 16 – Формирование характера

Воля запускает привычку путем формирования побуждений. Ценностное отношение к привычке формирует паттерн (от англ. pattern – модель, образец) – набор стереотипных поведенческих реакций, шаблон, по которому мыслит и действует человек, чтобы достичь результатов. Паттерн позволяет упростить работу человеческого мозга и ускорить прохождение когнитивных процессов [25].

Термин паттерн в психологии впервые ввел в 1933 году американский психолог Гордон Уиллард Олпорт. Если привычка – автоматизированное действие, не сопровождающееся какими-либо ясно выраженными мыслями или переживаниями, то паттерн – это более сложная модель поведения, которая может включать в себя несколько привычек, а также связанные с ними мысли и эмоции, обеспечивая ценностное отношение к ситуации и произведенным действиям. Побуждения и паттерны формируют характер. По мнению Г. У. Олпорта характер – этическое понятие, позволяющее комплексно оценивать личности и их поступки.

По выбору паттернов в профессиональной деятельности специалиста можно судить о степени достижения воспитательных целей образования. Для этого будущему специалисту предлагается тест, в котором для решения сложной этической ситуации необходимо выбрать один из паттернов соответствующий определенной степени корреляции с мнением коллектива выпускающей кафедры о возможности его применения в данной ситуации [1].

Заключение

Итоги исследования

В результате сопоставления этапов воспроизводства профессиональных и социальных норм мы получили метод формирования личности военного специалиста в образовательном процессе. Если воспроизводство профессиональных норм репродуктивного уровня способностей – знаний, умений и навыков было изучено и закреплено в руководящих документах в виде компетенций, то формирование личности в части, касающейся

социальных норм, было исследована слабо. В проведенном исследовании восстановлена структура формирования социальных норм в результате сопоставления определений из педагогических и психологических словарей структуре профессиональных норм исходя из принципа единства воспитания и обучения. Это позволило уточнить и конкретизировать этапы воспитательного процесса, сформулированные Татьяной Андреевной Ильиной и Иваном Павловичем Подласым, представленные на рисунке 17.



Рисунок 17 – Система этапов воспитания (по Т. А. Ильиной и И. П. Подласому) [23]

Полученный в результате исследования метод является расширением представленной системы в части, касающейся этапов формирования чувств применительно к образовательному процессу (рисунок 16).

Достоверность полученных результатов обеспечивается обоснованным выбором исходных данных, допущений и ограничений при формулировании научной задачи, использованием апробированных методов научного исследования, правильным подбором объектов (единиц) наблюдения и измерения, и подтверждается высокой сходимостью теоретически полученных результатов с наблюдениями и практическими данными.

Апробация полученных результатов. Результаты исследований апробированы и реализованы: в ходе докладов и обсуждений на всероссийских и межвузовских конференциях (3 доклада), а также в ходе педагогического эксперимента [18].

Библиографический список

1. Балахонов, П. Н. Способ оценивания степени достижения воспитательных целей при подготовке специалистов Военно-Морского Флота / П. Н. Балахонов, В. И. Бегун // Вестник Академии военных наук. – 2025. – № 4 (93) – С. 112–119.

2. Большой психологический словарь / Б. Г. Мещеряков, В. П. Зинченко; 3-е изд. доп. и перераб. – Санкт-Петербург: Прайм-Еврознак, 2002. – 672 с.

3. Грохольская, О. Г. Преемственность опыта поколений в анализе смыслового контекста образования // Теоретическая и экспериментальная психология. – 2014. – Т. 7, № 1. – С. 84–91.

4. Зыкова, Н. Ю. Волевая регуляция как фактор психологического благополучия личности / Н. Ю. Зыкова, Н. П. Грачев // Вестник ВГУ: серия Право. – 2025. – № 2 (61). – С. 330–332.

5. Коломиец, О. М. Методологические основы становления национальной системы воспитания в современных условиях развития России // Мир науки, культуры, образования. – 2024. – № 2 (105). – С. 318–320.

6. Лурия, А. Р. Лобные доли и регуляция поведения / Лобные доли и регуляция психических процессов // Под ред. А. Р. Лурия, Е. Д. Хомской. – Москва: Московский университет, 1966. – С. 7–38.

7. Педагогика высшей школы. Терминологический словарь-справочник / сост. Кунцевич З. С. – Витебск: ВГМУ, 2008. – 43с.

8. Педагогика: словарь системы основных понятий / А. М. Новиков. – Москва: Издательский центр ИЭТ, 2013. – 268 с.

9. Педагогическая энциклопедия / гл. ред. И. А. Каиров и Ф. Н. Петров. – Москва: Советская энциклопедия. – 1964. – 832 с.

10. Педагогический словарь / [авт.-сост.: В. И. Загвязинский и др.]; под ред. В. И. Загвязинского, А. Ф. Закировой. – Москва: Академия, 2008. – 343 с.

11. Плужников, И. Ключевые подходы к проблеме личности в нейропсихологии // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. – 2014. – № 3. – С. 8–17. – URL: https://rucont.ru/efd/340932 (дата обращения: 30.08.2026).

12. Профессионально-педагогические понятия: Словарь / сост. Г. М. Романцев, В. А. Федоров, И. В. Осипова, О. В. Тарасюк; под ред. Г. М. Романцева. – Екатеринбург: РГППУ, 2005. – 456с. – ISBN 5-8050-0168-3.

13. Психологический словарь / Р. С. Немов. – Москва: ВЛАДОС, 2007. – 560с. – ISBN 978-5-691-01515-1.

14. Словарь основных терминов. Психология: уч. пособие для студ./ П. М. Магдилова, З. Р. Омарова. – Махачкала: МАДИ, 2015 – 55с.

15. Словарь практического психолога / С. Ю. Головин; около 2000 терминов. – Минск: Харвест, 2001. – 800 с. – ISBN 98513-0374-7.

16. Старшее поколение современной России / под общ. ред. проф. З. Х. Саралиевой. – Н. Новгород: Нижегородский университет им. Н. И. Лобачевского, 2021. – 779 с.

17. Толстой, Л. Н. Для чего люди одурманиваются: монография. – Москва: Посредник, 1906. – 32 с.

18. Усовершенствование организации образовательного процесса в группах дополнительного профессионального образования: отчет о проведении педагогического эксперимента. – Санкт-Петербург: ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия», 2024. – 66с.

19. Якиманская, И. С. Значение трудов С. Л. Рубинштейна для психологии образования // Теоретическая и экспериментальная психология. – 2014. – Т. 7, № 1. – С. 84–91.

20. Allport, G. W. Pattern and growth in personality. – N. Y.: Holt, Rinehart and Winston, 1961. – 593 с.

Контактная информация:
Балахонов Павел Николаевич – vunc-vmf@mil.ru

References

1. Balakhonov, P. N. A Method for Assessing the Degree of Achievement of Educational Goals in the Training of Navy Specialists / P. N. Balakhonov, V. I. Begun // Bulletin of the Academy of Military Sciences. – 2025. – No. 4 (93). – Pp. 112–119.

2. Large Psychological Dictionary / B. G. Meshcheryakov, V. P. Zinchenko; 3rd ed., revised and expanded. – Saint Petersburg: Prime-Euroznak, 2002. – 672 p.

3. Groholskaya, O. G. Continuity of the experience of generations in the analysis of the semantic context of education // Theoretical and Experimental Psychology. – 2014. – Vol. 7, No. 1. – Pp. 84–91.

4. Zykova, N. Yu. Volitional Regulation as a Factor of Psychological Well-Being of the Individual / N. Yu. Zykova, N. P. Grachev // Vestnik VSU: Series «Law». – 2025. – No. 2 (61). – Pp. 330–332.

5. Kolomiets, O. M. Methodological Foundations of the Formation of a National System of Education in the Current Conditions of Russia’s Development // The World of Science, Culture, and Education. – 2024. – No. 2 (105). – Pp. 318–320.

6. Luria, A. R. Frontal Lobes and the Regulation of Behavior / Frontal Lobes and the Regulation of Mental Processes // Edited by A. R. Luria, E. D. Khomskaya. – Moscow: Moscow University, 1966. – Pp. 7–38.

7. Pedagogy of Higher Education. Terminological Dictionary-Reference Book / compiled by Kuntsevich Z. S. – Vitebsk: VSMU, 2008. – 43 p.

8. Pedagogy: a dictionary of the system of basic concepts / A. M. Novikov. – Moscow: Publishing Center IET, 2013. – 268 p.

9. Pedagogical Encyclopedia / chief editors: I. A. Kairov and F. N. Petrov. – Moscow: Soviet Encyclopedia. – 1964. – 832 p.

10. Pedagogical Dictionary / [author-compilers: V. I. Zagvyazinsky et al.]; edited by V. I. Zagvyazinsky and A. F. Zakirova. – Moscow: Academy, 2008. – 343 p.

11. Pluzhnikov, I. Key approaches to the problem of personality in neuropsychology // Vestnik Moskovskogo universiteta. Series 14. Psychology. – 2014. – No. 3. – Pp. 8–17. – URL: https://rucont.ru/efd/340932 (accessed: 30.08.2026).

12. Professional and Pedagogical Concepts: Dictionary / compiled by G. M. Romantsev, V. A. Fedorov, I. V. Osipova, O. V. Tarasyuk; edited by G. M. Romantsev. – Yekaterinburg: RGPPU, 2005. – 456 p. – ISBN 5-8050-0168-3.

13. Psychological Dictionary / R. S. Nemov. – Moscow: VLADOS, 2007. – 560 p. – ISBN 978-5-691-01515-1.

14. Dictionary of basic terms. Psychology: study guide for students / P. M. Magdilova, Z. R. Omarova. – Makhachkala: MADI, 2015 – 55 p.

15. Dictionary of a Practical Psychologist / S. Yu. Golovin; about 2,000 terms. – Minsk: Kharvest, 2001. – 800 p. – ISBN 98513-0374-7.

16. The Older Generation in Modern Russia / edited by Prof. Z. Kh. Saralieva. – N. Novgorod: N. I. Lobachevsky Nizhny Novgorod University, 2021. – 779 p.

17. Tolstoy, L. N. Why Do People Get Intoxicated: a monograph. – Moscow: Posrednik, 1906. – 32 p.

18. Improving the organization of the educational process in groups of additional professional education: a report on the conduct of a pedagogical experiment. – Saint Petersburg: VUNTS of the Navy «Naval Academy», 2024. – 66 p.

19. Yakimanskaya, I. S. The significance of S. L. Rubinstein's works for the psychology of education // Theoretical and Experimental Psychology. – 2014. – Vol. 7, No. 1. – Pp. 84–91.

20. Allport, G. W. Pattern and growth in personality. – N. Y.: Holt, Rinehart and Winston, 1961. – 593 p.

Contact information:
Balakhonov Pavel Nikolaevich – vunc-vmf@mil.ru

Поступила в редакцию: 07.07.2026
Принята к публикации: 30.09.2026

УДК 378.147:355.23

https://elibrary.ru/meinga

MEINGA

КОНЦЕПЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОГНИТИВНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ КУРСАНТОВ ВОЕННОГО ИНЖЕНЕРНОГО ВУЗА

Васильева Е. Н.[1], Семенова Н. В.[2]

[1]Тюменское высшее Военно-инженерное командное ордена Кутузова училище имени маршала инженерных войск А. И. Прошлякова, Тюмень, Россия.
[2]Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения», Тюмень, Россия.

В статье представлен концептуальный подход к формированию когнитивно-исследовательской компетенции курсантов военных инженерных вузов, реализуемый в процессе деятельности военно-научного общества. В качестве теоретико-методологической основы формирования когнитивно-исследовательской компетенции курсантов военного инженерного вуза рассматриваются положения: субъектно-деятельностного, компетентностного, личностно-ориентированного и системного подходов.

Рассмотрены педагогические условия эффективности процесса формирования когнитивно-исследовательской компетенции: привлечение курсантов к исследовательским проектам с учетом их субъектного опыта; педагогическое содействие в освоении курсантами военных компетенций; обеспечение научно-исследовательского сотрудничества внутри военно-научного общества.

В статье раскрыты ключевые направления деятельности военно-научного общества, связанные с его методологическим (научный поиск, работы с научно-техническими данными, разработка исследовательских проектов) когнитивным (ценностное отношение к научно-поисковой деятельности, расширение научно-технического кругозора, участия в научных конференциях) и содержательным (научный поиск с реальными потребностями армии, решения задач, максимально приближенных к будущей служебно-боевой деятельности, участие в грантовых конкурсах, выставках научно-технического творчества) насыщением.

Ключевые слова: когнитивно-исследовательская компетенция; курсанты; военный инженерный вуз; военно-научное общество; педагогическая концепция; педагогические условия; офицер-инженер.

Для цитирования: Васильева Е. Н., Семенова Н. В. Концепция формирования когнитивно-исследовательской компетенции курсантов военного инженерного ВУЗа / Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии Российской Федерации. Выпуск 6(26) (октябрь 2026). С. 121–127.

CONCEPT FOR THE FORMATION OF COGNITIVE-RESEARCH COMPETENCE OF CADETS AT A MILITARY ENGINEERING UNIVERSITY

Vasilyeva E. N.[1], Semenova N. V.[2]

[1]Tyumen Higher Military Engineering Command Order of Kutuzov School named after Marshal of Engineering Troops A. I. Proshlyakov, Tyumen, Russia.
[2]Branch of the Ural State University of Railway Transport, Tyumen, Russia.

The article presents a conceptual approach to the formation of cognitive research competence of cadets of military engineering universities, implemented in the course of the activities of the Military Scientific Society. As a theoretical and methodological basis for the formation of cognitive research competence of cadets of a military engineering university, the following provisions are considered: subject-activity, competence, personality-oriented and systemic approaches.

The pedagogical conditions for the effectiveness of the process of forming cognitive research competence are considered: attracting cadets to research projects, taking into account their subject experience; pedagogical assistance in the development of military competencies by cadets; ensuring research cooperation within the military scientific society.

The article reveals the key areas of activity of the military scientific society related to its methodological (scientific search, work with scientific and technical data, development of research projects) cognitive (value attitude to scientific and technical activity, expansion of scientific and technical horizons, participation in scientific conferences) and substantive (scientific search with the real needs of the army, solving problems as close as possible to future service and combat activities, participation in grant competitions, exhibitions of scientific and technical creativity) saturation.

Keywords: cognitive research competence; cadets; military engineering university; military scientific society; pedagogical concept; pedagogical conditions; engineer officer.

Введение

Динамичное развитие высокотехнологичных отраслей экономики, а также новые угрозы в области национальной безопасности делают крайне актуальной задачу модернизации высшего образования[17], в том числе в части подготовки высококвалифицированных кадров для вооруженных сил [2; 8; 15]. Ключевым итогом таких преобразований должна стать не просто традиционные знания, умения, навыки, а сформированная у выпускника способность брать на себя ответственность за решение профессиональных задач и демонстрировать выокую компетентность в динамичных условиях служебно-боевой обстановки [1; 10; 14].

Для военных инженерных учебных заведений данный аспект имеет критическое значение: современный офицер-инженер обязан выступать не просто узкопрофильным специалистом, но и исследователем, способным к автономному научному поиску, разработке инновационных технических решений и их последующей практической апробации в интересах армии и флота. В этом контексте компетентностный подход, утвердившийся в качестве новой парадигмы образовательных результатов [3; 5; 11], выступает фундаментальной основой обучения. При этом развитие когнитивно-исследовательских компетенций признается одним из ключевых векторов учебно-воспитательной работы [4; 6; 12].

Это обусловливает необходимость теоретического осмысления сущности и структуры данных компетенций, а также поиска эффективных инструментов их развития. Особую роль в этой связи приобретает военно-научное общество (далее – ВНО) как ведущая форма организации научно-исследовательской работы с курсантами, обладающая мощным развивающим и воспитательным потенциалом.

Под когнитивно-исследовательской компетенцией курсанта военного инженерного вуза мы понимаем интегративное личностное обазование, которое детерминирует готовность и умение обучающего осуществлять познавательную и научно-исследовательскую активность в специфицеских условиях военной профессиональной среды. Данная компетенция находит свое выражение в: 1) навыках систематизации и анализа научно-технических данных, постановке исследовательских проблем и подборе адекватных методов их разрешения; 2) умении проектировать и реализовывать научные изыскания, а также презентовать их итоги в устной и письменной формах на научных площадках различного уровня (от внутривузовских до всероссийских); 3) владении приемами научной рефлексии,

[17] Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. – 2012. – № 53. – Ст. 7598.

творческом подходе к решению служебных задач и готовности к самостоятельному проведению исследований по реальным запросам подразделений инженерных войск.

Цель статьи: представить концепцию формирования когнитивно-исследовательской компетенции курсантов военного инженерного вуза в рамках функционирования военного-научного общества.

Теоретико-методологический фундамент разрабатываемой концепции опирается на ряд подходов:

1. Субъектно-деятельностный подход (Л. С. Рубинштейн, А. Н. Леонтьев), согласно которому личность курсанта раскрывается и формируется именно в процессе научно-исследовательской активности, что требует целенаправленной педагогической работы по переводу обучающегося в позицию активного субъекта познания [11; 15].

2. Компетентностный подход (В. И. Байденко, И. А. Зимняя, Э. Ф. Зеер, А. В. Хуторской), трактующий итог образования как интегративную характеристику личности, подготовленной к решению исследовательских и профессиональных задач в ситуациях неопределенности [2; 3; 5–7; 18].

3. Личностно-ориентированный подход (И.С. Якиманская, В.В. Сериков), нацелен на раскрытие индивидуальности обучающегося, развитие его творческого потенциала и способности к самостоятельному научному творчеству в специфических условиях военной среды [17; 20].

4. Системный подход, дающий возможность рассматривать процесс формирования когнитивно-исследовательской компетенции как целостную педагогическую систему, объединяющую взаимосвязанные цели, содержание, формы, методы и средства, адаптированные к реалиям военного инженерного вуза.

Ведущая идея концепции исследования – формирование когнитивно-исследовательской компетенции курсантов военного инженерного вуза через активизацию деятельности военно-научного общества.

Результативность формирования когнитивно-исследовательской компетенции связано с необходимостью создания специальных педагогических условий в рамках деятельности военно-научного общества, таких как:

– включение курсантов в исследовательские проекты с учетом их субъектного опыта, обеспечивающее постепенный переход от их репродуктивной деятельности к самостоятельному научному поиску в интересах армии;

– педагогическая поддержка деятельности курсантов на освоение военных компетенций через осознание реальных задач инженерных войск, заложенных в эталон деятельности офицера-инженера;

– обеспечение коллективной научно-исследовательской работы внутри ВНО, формирование навыков сотрудничества, а также поощрение наставнической деятельности.

Важное значение для нашего исследования имеют выделенные ключевые направления, связанные с методологическим, когнитивным и содержательным насыщением деятельности военно-научного общества для формирования когнитивно-исследовательской компетенции курсантов.

Когнитивное насыщение деятельности ВНО предлагаем реализовывать через:

– формирование у курсантов ценностного отношения к научно-поисковой деятельности, для осознания собственной роли будущего офицера-инженера;

– расширение научно-технического кругозора курсантов за счет освоения терминологии и базовых категорий современных военно-инженерных дисциплин в рамках работы ВНО;

– формирование у курсантов устойчивого когнитивного алгоритма работы с нормативно-правовой и научно-технической документацией согласно ГОСТ, необходимо для решения профессионально-ориентированных задач;

– вовлечение курсантов в научно-исследовательскую деятельность посредством их участия в региональных, всероссийских и международных конференциях, а также в профильных олимпиадах;

– выстраивание системных практических заданий, ориентированных на реальные задачи инженерного обеспечения, способствующие развитию у курсантов навыков критического анализа научной и технической информации;

Методологическое насыщение деятельности ВНО предлагаем реализовать через:

– усвоение курсантами алгоритмов научного поиска: от выдвижения гипотезы и формулировки проблемы до выбора методов проверки и интерпретации итогов;

– выработку устойчивых умений планирования, организации и самоконтроля исследовательской деятельности в ходе совместного проектирования работ;

– вовлечение обучающихся в активные виды поисковой работы, включая тьюторское сопровождение младших курсантов опытными участниками ВНО;

– освоение методов работы с научно-техническими данными: патентный и библиографический поиск, работа с электронными базами, обобщение и систематизация итогов;

– разработку курсантами продуктов исследовательской деятельности (проектов, докладов, статей, рационализаторских предложений) на принципах научной добросовестности и в соответствии с требованиями военной и научной документации.

Содержательное насыщение деятельности ВНО предлагаем реализовать через:

– включение в повестку ВНО актуальных проблем инженерного обеспечения войск, что связывает научный поиск с реальными потребностями армии;

– расширение научно-технической компетентности за счет исследования междисциплинарных проблем на стыке естественных, военных и инженерных наук;

– получение курсантами опыта решения профессиональных задач, максимально приближенных к будущей служебно-боевой деятельности, в ходе выполнения работ по реальным заказам подразделений;

– вовлечение обучающихся в активные формы научного творчества (участие в грантовых конкурсах, выставках научно-технического творчества, всероссийских и международных конференциях);

– разработку курсантами продуктов профессиональной деятельности (инновационных разработок, рационализаторских предложений, прикладных исследований), востребованных в подразделениях инженерных войск, на принципах социальной и научной ответственности.

Процесс формирования когнитивно-исследовательской компетенции курсантов военного инженерного вуза в рамках ВНО реализуется через три последовательных этапа: мотивационно-ориентировочный, проектировочный, исследовательско-креативный.

Цель мотивационно-ориентировочного этапа – погружение курсантов в ценностные смыслы научно-поисковой активности и осознание профессионального призвания офицера-инженера как исследователя в интересах армии. Задачи: 1) погружение курсантов в смыслы научно-исследовательской деятельности внутри ВНО; 2) стимулирование познавательных интересов курсантов и их ориентирование на творческие достижения; 3) вовлечение курсантов в научно-техническое коллективное сотрудничество. Методы решения: проблемное изложение, эвристическая беседа, научная дискуссия, коллективное обсуждение, методы убеждения и стимулирования. Формы: вводные лекции с элементами поиска.

Цель проектировочного этапа – активизация проектной и исследовательской деятельности курсантов внутри ВНО, подготовка их к выступлению на научно-практических конференция. Задачи: 1) организация проектной и учебно-исследовательской активности курсантов в среде ВНО; 2) закрепление поисковых навыков в ходе подготовки проектов, статей и докладов; 3) воспитание персональной ответственности за научную добросовестность и качество выполненной работы. Методы: анализ конкретных научно-технических ситуаций, проектная деятельность, моделирование исследовательских условий, упражнение по научному письму, формирование научного сознания, сознание «научных проб» (участие в конференциях и конкурсах). Формы: защита курсантских исследований, научные доклады на внутривузовских конференциях, мозговой штурм при решении инженерных задач, групповая проектная работа, научные семинары и круглые столы ВНО, конкурсы научных работ.

Цель исследовательско-креативного этапа – становление курсанта как полноценного субъекта автономной научно-исследовательской активности и раскрытие его инновационного потенциала в интересах армии. Задачи: 1) организация исследовательской деятельности, максимально приближенной к реальной профессиональной практике офицера-инженера; 2) выполнение прикладных изысканий по реальным запросам подразделений инженерных войск; 3) выработка готовности к автономному научному поиску, участию в грантовых конкурсах и публичной презентации итогов на международных и всероссийских научных площадках. Методы: самостоятельная исследовательская работа, научное проектирование, деятельность в условиях реальной инженерной практики, наставничество, научное оппонирование, создание продуктов профессиональной деятельности (инновационных разработок, рационализаторских предложений, статей). Формы: реализация прикладных проектов по заказам воинских частей, публикации в рецензируемых научных изданиях, защита выпускных квалификационных работ исследовательского характера, научно-технические выставки, участие в инновационных и грантовых конкурсах, выступление на международных и всероссийских конференциях.

В ходе формирования и развития когнитивно-исследовательской компетенции курсантов в рамках ВНО организуется научно-методическое руководство со стороны научных руководителей и преподавателей. Оно выражается в оказании помощи обучающимся в: 1) разрешении проблемных ситуаций научно-исследовательского характера в преодолении возникающих трудностей; 2) подборе оптимальных средств и методов научного поиска, адекватных поставленных задачам; 3) проявлении творческого подхода, научной инициативы и способности к самостоятельному принятию решений; 4) развитии и формировании когнитивно-исследовательской компетенции на всех этапах реализации данной концепции[18].

Заключение

Педагогическая концепция формирования когнитивно-исследовательской компетенцией курсанта военного инженерного вуза разработана на основе положений системного, личностно-ориентированного, компетентносного и субъектно-деятельностного подходов.

В концепции раскрыто понятие «когнитивно-исследовательская компетенция», характеризующееся совокупностью взаимосвязанных когнитивных, исследовательских и личностных качеств, формирующихся в процессе деятельности военного-научного общества.

В исследовании отражен комплекс педагогических условий формирования когнитивно-исследовательской компетенции курсантов на трех этапах: мотивационно-ориентировочном, проектировочном и исследовательско-креативном.

Научно-методическое руководство направлено на развитие учебно-исследовательской активности курсантов в среде ВНО обеспечивая их системное вовлечение в научный поиск и интеграцию проектного, исследовательского и познавательного компонентов.

Библиографический список

1. Агапов, И. Г. Компетентностный подход к образованию как необходимость / И. Г. Агапов, С. Е. Шишов // Лучшие страницы педагогической прессы. – 2003. – № 3. – С. 49–53.

2. Байденко, В. И. Модернизация профессионального образования: современный этап. – Москва: Европейский фонд образования, 2003. – 49 с.

3. Емельянов, Ю. Н. Активное социально-психологическое обучение. – Ленинград: ЛГУ, 1985. – 165 с.

[18]Сластенин, В. А., Исаев, И. Ф., Шиянов, Е. Н. Педагогика: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. – Москва: Академия, 2013. – 576 с.

4. Зимняя, И. А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования // Высшее образование сегодня. – 2003. – № 5. – С. 34–40.

5. Зеер, Э. Ф.Модернизация профессионального образования: компетентностный подход / Э. Ф. Зеер, А. М. Павлова, Э. Э. Сыманюк. – Москва: Московский психолого-социальный институт, 2005. – 216 с.

6. Зеер, Э. Ф. Компетентностный подход к образованию // Образование и наука. – 2005. – № 3. – С. 70–78.

7. Зеер, Э. Ф. Теоретико-методологические основы компетентностного подхода в образовании / Э. Ф. Зеер, Э. Э. Сыманюк // Педагогическое образование в России. – 2023. – № 2. – С. 8–18.

8. Князев, М. М. Проблема гуманизации образования в контексте компетентностного подхода // Компетентностный подход в процессе преподавания естественно-математических дисциплин. – Ярославль, 2004. – С. 38–42.

9. Концепция модернизации российского образования на период до 2010 года. – URL: http://sputnik.mto.ru/Doks_32/www.newseducation.pu/misc/modern/docs/doc_2002021 (дата обращения: 09.07.2026).

10. Лехин, И. В. Словарь иностранных слов. – Москва: Государственное издательство иностранных словарей, 1955. – 344 с.

11. Леонтьев, А. Н. Деятельность. Сознание. Личность. – Москва: Политиздат, 1975. – 304 с.

12. Огарев, Е. Н. Компетентность как категория оценочная // Высшее образование в России. – 2004. – № 4. – С. 23–29.

13. Пашков, С. В. Духовно-нравственное воспитание детей и молодежи в системе современного российского образования: монография. – Курск: КГУ, 2017. – 256 с.

14. Педагогика: учеб. пособие для студентов пед. вузов и пед. Колледжей / под ред. П. И. Пидкасистого. – Москва: Педагогическое общество России, 2002. – 608 с.

15. Равен, Дж. Компетентность в современном обществе: проблема определения и развития. – Москва: Когито-Центр, 2002. – 320 с.

16. Рубинштейн, С. Л. Основы общей психологии. – Санкт-Петербург: Питер, 2002. – 720 с.

17. Сериков, В. В. Личностно-ориентированный подход в образовании: концепция и технология. – Волгоград: Перемена, 1994. – 152 с.

18. Хуторской, А. В. Ключевые компетенции как компонент личностно-ориентированной парадигмы образования // Народное образование. – 2003. – № 2. – С. 56–65.

19. Шадриков, В. Д. Новая модель специалиста: инновационная подготовка и компетентностный подход // Высшее образование сегодня. – 2004. – № 8. – С. 26–31.

20. Якиманская, И. С. Личностно-ориентированное обучение в современной школе. – Москва: Сентябрь, 1996. – 176 с.

Контактная информация:
Васильева Елена Никитична – platunova86@mail.ru
Семенова Наталья Валерьевна – semnaval@mail.ru

References

1. Agapov, I. G. The competence-based approach to education as a necessity / I. G. Agapov, S. E. Shishov // The best pages of the pedagogical press. – 2003. – No. 3. – Pp. 49–53.

2. Baydenko, V. I. Modernization of vocational education: the current stage. – Moscow: European Foundation for Education, 2003. – 49 p.

3. Emelyanov, Yu. N. Active Socio-Psychological Training. – Leningrad: Leningrad State University, 1985. – 165 p.

4. Zimnyaya, I. A. Key competencies – a new paradigm of educational outcomes // Higher Education Today. – 2003. – No. 5. – Pp. 34–40.

5. Zeer, E. F. Modernization of Vocational Education: a Competency-Based Approach / E. F. Zeer, A. M. Pavlova, E. E. Symanyuk. – Moscow: Moscow Psychological and Social Institute, 2005. – 216 p.

6. Zeer, E. F. Competency-based approach to education // Education and Science. – 2005. – No. 3. – Pp. 70–78.

7. Zeer, E. F. Theoretical and Methodological Foundations of the Competency-Based Approach in Education / E. F. Zeer, E. E. Symanyuk // Pedagogical Education in Russia. – 2023. – No. 2. – Pp. 8–18.

8. Knyazev, M. M. The Problem of Humanizing Education in the Context of the Competency-Based Approach // Competency-Based Approach in the Process of Teaching Natural and Mathematical Disciplines. – Yaroslavl, 2004. – Pp. 38–42.

9. The Concept of Modernization of Russian Education for the Period up to 2010. – URL: http://sputnik.mto.ru/Doks_32/www.newseducation.pu/misc/modern/docs/doc_2002021 (accessed: 09.07.2026).

10. Lekhin, I. V. Dictionary of Foreign Words. – Moscow: State Publishing House of Foreign Dictionaries, 1955. – 344 p.

11. Leontiev, A. N. Activity. Conscience. Personality. – Moscow: Politizdat, 1975. – 304 p.

12. Ogarev, E. N. Competence as an evaluative category // Higher Education in Russia. – 2004. – No. 4. – Pp. 23–29.

13. Pashkov, S. V. Spiritual and moral upbringing of children and youth in the system of modern Russian education: a monograph. – Kursk: KSU, 2017. – 256 p.

14. Pedagogy: a textbook for students of pedagogical universities and pedagogical colleges / edited by P. I. Pidkasistyy. – Moscow: Pedagogical Society of Russia, 2002. – 608 p.

15. Raven, J. Competence in modern society: the problem of definition and development. – Moscow: Kogito-Center, 2002. – 320 p.

16. Rubinstein, S. L. Fundamentals of General Psychology. – Saint Petersburg: Piter, 2002. – 720 p.

17. Serikov, V. V. Person-Centered Approach in Education: Concept and Technology. – Volgograd: Peremena, 1994. – 152 p.

18. Khutorskoy, A. V. Key competencies as a component of the personality-oriented paradigm of education // Narodnoe obrazovanie. – 2003. – No. 2. – Pp. 56–65.

19. Shadrikov, V. D. A new model of a specialist: innovative training and the competency-based approach // Higher education today. – 2004. – No. 8. – Pp. 26–31.

20. Yakimanskaya, I. S. Personality-oriented learning in a modern school. – Moscow: September, 1996. – 176 p.

Contact information:
Vasilieva Elena Nikitichna – platunova86@mail.ru
Semenova Natalia Valerievna – semnaval@mail.ru

Поступила в редакцию: 27.07.2026
Принята к публикации: 30.09.2026

УДК 378.1

https://elibrary.ru/nayhxj

NAYHXJ

ИНТЕГРАЦИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ В ИЗУЧЕНИИ СЛОЖНЫХ УЗЛОВ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ (НА ПРИМЕРЕ УСМ СВД)

Ихтисанов И. И.[1], Бажутин А. А.[1]

[1]Пермский военный институт войск национальной гвардии Российской Федерации, Пермь, Россия.

В статье рассматривается комплексный подход к созданию современной учебно-материальной базы на базе моделей элементов вооружения для изучения на примере ударно-спускового механизма 7,62-мм снайперской винтовки Драгунова, основанный на синтезе технологий параметрического твердотельного 3D-моделирования, аддитивного производства и специализированного обучающего программного обеспечения. Обоснована актуальность перехода от традиционных натурных образцов к цифровым и физическим макетам в системе военно-профессионального образования. Описана методология создания аннотированной 3D-модели на примере ударно-спускового механизма 7,62-мм снайперской винтовки Драгунова в среде CAD-системы КОМПАС-3D, рассмотрена технология изготовления физического масштабного макета методом послойного наплавления филамента и представлена структура авторской обучающей компьютерной программы. Проанализированы дидактические возможности формата PDF 3D как универсальной платформы распространения интерактивных учебных материалов. Определен порядок практического применения разработанного комплекса в образовательном процессе военных учебных заведений и в системе боевой подготовки подразделений. Сформулированы выводы о педагогической эффективности и перспективах масштабирования предложенного подхода на другие образцы вооружения.

Ключевые слова: аддитивные технологии; 3D-моделирование; 3D-печать; ударно-спусковой механизм; снайперская винтовка Драгунова; военное образование; CAD-системы; аннотированная модель; дидактические средства; PDF 3D; обучающая программа.

Для цитирования: Ихтисанов И. И., Бажутин А. А. Интеграция аддитивных технологий и 3D-моделирования в изучении сложных узлов стрелкового оружия (на примере УСМ СВД) / Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии Российской Федерации. Выпуск 6(26) (октябрь 2026). С. 128–137.

INTEGRATION OF ADDITIVE TECHNOLOGIES AND 3D MODELING IN STUDYING COMPLEX UNITS OF SMALL ARMS (ON THE EXAMPLE OF THE SVD TRIGGER MECHANISM)

Ikhtisanov I. I.[1], Bazhutin A. A.[1]

[1]Perm Military Institute of the National Guard of the Russian Federation, Perm, Russia.

The article considers a comprehensive approach to creating a modern educational and material base for studying the trigger mechanism (TM) of the 7.62 mm Dragunov sniper rifle (SVD), based on the synthesis of parametric solid-state 3D modeling technologies, additive manufacturing, and specialized educational software. The relevance of the transition from traditional physical samples to digital and physical mock-ups in the military professional education system is substantiated. The methodology for creating an annotated 3D model of the SVD TM in

the CAD environments KOMPAS-3D, the technology for manufacturing a physical scale model by fused deposition modeling (FDM), and the structure of the author's educational computer program are described. The didactic capabilities of the PDF 3D format as a universal platform for disseminating interactive educational materials are analyzed. The procedure for practical application of the developed complex in the educational process of military educational institutions and in the combat training system of units is determined. Conclusions are formulated on the pedagogical effectiveness and prospects for scaling the proposed approach to other weapons systems.

Keywords: additive technologies; 3D modeling; 3D printing; trigger mechanism; Dragunov sniper rifle; SVD; military education; CAD systems; annotated model; didactic tools; PDF 3D; educational program.

Введение

Современный этап развития вооруженных сил и силовых структур Российской Федерации характеризуется интенсивным обновлением парка стрелкового вооружения и предъявляет принципиально новые требования к качеству подготовки личного состава. Необходимым условием эффективного выполнения служебно-боевых задач является глубокое знание личным составом материальной части состоящих на вооружении образцов оружия: их тактико-технических характеристик, конструкции основных частей и механизмов, принципа их взаимодействия [2].

Изучение сложных механических систем, к которым относится ударно-спусковой механизм (далее – УСМ) снайперской винтовки, традиционно сопряжено с рядом организационных и методических противоречий. С одной стороны, полноценное усвоение принципа работы механизма возможно только при непосредственном взаимодействии с изделием. С другой стороны, использование боевого оружия при отсутствии достаточного количества учебного оружия в учебных целях влечет расход его ресурса, создает угрозу безопасности обучаемого и требует специально оборудованных мест для занятий. При этом возможности детально рассмотреть конструкцию и взаимодействие частей и механизмов ограничены [10].

Зачастую, учебное вооружение производят из вооружения, выработавшее свой ресурс и переведенное в низшую категорию, что не позволяет получить современное учебное вооружение, в этом случае трехмерное моделирование совместно с аддитивными технологиями позволяют создавать альтернативную учебно-материальную базу для изучения стрелкового оружия [1; 12; 22].

Целью исследования является описание метода обучения конструкции стрелкового оружия (на примере ударно-спускового механизма снайперской винтовки Драгунова, рисунок 1) с использованием специализированного программного комплекса, позволяющего визуализировать 3D-модели и взаимодействовать с ними, дополненного физическими подвижными макетами, изготовленными с помощью 3D-печати.



Рисунок 1 – Модель ударно-спускового механизма снайперской винтовки Драгунова

Основная часть

Снайперская винтовка Драгунова является одной из известнейшей снайперской винтовкой на постсоветском пространстве, стоящей на вооружении многих стран свыше 50 лет и является образцом точности, надежности и эксплуатационной простоты советской оружейной эпохи [19]. Ударно-спусковой механизм винтовки куркового типа, размещенный

в отдельном легкосъемном корпусе, является одним из основных функциональных узлов, определяющих безопасность и точность стрельбы [17] (рисунок 2).

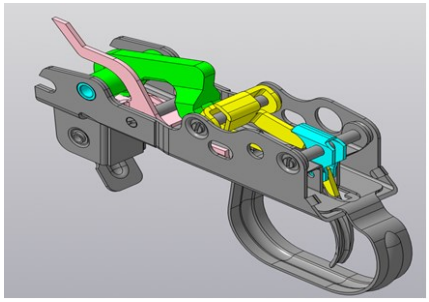


Рисунок 2 – Модель ударно-спускового механизма снайперской винтовки Драгунова

Ударно-спусковой механизм состоит из следующих основных узлов и механизмов: корпус, курок с боевой пружиной, автоспуск, шептало, спусковой крючок с тягой и пружиной, переводчик-предохранитель. Как считает А. А. Жужликов, взаимодействие деталей реализует сложную кинематическую схему с нелинейными зависимостями между угловыми перемещениями элементов, что делает ударно-спусковой механизм СВД сложным дидактическим объектом [11]. Именно эта сложность определяет необходимость создания специализированных средств визуализации. Восприятие пространственной геометрии и динамики механизма по плоским схемам существенно затруднено для большинства обучаемых; натурный образец, в свою очередь, не позволяет наблюдать взаимодействие деталей изнутри в процессе функционирования.

В практике военно-профессионального образования исторически сложились три основных метода изучения устройства механизмов оружия: работа с натурным образцом (боевым или учебным); изучение плакатов, схем и чертежей; чтение лекций с использованием плоских иллюстративных материалов [7].

Каждый из перечисленных методов обладает ограниченным дидактическим потенциалом при изучении сложных кинематических цепей. Натурный образец, несмотря на максимальную достоверность, не позволяет визуализировать внутреннее устройство собранного механизма и требует полной разборки для демонстрации взаимного расположения деталей, что исключает возможность наблюдения динамики их взаимодействия [15]. Плоские схемы, будучи доступным и дешевым средством, не формируют адекватного пространственного представления о конструкции механизма. Учебные образцы-макеты, изготовленные традиционными методами (литье, фрезерование), отличаются высокой стоимостью производства и значительным сроком изготовления.

Отмеченные недостатки создают устойчивый запрос на принципиально иные подходы к созданию учебной базы – подходы, которые обеспечивали бы пространственную наглядность, функциональную демонстративность, масштабируемость и экономическую доступность [23].

Разработка цифровой модели осуществлялась методом твердотельного параметрического моделирования в среде CAD-систем КОМПАС-3D (версия 18). Выбор именно этого программного комплекса продиктован наличием всего необходимого инструментария для создания деталей сложной геометрии, поддержкой механизмов сборки с заданием кинематических ограничений, возможностью экспорта в форматы, совместимые с системами аддитивного производства и форматом PDF 3D [21].

Процесс создания модели включал следующие этапы [8]:

Этап 1. Метрологическое обследование натурного образца. Посредством измерительных инструментов (штангенциркуль, угломер, линейка) были сняты геометрические параметры каждой детали УСМ СВД. Замеры производились с точностью до 0,05 мм для ответственных сопрягаемых поверхностей.

Этап 2. Индивидуальное моделирование деталей. Для каждой детали механизма (корпус, курок, боевая пружина, автоспуск, шептало, спусковой крючок, тяга спускового

крючка) был создан отдельный трехмерный твердотельный файл. На рисунке 3 представлена модель автоспуска снайперской винтовки Драгунова (рисунок 3).

Этап 3. Создание сборочной модели УСМ. Все созданные детали были импортированы в сборочную среду CAD-системы «КОМПАС-3D». Между деталями заданы соответствующие кинематические связи: осевые шарниры (оси курка, шептала, автоспуска, спускового крючка); контактные ограничения для взаимодействующих поверхностей; угловые ограничители, определяющие крайние положения подвижных деталей.

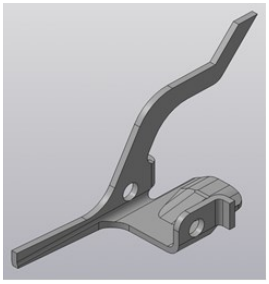


Рисунок 3 – Модель автоспуска снайперской винтовки Драгунова

Этап 4. Аннотирование модели. Каждая деталь сборки дополнена встроенными текстовыми аннотациями, включающими: полное наименование детали по конструкторской документации; функциональное назначение детали в механизме; описание взаимодействия с соседними деталями; указан материал их изготовления. Аннотации реализованы как 3D-примечания, привязанные к геометрии соответствующей детали и отображаемые при ее выборе в интерактивной среде просмотра.

Этап 5. Аддитивное изготовление физического макета УСМ. На основе разработанной 3D-модели был изготовлен физический макет ударно-спускового механизма СВД в масштабе 1:2. Увеличенный масштаб изготовленной модели улучшает ее восприятие и повышает эффективность изучения смоделированного механизма. Технологической базой производства послужил метод послойного наплавления полимерного материала PETG, широко используемого в создании физических моделей. Модель УСМ СВД представлена на рисунке 4.



Рисунок 4 – Макет ударно-спускового механизма СВД в масштабе 1:2

Этап 6. Разработка обучающей компьютерной программы. В качестве третьего компонента дидактического комплекса нами была разработана интерактивная обучающая программа, предназначенная для наглядной визуализации и углубленного изучения конструктивных особенностей механизмов УСМ СВД. Данная обучающая программа обеспечивает формирование точного пространственного и функционального образа механизма, недостижимого средствами традиционной плоской иллюстрации [18]. Программа реализует дидактический принцип «от простого к сложному»: с помощью панели навигации обучающийся может изолированно изучить каждую деталь (корпус, шептало, курок, автоспуск и др.), а затем перейти к анализу их работы в составе полной сборки [18]. Наглядности способствует цветовая дифференциация элементов, позволяющая четко отслеживать границы и взаиморасположение деталей.

Интерфейс программы включает интуитивную систему управления 3D-сценой (вращение, панорамирование, масштабирование) и динамическую информационную панель,

выводящую текстовые описания и назначение выбранных узлов. Это дает возможность исследовать сложную геометрию и внутренние поверхности механизмов, скрытые при визуальном осмотре на реальном учебном или боевом образце. Для усиления наглядности в программу также интегрирован видеомодуль, демонстрирующий работу УСМ в динамике (рисунок 5).

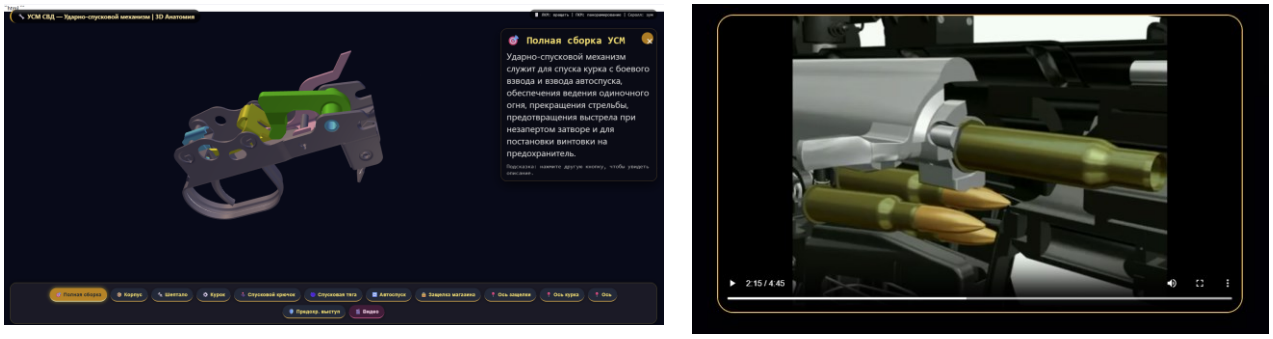


Рисунок 5 –Компьютерная обучающая программа

Одним из оптимальных способов представления информации об 3D-моделях является формат PDF 3D. Преимущества формата PDF 3D перед альтернативными форматами интерактивных 3D-моделей определяются следующими факторами: универсальность – файл открывается стандартным Adobe Acrobat Reader, установленным на подавляющем большинстве компьютеров учебных заведений; защита от несанкционированного изменения – структура CAD-модели недоступна для редактирования конечным пользователем; компактность – снижение объема файла в 2,5–4 раза по сравнению с исходными форматами CAD-систем; возможность встраивания в электронные документы и справочники [5].

Напечатанная модель позволяет производить разборку-сборку без получения учебного вооружения, учебное вооружение можно получать только по заявке и работать с ним в специализированных классах в установленное время, так как требования к хранению учебного оружия сопоставимы с требованиями к хранению боевого стрелкового оружия. Печать различных деталей механизмов так же позволяет легче усваивать материал и разбираться в их взаимодействии. [4]. Изменение масштаба модели так же влияет на качество восприятия изделия и эффективность изучения материала, так как многие элементы механизмов малы и трудны для восприятия.

Обучающая программа индивидуализирует обучение, каждый курсант постигает материал индивидуально, с возможностью вернуться на предыдущий уровень. Интерфейс программы интуитивно понятен, для перехода к следующему этапу имеются элементы самоконтроля. Обучающая программа позволяет постигать материал в свободное время, так как ее запуск возможен не только с компьютера, но и с мобильных устройств. [16]. Программа позволяет отслеживать преподавателю активность обучаемых и результаты их самоконтроля, представляя материал для анализа усвоения учебного материала.

Для оценки эффективности разработанного учебно-методического комплекса был осуществлен сравнительный анализ результатов контрольного тестирования двух взводов, один из которых обучался с использование классических средств (плакат, учебный образец, боевой образец), а другой с использованием разработанного алгоритма. В результате тестирования усвоения материала по УСМ СВД, взвод, использовавший разработанный учебно-методический комплекс получил средний балл выше на 0,4 при пятибалльной системе оценки.

Полученные данные подтверждаются рядом исследований, подтверждающих дидактическую эффективность применения средств трехмерной визуализации [14; 20].

Разработанный комплекс рекомендуется к внедрению в образовательный процесс в соответствии с указанным методическим алгоритмом.

Первый этап (вводный), предусматривает показ аннотированной трехмерной модели с комментариями преподавателя. В ходе данного этапа преподаватель знакомит обучаемых с изучаемым механизмом.

Второй этап (самостоятельная работа), предусматривает доступ каждого курсанта к автоматизированному рабочему месту с установленной программой и файлами изучаемой модели. Преподаватель контролирует самостоятельную работу, отвечает на вопросы.

Третий этап (практическая работа), подразумевает работу курсанта с физическими моделями. Преподаватель контролирует работу с моделями, отвечает на вопросы обучаемых.

Четвертый этап (контроль усвоения), предусматривает прохождение курсантами тестов, связанных с изучаемым учебным материалом. Результаты фиксируются преподавателем.

Указанная методика применима для дистанционного обучения, за исключением третьего этапа, который требует контроля соблюдения требований безопасности обучаемыми [13].

Описанная методология разработки дидактического комплекса является универсальной и принципиально применима к любому образцу стрелкового или иного вооружения. Алгоритм, отработанный на примере УСМ СВД, включает следующие воспроизводимые элементы: метрологическое обследование образца; параметрическое твердотельное моделирование деталей в CAD-среде; создание кинематически верифицированной сборки; аннотирование и экспорт в формат PDF 3D; масштабирование и аддитивное производство физического макета; интеграция в обучающую программу.

Перспективными направлениями развития предложенного подхода представляются: переход к VR/AR-технологиям визуализации, обеспечивающим еще более глубокое погружение обучаемого в изучаемый объект [3]; разработка веб-ориентированных версий обучающих программ для дистанционного обучения; создание единой библиотеки 3D-моделей механизмов вооружения для централизованного распространения в системе военного образования; автоматизация генерации анимационных сценариев на основе кинематических связей CAD-сборки [9].

Заключение

В настоящей статье обоснован и описан комплексный подход к созданию современной учебно-материальной базы для изучения конструкции и взаимодействия частей и механизмов стрелкового оружия (на примере ударно-спускового механизма 7,62-мм снайперской винтовки Драгунова), основанный на интеграции технологий параметрического твердотельного 3D-моделирования, аддитивного производства и специализированного обучающего программного обеспечения.

Сформулированы следующие основные выводы:

1. Традиционные методы изучения сложных механических узлов стрелкового оружия обладают существенными ограничениями в части пространственной наглядности, динамической демонстративности и безопасности. Интеграция CAD-моделирования и аддитивных технологий предоставляет принципиальную возможность преодоления этих ограничений.

2. Физический масштабный макет УСМ, изготовленный методом 3D-печати из полимерного материала, обеспечивает тактильное и манипулятивное взаимодействие обучаемого с механизмом, формируя двигательные навыки и пространственные представления, недостижимые средствами цифровой визуализации.

3. Использование специализированной обучающей программы, позволяющей работать с 3D-моделями, включающей в себя модули 3D-анимации и автоматизированного контроля обеспечивает такие принципы, как инициализации обучения, представление учебного материала от простого к сложному и обратной связи.

4. Применение указанного дидактического комплекса значительно повышает качество усвоения учебного материала, связанного с взаимодействием сложных узлов и механизмов.

5. Разработанная технология воспроизводима и масштабируема.

Практическое внедрение разработанного комплекса в образовательный процесс военных учебных заведений и в систему боевой подготовки подразделений войск национальной гвардии Российской Федерации позволит повысить качество знаний личного состава об устройстве и принципе работы снайперской винтовки СВД, снизить расход ресурса боевого оружия в ходе учебных занятий, обеспечить возможность самостоятельной и дистанционной подготовки военнослужащих.

Библиографический список

1. Абрамян, К. В. Применение систем моделирования при формировании инженерных компетенций в области цифрового производства / К. В. Абрамян, К. П. Помпеев, О. С. Тимофеева, Е. И. Яблочников // Современное машиностроение. Наука и образование. – 2019. – № 8. – С. 1–14.

2. Бажутин, А. А. Методологические подходы и педагогические принципы в контексте формирования информационно-коммуникативной готовности к научно-исследовательской деятельности курсантов // ЦИТИСЭ. – 2026. – № 2. – С. 304–319.

3. Бажутин, А. А. Проблемы цифровизации обучения курсантов военных вузов / А. А. Бажутин, И. И. Ихтисанов // Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии. – 2024. – № 2 (14). – С. 66–71.

4. Ветлугина, Н. О. Мультимедийные технологии в контексте проблемного моделирования как нового подхода к обучению / Н. О. Ветлугина, М. В. Фоминых // Современные проблемы науки и образования. – 2021. – № 4. – С. 35.

5. Галеев, Н. А. Применение формата pdf3d при изучении графических дисциплин / Н. А. Галеев, Н. В. Егоров, К. В. Клабуков // Актуальные проблемы авиации и космонавтики: Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции, посвященной Дню космонавтики. В 3-х томах, Красноярск, 13–17 апреля 2020 года / Под общей редакцией Ю. Ю. Логинова. Том 3. – Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, 2020. – С. 930–933.

6. Гараев, А. З. 3D прототипирование как способ формирования инженерной культуры курсантов военных вузов / А. З. Гараев, А. В. Полковников, В. Н. Лымарев // Сборник статей III межвузовской научно–методической конференции «Информационные технологии: актуальные проблемы подготовки специалистов с учетом реализации требований ФГОС», ОАБИИ, 2016.

7. Гончаров, А. Ю. 7,62-мм снайперская винтовка Драгунова / А. Ю. Гончаров, Н. Д. Головин // Калашниковские чтения: Материалы VII Всероссийской научно-практической online-конференции, в рамках III Молодежного форума студентов и курсантов оборонных специальностей вузов России «С именем Калашникова», Ижевск, 10 ноября 2020 года. – Ижевск: Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова, 2020. – С. 82–84.

8. Готальская, О. В. Формирование твердотельной модели детали в системе «КОМПАС-3D» с использованием аддитивных технологий // Развитие 24: Российский PLM-комплекс для подготовки кадров: Тезисы докладов Всероссийского форума (с международным участием), Москва, 04 декабря 2024 года. – Москва: Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, 2024. – С. 58–59.

9. Дедов, Е. Г. Инновационные формы обучения студентов посредством VR/AR-технологий / Е. Г. Дедов, Н. Д. Владыченкова, Е. Е. Дедова, Р. П. Куксин // Современные проблемы профессионального образования: опыт и пути решения: Материалы Пятой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Иркутск, 01–02 октября 2020 года. – Иркутск: Иркутский государственный университет путей сообщения, 2020. – С. 190–195.

10. Дробязкин, Р. С. Преимущества использования 3D моделирования в образовании / Р. С. Дробязкин, О. С. Бурякова // Вестник современных исследований. – 2017. – № 10-1(13). – С. 66–70.

11. Жужликов, А. А. Снайперская винтовка Драгунова (СВД) / А. А. Жужликов, Т. Г. Павленко // Профессия инженер: сборник материалов Молодежной научно-практической конференции, Орел, 02 апреля 2018 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина, 2018. – С. 28–31.

12. Зленко, М. А. Аддитивные технологии в машиностроении / М. А. Зленко, А. А. Попович, И. Н. Мутылина. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2013. – 223 с.

13. Ихтисанов, И. И. Компьютерное 3D-моделирование в образовании / И. И. Ихтисанов, С. С. Бардин // Сборник трудов Молодежного форума студентов оборонных специальностей и курсантов военных вузов России «С именем Калашникова». – Ижевск: ИжГТУ, 2020.

14. Киргинцев, М. В. Применение технологии виртуальной реальности в тренажерных комплексах для инженерно-технического состава / М. В. Киргинцев, Н. А. Пеньков, С. Г. Свиридов, Д. Е. Дьяков // Современные наукоемкие технологии. – 2019. – № 7. – С. 181–184.

15. Корноухов, А. Ю. Цифровые образовательные технологии в формировании информационно-аналитической культуры курсантов военных вузов // В сборнике: Педагогические идеи Александра Васильевича Барабанщикова, как теоретико-методологическое основание для развития научно-педагогического знания в войсках национальной гвардии Российской Федерации. Сборник докладов и выступлений межведомственного научного круглого стола Военной ордена Жукова академии войск национальной гвардии Российской Федерации. – Санкт-Петербург, 2026. – С. 53–57.

16. Костенков, В. А. Особенности использования компьютерных обучающих программ / В. А. Костенков, А. Д. Маслов, А. Ю. Утенков // Динамика взаимоотношений различных областей науки в современных условиях: сборник статей Международной научно-практической конференции, Новосибирск, 29 мая 2018 года. Том Часть 1. – Новосибирск: ОМЕГА САЙНС, 2018. – С. 32–35.

17. Наставление по стрелковому делу: 7,62-мм снайперская винтовка Драгунова (СВД). – Москва: Воениздат, 1968. – 123 с.

18. Павлов, А. Н. Возможности обучения при внедрении компьютерных контрольно-обучающих программ в учебный процесс / А. Н. Павлов, А. Н. Власов // Энергетика, информатика, инновации – 2020: Сборник трудов X Национальной научно-технической конференции с международным участием. В 3 т., Смоленск, 03–04 декабря 2020 года. Том 2. – Смоленск: Универсум, 2020. – С. 342–344.

19. Пелешок, С. А. Аддитивные технологии в военном деле / С. А. Пелешок, А. Я. Фисун, А. В. Морозов [и др.] // Известия Российской военно-медицинской академии. – 2021. – Т. 40, № 2. – С. 5–12.

20. Рыжнов, Н. Е. Визуализация учебного материала // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник статей по материалам IX Всероссийской конференции молодых ученых, Краснодар, 24–26 ноября 2015 года / Ответственный за выпуск: А. Г. Кощаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2016. – С. 290–291.

21. Соколов, А. А. Руководство по использованию КОМПАС-3D / А. А. Соколов, Н. Г. Думицкая // Современная наука: теория и практика: Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции, Астана, Казахстан, 22 марта 2018 года. – Астана, Казахстан: Научно-издательский центр «Мир науки» (ИП Вострецов Александр Ильич), 2018. – С. 10–15.

22. Стрельцов, Р. В., Дюнов, В. А., Микитенко, А. Н. Использование функциональных возможностей CAD-технологий при подготовке специалистов служб технического обеспечения // Военно-правовые и гуманитарные науки Сибири. – 2023. – № 4. – С. 67–74.

23. Якушкин, В. П. Опыт создания и применения электронных учебников и учебных пособий на занятиях в компьютерном классе // Известия Саратовского военного института

войск национальной гвардии. – 2026. – № 2 (23). – С. 55–62. – URL: https://svkinio.ru/2026/2(23)/Yakushkin.pdf.

Контактная информация:
Ихтисанов Ильнар Ильдарович – alfione83@mail.ru
Бажутин Андрей Александрович – bazhutin@rambler.ru

References

1. Abramyan, K. V. Application of modeling systems in the formation of engineering competencies in the field of digital production / K. V. Abramyan, K. P. Pompeev, O. S. Timofeeva, E. I. Yablochnikov // Modern Mechanical Engineering. Science and Education. – 2019. – No. 8. – Pp. 1–14.

2. Bazhutin, A. A. Methodological approaches and pedagogical principles in the context of forming information and communication readiness for research activities of cadets // CITISE. – 2026. – No. 2. – Pp. 304–319.

3. Bazhutin, A. A. Problems of digitalization of training for cadets of military universities / A. A. Bazhutin, I. I. Ikhtisanov // Almanac of the Perm Military Institute of the National Guard Troops. – 2024. – No. 2 (14). – Pp. 66–71.

4. Vetlugina, N. O. Multimedia technologies in the context of problem-based modeling as a new approach to learning / N. O. Vetlugina, M. V. Fominykh // Modern Problems of Science and Education. – 2021. – No. 4. – P. 35.

5. Galeev, N. A. Application of the pdf3d format in the study of graphic disciplines / N. A. Galeev, N. V. Egorov, K. V. Klabukov // Actual Problems of Aviation and Cosmonautics: Collection of materials of the VI International Scientific and Practical Conference dedicated to Cosmonautics Day. In 3 volumes, Krasnoyarsk, April 13–17, 2020 / Under the general editorship of Yu. Yu. Loginov. Volume 3. – Krasnoyarsk: Siberian State University of Science and Technology named after Academician M. F. Reshetnev, 2020. – Pp. 930–933.

6. Garaev, A. Z. 3D prototyping as a way of forming the engineering culture of cadets of military universities / A. Z. Garaev, A. V. Polkovnikov, V. N. Lymarev // In the collection: Collection of articles of the III Interuniversity Scientific and Methodological Conference «Information Technologies: Actual Problems of Training Specialists taking into account the implementation of the requirements of the Federal State Educational Standard», OABII, 2016.

7. Goncharov, A. Yu. 7.62-mm Dragunov Sniper Rifle / A. Yu. Goncharov, N. D. Golovin // Kalashnikov Readings: Materials of the VII All-Russian Scientific and Practical online conference, within the framework of the III Youth Forum of students and cadets of defense specialties of Russian universities «With the name of Kalashnikov», Izhevsk, November 10, 2020. – Izhevsk: Izhevsk State Technical University named after M. T. Kalashnikov, 2020. – Pp. 82–84.

8. Gotalskaya, O. V. Formation of a solid-state model of a part in the «KOMPAS-3D» system using additive technologies / O. V. Gotalskaya // Development 24: Russian PLM complex for personnel training: Abstracts of the All-Russian forum (with international participation), Moscow, December 04, 2024. – Moscow: Moscow State Technical University named after N. E. Bauman, 2024. – Pp. 58–59.

9. Dedov, E. G. Innovative forms of teaching students through VR/AR technologies / E. G. Dedov, N. D. Vladyshenkova, E. E. Dedova, R. P. Kuksin // Modern problems of vocational education: experience and solutions: Materials of the Fifth All-Russian scientific and practical conference with international participation, Irkutsk, October 01–02, 2020. – Irkutsk: Irkutsk State Transport University, 2020. – Pp. 190–195.

10. Drobyazkin, R. S. Advantages of using 3D modeling in education / R. S. Drobyazkin, O. S. Buryakova // Bulletin of Modern Research. – 2017. – No. 10-1(13). – Pp. 66–70.

11. Zhuzhlikov, A. A. Dragunov Sniper Rifle (SVD) / A. A. Zhuzhlikov, T. G. Pavlenko // Profession Engineer: collection of materials of the Youth Scientific and Practical Conference, Orel, April 02, 2018. – Orel: Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin, 2018. – Pp. 28–31.

12. Zlenko, M. A. Additive technologies in mechanical engineering / M. A. Zlenko, A. A. Popovich, I. N. Mutilina. – Saint Petersburg: Saint Petersburg Polytechnic University of Peter the Great, 2013. – 223 p.

13. Ikhtisanov, I. I. Computer 3D modeling in education / I. I. Ikhtisanov, S. S. Bardin // Collection of works of the Youth Forum of students of defense specialties and cadets of military universities of Russia «With the name of Kalashnikov». Izhevsk: Publishing House of Izhevsk State Technical University, 2020.

14. Kirgintsev, M. V. Application of virtual reality technology in training complexes for engineering and technical personnel / M. V. Kirgintsev, N. A. Penkov, S. G. Sviridov, D. E. Dyakov // Modern Science-Intensive Technologies. – 2019. – No. 7. – Pp. 181–184.

15. Kornoukhov, A. Yu. Digital educational technologies in the formation of information and analytical culture of cadets of military universities / A. Yu. Kornoukhov // In the collection: Pedagogical ideas of Alexander Vasilyevich Barabanshchikov as a theoretical and methodological basis for the development of scientific and pedagogical knowledge in the troops of the National Guard of the Russian Federation. Collection of reports and speeches of the interdepartmental scientific round table of the Military Order of Zhukov Academy of the National Guard Troops of the Russian Federation. Saint Petersburg, 2026. – Pp. 53–57.

16. Kostenkov, V. A. Features of the use of computer training programs / V. A. Kostenkov, A. D. Maslov, A. Yu. Utenkov // Dynamics of Science in Modern Conditions: collection of articles of the International Scientific and Practical Conference, Novosibirsk, May 29, 2018. Volume Part 1. – Novosibirsk: OMEGA SAINS, 2018. – Pp. 32–35.

17. Manual on shooting: 7.62-mm Dragunov sniper rifle (SVD). — Moscow: Voenizdat, 1968. – 123 p.

18. Pavlov, A. N. Learning opportunities in the implementation of computer control and training programs in the educational process / A. N. Pavlov, A. N. Vlasov // Energetics, Informatics, Innovations – 2020: Collection of works of the X National Scientific and Technical Conference with International Participation. In 3 volumes, Smolensk, December 03–04, 2020. Volume 2. – Smolensk: Universum, 2020. – Pp. 342–344.

19. Pedeshok, S. A. Additive technologies in military affairs / S. A. Pedeshok, A. Ya. Fisun, A. V. Morozov [et al.] // News of the Russian Military Medical Academy. – 2021. – Vol. 40, No. 2. – Pp. 5–12.

20. Ryzhnov, N. E. Visualization of educational material // Scientific support of the agro-industrial complex: Collection of articles based on the materials of the IX All-Russian Conference of Young Scientists, Krasnodar, November 24–26, 2015 / Responsible for the issue: A. G. Koshchaev. – Krasnodar: Kuban State Agrarian University, 2016. – Pp. 290–291.

21. Sokolov, A. A. Guide to using KOMPAS-3D / A. A. Sokolov, N. G. Dumitskaya // Modern Science: Theory and Practice: Materials of the International (correspondence) Scientific and Practical Conference, Astana, Kazakhstan, March 22, 2018. – Astana, Kazakhstan: Scientific Publishing Center «World of Science» (IP Vostretsov Alexander Ilyich), 2018. – Pp. 10–15.

22. Streltsov, R. V., Dyunov, V. A., Mikitenko, A. N. Using the functional capabilities of CAD technologies in training specialists in technical support services // Military-Legal and Humanitarian Sciences of Siberia. – 2023. – No. 4. – Pp. 67–74.

23. Yakushkin, V. P. Experience in Creating and Using Electronic Textbooks and Teaching Aids in Computer Classroom Classes // Izvestiya of the Saratov Military Institute of the National Guard Troops. – 2026. – No. 2 (23). – Pp. 55–62. – URL: https://svkinio.ru/2026/2(23)/Yakushkin.pdf.

Contact Information:
Ikhtisanov Ilnar Ildarovich – alfione83@mail.ru
Bazhutin Andrey Alexandrovich – bazhutin@rambler.ru

Поступила в редакцию: 04.08.2026
Принята к публикации: 30.09.2026

УДК 355.48

https://elibrary.ru/ltdezy

LTDEZY

ВЛИЯНИЕ ИННОВАЦИЙ НА УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНУЮ, НАУЧНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНУЮ И ИСПЫТАТЕЛЬНУЮ БАЗЫ В ВОЕННЫХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

Яковлева Ю. С.[1], Мокроусов А. С.[1], Иванов А. Ю.[1]

[1]Военная академия материально-технического обеспечения имени А. В. Хрулева, Санкт-Петербург, Россия.

В статье проведен комплексный анализ современных технологических инноваций и их потенциала для модернизации учебно-материальной базы и научно-экспериментальной и испытательной базы военных учебных заведений Российской Федерации. Рассмотрены ключевые направления технологического развития: искусственный интеллект, расширенная реальность, тренажерные системы нового поколения, аддитивные технологии, интернет вещей, беспилотные системы и облачные вычисления. На основе изучения зарубежного опыта и нормативно-правовой базы РФ сформулированы приоритетные направления совершенствования материально-технического обеспечения военного образования. Предложена прогнозная модель развития, включающая этапы базовой цифровизации, интеллектуализации и полной цифровой трансформации.

Ключевые слова: военное образование; учебно-материальная база; научно-экспериментальная база; искусственный интеллект; виртуальная реальность; цифровые двойники; технологический суверенитет.

Для цитирования: Яковлева Ю. С., Мокроусов А. С., Иванов А. Ю. Влияние инноваций на учебно-материальную, научно-экспериментальную и испытательную базы в военных учебных заведениях / Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии Российской Федерации. Выпуск 6(26) (октябрь 2026). С. 138–148.

THE IMPACT OF INNOVATIONS ON THE EDUCATIONAL, SCIENTIFIC, EXPERIMENTAL, AND TESTING FACILITIES IN MILITARY EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Yakovleva Yu. S.[1], Mokrousov A. S.[1], Ivanov A. Yu.[1]

[1]Military Academy of Logistics named after A. V. Khruleva, St. Petersburg, Russia.

This article provides a comprehensive analysis of modern technological innovations and their potential for modernizing the educational and material resources and scientific, experimental, and testing facilities of military educational institutions in the Russian Federation. Key areas of technological development are examined: artificial intelligence, augmented reality, next-generation training systems, additive technologies, the Internet of Things, unmanned systems, and cloud computing. Based on a study of international experience and the Russian Federation's regulatory framework, priority areas for improving the material and technical support of military education are formulated. A predictive development model is proposed, including stages of basic digitalization, intellectualization, and complete digital transformation.

Keywords: military education; educational and material resources; scientific and experimental facilities; artificial intelligence; virtual reality; digital twins; technological sovereignty.

Введение

Современный этап развития военно-политической обстановки характеризуется беспрецедентным уровнем технологической конкуренции. Опыт проведения специальной военной операции (далее – СВО) убедительно продемонстрировал, что качество подготовки военных кадров напрямую зависит от уровня оснащения учебных заведений передовыми техническими средствами. В условиях перехода Вооруженных Сил Российской Федерации к оснащению высокотехнологичными образцами вооружения, военной и специальной техники (далее – ВВСТ), существующая учебно-материальная база (далее – УМБ), научно-экспериментальная и испытательная база (далее – НЭИБ) военных вузов требуют кардинальной модернизации.

Актуальность темы обусловлена необходимостью приведения материально-технического обеспечения образовательного процесса в соответствие с темпами перевооружения войск, а также требованиями обеспечения технологического суверенитета страны. Традиционные методы обучения и проведения научных исследований становятся недостаточно эффективными перед лицом новых вызовов, таких как применение беспилотных систем, ведение боевых действий в информационном пространстве и использование робототехнических комплексов.

Нормативно-правовая основа развития данной сферы определяется рядом стратегических документов, включая Национальную стратегию развития искусственного интеллекта на период до 2030 года, Стратегию развития беспилотной авиации Российской Федерации, а также государственные стандарты, регламентирующие оценку уровня готовности технологий (TRL) и цифровое моделирование.

Целью настоящей статьи является оценка влияния современных технологических инноваций на развитие УМБ и НЭИБ военных учебных заведений, выявление ключевых тенденций, анализ зарубежного опыта и разработка рекомендаций по совершенствованию материально-технической базы в интересах повышения качества подготовки военных специалистов и проведения научных исследований.

Основная часть

1. Современные технологические инновации и их потенциал

Технологический ландшафт современного военного образования формируется под воздействием нескольких взаимосвязанных групп инноваций. Анализ показывает, что наиболее динамично развивающимся направлением является конвергенция цифровых технологий, искусственного интеллекта и робототехники. Схема, представляющая ключевые технологии и их влияние на учебно-материальную базу и научно-экспериментальную и испытательную базу военных вузов приведена на рисунке 1.

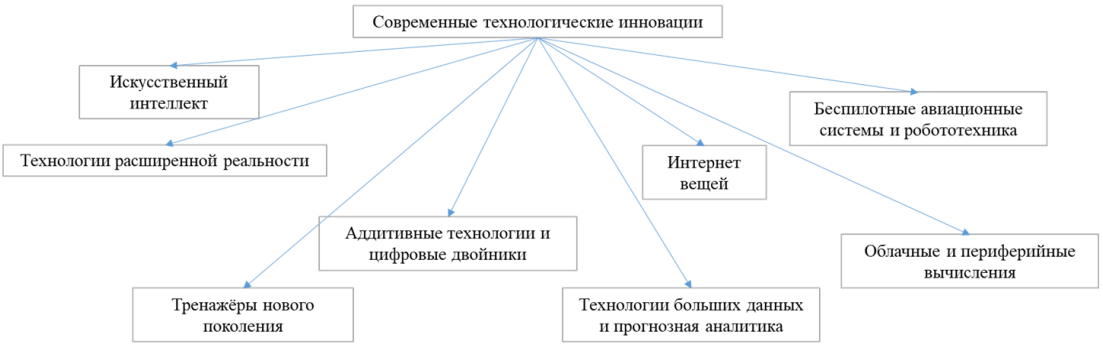


Рисунок 1 – Структурная схема современных технологических инноваций

Представленная схема иллюстрирует, как современные цифровые технологии трансформируют УМБ и НЭИБ военных вузов, повышая эффективность обучения и исследований.

Так, искусственный интеллект (далее – ИИ) представляет собой комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека. Согласно Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030

года, внедрение ИИ является приоритетом государственной важности. Применительно к УМБ и НЭИБ военных вузов технологии ИИ обладают следующим трансформирующим потенциалом.

Относительно учебно-материальной базы платформы на базе ИИ способны персонализировать траектории обучения каждого курсанта и слушателя. Алгоритмы анализируют уровень подготовки, скорость усвоения материала и индивидуальные психофизиологические особенности. Исследования показывают, что применение таких систем может повысить эффективность обучения на 20–30 %. Это особенно критично для сокращения сроков подготовки специалистов в условиях мобилизационного развертывания. Современные интеллектуальные тренажерные системы оснащаются элементами ИИ, способными генерировать реалистичные сценарии обучения, динамически адаптировать уровень сложности к навыкам обучаемого и автоматически оценивать его действия. Это позволяет реализовать принцип «обучение через действие» с постоянной обратной связью. Системы автоматической оценки знаний обеспечивают объективную оценку знаний и умений, включая анализ ответов в свободной форме, оценку решений тактических задач и анализ действий на тренажерах. Это снижает субъективизм преподавателя и повышает стандарты выпускаемых специалистов. Интеллектуальные системы управления обучением обеспечивают оптимизацию расписания занятий, распределение учебных ресурсов, мониторинг загрузки УМБ и прогнозирование потребностей в техническом обслуживании, что повышает коэффициент использования дорогостоящего оборудования. Генеративный ИИ для создания учебного контента, материалов, тестовых заданий и ситуационных задач на основе больших языковых моделей позволяет оперативно обновлять учебную базу в соответствии с изменениями в уставах и наставлениях.

В области научно-экспериментальной и испытательной базы – это машинное обучение для обработки экспериментальных данных. Применение алгоритмов глубокого обучения и нейронных сетей позволяет автоматизировать анализ результатов экспериментов, выявлять скрытые зависимости и проводить кластеризацию данных, что невозможно вручную при больших объемах информации. ИИ в проектировании экспериментов оптимизирует планирование исследований с использованием методов ИИ, что позволяет сократить количество необходимых натурных экспериментов при сохранении статистической значимости результатов, следовательно, экономит ресурсы и снижает износ техники. Предиктивная аналитика состояния оборудования на основе ИИ-систем прогнозирования технического состояния научного оборудования предупреждает отказы, обеспечивая повышение надежности и доступности НЭИБ. Это реализуется через анализ вибраций, температурных режимов и других телеметрических данных. Автоматизация научных публикаций содействует подготовке научных отчетов, визуализации результатов, проверке на плагиат и корректности научного аппарата, ускоряя внедрение результатов НИОКР в производство [9; 14; 17]. Уровень технологической готовности (TRL) ИИ-решений для УМБ и НЭИБ оценивается в диапазоне от 5 до 8 уровней согласно ГОСТ Р 71726-24, что свидетельствует о высокой степени зрелости технологий и возможности их практического внедрения.

Технологии расширенной реальности (Extended Reality, XR) объединяют виртуальную (VR), дополненную (AR) и смешанную (MR) реальность. Это одно из наиболее перспективных направлений развития УМБ и НЭИБ военных вузов. Виртуальная реальность обеспечивает полное погружение пользователя в искусственно созданную среду. В военном образовании VR позволяет создавать виртуальные модели образцов ВВСТ для изучения устройства «изнутри», включая разборку/сборку узлов, моделировать тактическую обстановку для отработки навыков принятия решений на различных уровнях управления, проводить виртуальные стрельбы с реалистичной баллистикой без расхода боеприпасов, имитировать аварийные ситуации и действия в экстремальных условиях без риска для жизни и здоровья обучаемых, осуществлять виртуальные лабораторные работы с опасными веществами. По данным зарубежных исследований, применение VR-технологий позволяет сократить время достижения требуемого уровня навыков на 30–40 %. Дополненная

реальность (AR) накладывает виртуальные объекты на изображение реального мира. Потенциал AR включает визуализацию внутреннего устройства реальных образцов ВВСТ при их изучении, интерактивные инструкции по техническому обслуживанию, отображение тактической информации на местности и AR-навигацию по полигонам. Смешанная реальность (MR) объединяет свойства VR и AR, позволяя виртуальным объектам взаимодействовать с реальной средой. Технология MR наиболее интересна для создания гибридных тренажеров, проведения совместных тренировок (часть участников в реальности, часть в виртуальности) и проектирования новых образцов ВВСТ на этапе НИР. В России ведется активная разработка отечественных XR-решений предприятиями ОПК, что обеспечивает импортонезависимость в данной области.

Тренажеры нового поколения интегрируют достижения в области моделирования, визуализации и ИИ. Ключевые характеристики включают интегрированность (единое тренажерное пространство), масштабируемость, фотореалистичную визуализацию на основе игровых движков (Unreal Engine, Unity и отечественные аналоги), объективный контроль на базе ИИ и точное моделирование физических процессов. Основные типы современных тренажеров для военных вузов классифицируются как тренажеры командиров и штабов (моделирование управления подразделениями), тренажеры экипажей (расчетов) образцов ВВСТ (отработка навыков эксплуатации), лазерные имитационные системы двустороннего боя (объективная оценка тактических учений, имитационно-моделирующие комплексы (ИМК) для моделирования боевых действий в реальном масштабе времени. В России разработкой занимаются АО «Кронштадт», концерн «Радиоэлектронные технологии», АО «НПО РусБИТех» и другие предприятия [13; 18].

Аддитивные технологии (3D-печать) обладают значительным потенциалом для УМБ и НЭИБ. Преимуществами в УМБ являются: изготовление учебных макетов и моделей узлов ВВСТ (в том числе в разрезе для засекреченных образцов), быстрое прототипирование курсовых проектов, изготовление запасных частей для учебных образцов, создание масштабных моделей местности. В НЭИБ: изготовление экспериментальных образцов деталей, оснастки для экспериментов, прототипирование новых конструктивных решений, печать функциональных прототипов из металлов и композитов для натурных испытаний [22]. В России развитие аддитивных технологий является приоритетным направлением (ГК «Росатом», «Ростех»).

Цифровые двойники представляют собой виртуальные копии физических объектов, обеспечивающие мониторинг и оптимизацию на протяжении жизненного цикла. В УМБ: создание цифровых двойников образцов ВВСТ для виртуального изучения, двойников учебных объектов для оптимизации использования полигонов, двойников инфраструктуры вуза («умное здание»). В НЭИБ: моделирование поведения исследуемых объектов, создание двойников испытательных стендов, виртуальные испытания прототипов до изготовления натурных образцов, интеграция данных натурных экспериментов с моделированием. Регламентация осуществляется ГОСТ Р 57700.37 – 2021.

Технологии больших данных позволяют проводить анализ образовательных данных для прогнозирования успеваемости, оптимизировать использование УМБ и оценивать эффективность учебных средств. В области НЭИБ они обеспечивают обработку массивов экспериментальных данных, статистический анализ результатов исследований и прогнозное техническое обслуживание оборудования [7].

Концепция «Интернет вещей» в военных вузах учитывает требования безопасности и закрытости информационных систем. УМБ включается в себя мониторинг технического состояния оборудования, «умные» учебные аудитории (автоматическое управление климатом и светом), контроль посещаемости и учета ресурсов, управление энергопотреблением. НЭИБ: автоматизацию сбора экспериментальных данных, удаленный мониторинг длительных экспериментов, метрологическое обеспечение средств измерений. Критически важным является обеспечение информационной безопасности: функционирование в защищенных сетях, изолированных от публичного интернета [5; 6; 15; 24].

Что касается облачных и периферийных вычислений, то применение концепции частных (приватных) облаков позволяет их использовать в защищенной среде. Для УМБ в виде предоставления вычислительных ресурсов по запросу, централизованного хранения учебных материалов, облачных лабораторий, масштабируемости ИТ-инфраструктуры. Для НЭИБ – высокопроизводительных вычислений для моделирования, хранения научных данных, совместной работы над проектами. Периферийные вычисления обеспечивают обработку данных на месте генерации, снижая задержки. Концепция «военного облака» разрабатывается в интересах Минобороны РФ на основе отечественного ПО [11].

Развитие беспилотных авиационных систем (далее – БАС) и робототехнических комплексов (далее – РТК) определено Распоряжением Правительства РФ № 1630-р от 21 июня 2023 года. Влияние на УМБ оказывает создание центров подготовки операторов БАС (тренажеры, полигоны, ремонтная база), внедрение учебных робототехнических платформ, создание лабораторий программирования и ИИ для БпЛА [1; 3]. Влияние на НЭИБ: использование БАС для научных исследований (зондирование, мониторинг), разработка алгоритмов управления, исследования в области противодействия БАС. Опыт СВО подтвердил актуальность подготовки специалистов в данной области.

2. Оценка влияния технологических инноваций на развитие УМБ

Технологические инновации вызывают коренную трансформацию традиционных учебных пространств военных вузов.

Классическая модель уступает место концепции «умной аудитории». Компоненты включают интерактивные панели, системы видеоконференцсвязи для привлечения экспертов из войск и ОПК, системы аудио- и видеозаписи для создания электронных ресурсов, системы голосования для мгновенной обратной связи и IoT-системы управления средой [8].

Трансформация лабораторий идет по пути создания виртуальных лабораторий для первоначального ознакомления и моделирования опасных экспериментов, гибридных лабораторий с реальным оборудованием и виртуальными компонентами, цифровой регистрацией данных с датчиками и системами автоматического сбора данных [20].

Полевая УМБ также претерпевает изменения. Все чаще применяются автоматизированные системы управления полигонным оборудованием (мишенная обстановка, регистрация стрельбы), лазерные имитационные системы (далее – ЛИС) для двусторонних учений с объективным контролем, системы позиционирования (ГЛОНАСС) для отслеживания участников в реальном времени, средства объективного контроля (видеокамеры, радары, БПЛА), имитация электронных помех и РЭБ, «Умные» автодромы и танкодромы с автоматической оценкой действий водителей, интеграция реальной и виртуальной среды («смешанный» полигон).

Примером внедрения является учебно-тренировочный комплекс «Эллинг» в Военном университете имени князя А. Невского МО РФ, оснащенный инфраструктурой для подготовки специалистов по БАС [4].

Концепция тренажерной базы трансформируется от простой площадки к многофункциональному центру. Ключевой инновацией является моделирование боевых действий, включающее конструктивное, виртуальное и натурное моделирование. Интеграция этих уровней позволяет проводить масштабные учения без физического сосредоточения всех участников. Примером служит система в Военной академии войсковой ПВО.

Базы информационного обеспечения совершенствуются. Библиотеки трансформируются в информационно-аналитические центры. Направления модернизации включают подключение к электронно-библиотечным системам (далее – ЭБС), внедрение систем управления знаниями с элементами ИИ, создание мультимедийных ресурсов и систем информационно-аналитической поддержки научных исследований (доступ к РИНЦ, патентным базам).

3. *Оценка влияния технологических инноваций на развитие НЭИБ*

Хотелось бы начать с модернизации научно-исследовательских отделов и лабораторий. Основные направления включают цифровую автоматизацию экспериментов на базе ПЛК, внедрение высокоточных средств измерения, создание вычислительной

инфраструктуры для моделирования (GPU-ускорители, CAD/CAE системы) [16]. Также приоритетным является создание лабораторий аддитивных технологий, искусственного интеллекта и кибербезопасности [12].

Развитие экспериментально-испытательных стендов и полигонов включают в себя переход к модульным универсальным испытательным стендам, внедрение интеллектуальных систем управления испытаниями, создание безэховых камер нового поколения, климатических камер с расширенным диапазоном условий, вибрационных стендов и полигонов электромагнитной совместимости.

Перспективным направлением является создание межвузовских научных кластеров, представляющих собой объединения ресурсов нескольких вузов для решения крупных задач. Модели взаимодействия включают центры коллективного пользования (далее – ЦКП) оборудованием, распределенные виртуальные лаборатории, научные консорциумы с предприятиями ОПК и совместные испытательные полигоны [2; 10]. Это требует защищенных каналов связи, единых стандартов данных и регламентов использования.

Что касается интеграции НЭИБ в единое информационное пространство, то ключевым условием эффективности является интеграция в единое пространство. Компоненты включают единую систему учета оборудования, базу научных данных с контролем доступа, платформу для совместной работы и систему мониторинга научной деятельности. Важна интеграция с внешними системами заказчиков и предприятий ОПК.

4. Зарубежный опыт технологической модернизации военного образования

Анализ зарубежного опыта позволяет выделить тенденции и элементы, применимые в РФ (таблица 1) [20–22].

Опыт США: Реализация программы Synthetic Training Environment (STE) с бюджетом более 1 млрд долларов для создания объединенной тренировочной среды. Деятельность Института творческих технологий (ICT), Академии ВВС США (VR для пилотов), Центра перспективных исследований Вест-Пойнта (кибербезопасность, ИИ). Активное использование коммерческих игровых движков.

Опыт Великобритании: Программа Defence Simulation Education and Training Centre (DSETC) для создания единой тренировочной среды.

Опыт Франции: Внедрение ИИ для анализа тактических решений, VR-тренажеры для городских боев, Центр инноваций в военном образовании.

Опыт Германии: Развитие НЭИБ в области кибербезопасности и робототехники в Университете бундесвера, инновационный хаб с промышленностью.

Опыт НАТО: Центр моделирования и симуляции (NATO M&S COE) продвигает концепцию «Моделирование и симуляция как услуга» (MSaaS).

Опыт Китая: Национальный университет оборонных технологий (NUDT) с суперкомпьютерными ресурсами, программа «Умный кампус», массовое внедрение VR/AR, стратегия гражданско-военной интеграции (CMI).

Таблица 1 – Сравнительный анализ опыта технологической модернизации военного образования

Направление	**Страны**			
	США	**НАТО (Европа)**	**Китай**	**Россия**
Симуляторы виртуальной/ дополненной реальности	Высокий	Средний–Высокий	Высокий	Средний
ИИ в обучении	Высокий	Средний	Высокий	Низкий – средний
Облачные платформы	Высокий	Средний	Высокий	Низкий
Интегрированные среды	Высокий	Средний–Высокий	Средний	Средний
Робототехника/ Руководитель	Высокий	Средний	Высокий	Средний
Аддитивные технологии	Высокий	Средний	Высокий	Средний
Цифровые двойники	Высокий	Средний	Средний–Высокий	Низкий–Средний

Рекомендуются к адаптации следующие элементы:

– создание единой объединенной тренировочной среды (аналог STE США);

– развитие гражданско-военной интеграции (опыт Китая);

– стандартизация тренажерных систем (опыт НАТО);

– создание инновационных центров (опыт Германии, Франции);

– ограничения в виде различий в финансировании, необходимости импортозамещения, особенностей нормативной базы и требований информационной безопасности.

5. Перспективные направления и рекомендации

На основе проведенного анализа определены перспективные направления (таблица 2) и организационно-методические рекомендации развития УМБ и НЭИБ в военных учебных заведениях.

Таблица 2 – Направления развития УМБ и НЭИБ в военных учебных заведениях

Первоочередные	**Среднесрочные**	**Долгосрочные**
Создание единой цифровой образовательной среды (ЕЦОС). Защищенная платформа с доступом к ресурсам, управлением обучением на базе ИИ, электронным портфолио и аналитикой. Массовое оснащение VR/AR/MR-тренажерами. Для изучения ВВСТ, тактической подготовки, ТОиР и вождения. Модернизация тренажеров. Переход на интегрированные системы, комплексы тактической подготовки, тренажеры с визуализацией на игровых движках, ЛИС нового поколения. Развитие инфраструктуры подготовки операторов. Центры подготовки операторов БАС и РТК в профильных вузах (тренажеры, полигоны, лаборатории)	Внедрение технологий ИИ. Адаптивное обучение, интеллектуальная оценка, ИИ-ассистенты, генерация сценариев. Сеть центров коллективного пользования. Концентрация уникального оборудования с удаленным доступом. Развитие аддитивных технологий в НЭИБ. Промышленные 3D-принтеры для металлов и полимеров. Суперкомпьютерный центр. Доступ к ресурсам для моделирования и обучения ИИ	Интегрированная объединенная тренировочная среда. Единое виртуальное пространство для межвидовых учений. Внедрение квантовых технологий. Для криптоанализа и оптимизации в НЭИБ. Полная цифровизация жизненного цикла. Управление на основе цифровых двойников и IoT

Организационно-методические рекомендации включают в себя:

– создание специализированных структур, отделов технологических инноваций в вузах для мониторинга трендов, координационный центр на уровне ГУК МО РФ или ВНК ВС РФ;

– подготовку кадров, формирования модулей по новым техническим средствам в программах повышения квалификации, стажировки на предприятиях ОПК, подготовку инженерно-технического персонала;

– стандартизацию и унификацию, разработку стандартов оснащения аудиторий, совместимости тренажеров, требований к электронным ресурсам и научным данным;

– совершенствование финансирования, формирование целевой программы модернизации, конкурсного финансирования проектов, привлечения внебюджетных средств, лизинг оборудования;

– взаимодействие с ОПК и IT, создание совместных лабораторий, технологических дней, ГЧП для разработки ПО, стажировки курсантов;

– информационную безопасность, проведение экспертизы средств, моделей угроз, приоритетов отечественных решений, изоляции контуров.

Проект прогнозной модели развития может состоять, например, из трех этапов.

Этап 1. Базовая цифровизация. Внедрение ЕЦОС, оснащение 50 % аудиторий интерактивным оборудованием, развертывание VR/AR в ведущих вузах, модернизация сети.

Этап 2. Интеллектуализация и интеграция. Внедрение ИИ в обучение, интегрированные тренажеры, сеть ЦКП, суперкомпьютерные ресурсы, IoT-инфраструктура.

Этап 3. Полная цифровая трансформация. Единая объединенная тренировочная среда, управление на основе цифровых двойников, широкое применение ИИ, квантовые технологии, полная интеграция в информационное пространство ВС РФ.

В результате проекта будет достигнута оснащенность мирового уровня, осуществлена подготовка специалистов, адаптированных к условиям современных конфликтов, сокращены расходы моторесурсов и боеприпасов за счет тренажеров, снижение расходов на ГСМ, снижен износ техники, сокращены эксплуатационные расходы («умные» здания), оптимизирована логистика (аддитивные технологии), повышено качество подготовки (снижение потерь в бою), сокращены сроки подготовки, повышена результативность НИР (ускорение создания ВВСТ).

Заключение

Проведенный анализ влияния инноваций на учебно-материальную, научно-экспериментальную и испытательную базы в военных учебных заведениях позволяет сделать следующие выводы:

1) Нормативно-правовая база нуждается в актуализации с учетом современных технологических реалий. Необходимо нормативное закрепление требований к цифровой инфраструктуре, стандартов оснащения VR/AR/MR-тренажерами и регламентов использования ИИ-технологий.

2) Анализ современного состояния УМБ и НЭИБ выявил проблемы: неравномерность оснащения, отставание от темпов перевооружения, недостаточная цифровизация, проблемы импортозамещения и кадровый дефицит.

3) Идентифицированы ключевые группы инноваций: ИИ, XR, тренажеры нового поколения, аддитивные технологии, IoT, БАС/РТК, облачные вычисления, большие данные. Для каждой группы определен уровень готовности (TRL) и потенциал.

4) Наибольший эффект на УМБ оказывают технологии VR/AR/MR, тренажеры нового поколения и ИИ. Для НЭИБ наиболее значимы ИИ, большие данные, аддитивные технологии и высокопроизводительные вычисления.

5) Зарубежный опыт (США, НАТО, КНР) показывает масштабные программы модернизации. Для РФ наиболее ценны опыт создания интегрированных сред, гражданско-военной интеграции и стандартизации. Прямой перенос ограничен требованиями технологического суверенитета.

6) Определены приоритетные направления модернизации на кратко-, средне- и долгосрочную перспективу.

7) Разработаны организационно-методические рекомендации, включающие создание управленческих структур, подготовку кадров, стандартизацию, финансирование и обеспечение безопасности.

8) Предложен проект прогнозной модели развития, включающий три этапа трансформации, направленный на достижение мирового уровня оснащенности.

Реализация предложенных мер позволит обеспечить качественный скачок в подготовке военных кадров и развитии военной науки, что является критически важным условием поддержания обороноспособности Российской Федерации в условиях современных геополитических вызовов.

Библиографический список

1. Алексеева, О. В. Образовательные возможности виртуальных образовательных лабораторий: анализ сложившейся практики / О. В. Алексеева, Н. В. Александрова, Т. П. Скворцова // Научно-педагогическое обозрение. – 2023. – № 6 (52). – С. 134–142.

2. Бельков, М. Центры коллективного пользования научным оборудованием // Наука и инновации. – 2015. – № 2 (144). – С. 24–25.

3. Брешенков, Д. С. Перспективы применения робототехнических комплексов (систем с искусственным интеллектом в интересах войск национальной гвардии Российской Федерации) / Д. С. Брешенков, К. А. Нечаев // Академический вестник войск национальной гвардии Российской Федерации. – 2025. – № 3/2025 (68). – С. 20–24.

4. В Военном университете введен в эксплуатацию специализированный учебно-тренировочный комплекс «Эллинг» [Электронный ресурс] // Министерство обороны Российской Федерации. – 16 декабря 2025. – URL: http://www.vumo.mil.ru (дата обращения: 15.04.2026).

5. Губби, Дж. [и др.]. Интернет вещей (IoT): видение, архитектурные элементы и будущие направления // Компьютерные системы будущего поколения. – 2013. – Том 29, № 7. – С. 1645–1660.

6. Довгаль, В. А. Интернет Вещей: концепция, приложения и задачи / В. А. Довгаль, Д. В. Довгаль // Вестник АГУ. – 2018. – № 1 (216). – С. 129–136.

7. Дэниел, Б. Большие данные и аналитика в высшем образовании: возможности и вызовы // Британский журнал образовательных технологий. – 2015. – Том 46.

8. Зайченко, А. Л. Интеллектуальные технологии «умной аудитории» в образовательном процессе курсантов // Центр научного сотрудничества «Интерактив плюс». – 2021. – С. 1–8.

9. Карвалью, Т. П. [и др.]. Систематический обзор литературы по методам машинного обучения, применяемым в прогнозируемом техническом обслуживании // Компьютеры и промышленная инженерия. – 2019. – № 37.

10. Козичев, В. Н. Единое информационное пространство Вооруженных Сил Российской Федерации: Определение, принципы и аспекты формирования / В. Н. Козичев, В. В. Сухорученко, В. Н. Каргин // Военная мысль. – 2022. – № 5. – С. 145–157.

11. Минобороны создает военное облачное хранилище [Электронный ресурс] // Известия. – 15 июля 2018. – URL: http://www.iz.ru (дата обращения: 15.04.2026).

12. Научно-исследовательская лаборатория «лазерные и аддитивные технологии» [Электронный ресурс] // Институт машиностроения, материалов и транспорта. – URL: http://www.immit.spbstu.ru (дата обращения: 15.04.2026).

13. Обзор российского рынка тренажерных систем [Электронный ресурс] // Business stat. – 2025. – URL: http://www.businessstat.ru (дата обращения: 15.04.2026).

14. Пелешок, С. А. Аддитивные технологии в военном деле / С. А. Пелешок, А. Я. Фисун, А. В. Морозов, С. В. Калинин, М. И. Елесеева // Известия Российской Военно-медицинской академии. – 2021. – Т. 40, № 2. – С. 5–12.

15. Понкин, И. В. Интернет военных вещей: концепт, функционально-целевое назначение, структура, регуляторика // International Journal of Open Information Technologies. – 2024. – Vol. 12, No. 3.

16. Разработка учебно-исследовательского лабораторного стенда на базе ПЛК СПК110 // Инженерный вестник Дона. – 2024. – № 9.

17. Соттиле, Р. Адаптивные системы обучения: проектирование и разработка / Р. Соттиле, Дж. Шварц // Springer, 2020. – 420 с.

18. Тренажерная база на основе передовых технологий [Электронный ресурс] // Красная звезда. – 2020. – URL: http://www.redstar.ru(дата обращения: 15.04.2026).

19. Цифровые лаборатории – IT технологии, повышающие качество образование [Электронный ресурс] // 16 июня 2025. – URL: http://www.schools.ru (дата обращения: 15.04.2026).

20. Чейз, М. С. [и др.]. Незавершенная военная трансформация Китая: оценка слабых сторон Народно-освободительной армии Китая // Корпорация RAND, 2015. – 212 с.

21. Чудинский, Р. М. Роль и место аддитивных технологий в образовательном процессе / Р. М. Чудинский, Н. А. Горбунов // Современные проблемы науки и образования. – 2022. – № 5.

22. Чэн, Т. М. Формирование военной мощи в Китае: новая концепция оценки инноваций // Издательство Университета Джона Хопкинса, 2014. – 304 с.

23. Эштон, К. Интернет вещей // Журнал RFID. – 2009. – Т. 22. – С. 97–114.

24. Air Force Academy: Innovation and Technology in Education [Электронный ресурс] // United States Air Force Academy. – URL: https://www.usafa.af.mil (дата обращения: 17.03.2026).

25. Defence Simulation Education and Training Centre (DSETC) [Электронный ресурс] // UK Ministry of Defence. – URL: https://www.gov.uk/mod (дата обращения: 17.03.2026).

26. Ecoles de Saint-Cyr Coëtquidan. Centre d'Innovation pour la Défense [Электронный ресурс]. – URL: https://www.st-cyr.terre.defense.gouv.fr (дата обращения: 17.03.2026).

27. Universität der Bundeswehr München [Электронный ресурс] // URL: https://www.unibw.de (дата обращения: 17.03.2026).

Контактная информация:
Яковлева Юлия Сергеевна – yakus17@yandex.ru; SPIN-code: 3474-0490
Мокроусов Алексей Сергеевич – mokrousov85@rambler.ru; SPIN-code: 2247-6807
Иванов Александр Юрьевич

References

1. Alekseeva, O. V. Educational opportunities of virtual educational laboratories: an analysis of existing practice / O. V. Alekseeva, N. V. Aleksandrova, T. P. Skvortsova // Scientific and Pedagogical Review. – 2023. – No. 6 (52). – Pp. 134–142.

2. Belkov, M. Centers for collective use of scientific equipment // Science and Innovation. – 2015. – No. 2 (144). – Pp. 24–25.

3. Breshenkov, D. S. Prospects for the use of robotic systems (systems with artificial intelligence) in the interests of the troops of the National Guard of the Russian Federation / D. S. Breshenkov, K. A. Nechaev // Academic Bulletin of the troops of the National Guard of the Russian Federation. – 2025. – No. 3/2025 (68). – Pp. 20–24.

4. The Military University has commissioned a specialized training complex «Elling» [Electronic resource] // Ministry of Defense of the Russian Federation. – December 16, 2025. – URL: http://www.vumo.mil.ru (accessed: 15.04.2026).

5. Gubbi, J. [et al.]. Internet of Things (IoT): vision, architectural elements, and future directions // Computer Systems of the Future Generation. – 2013. – Volume 29, No. 7. – Pp. 1645–1660.

6. Dovgal, V. A. The Internet of Things: Concept, Applications, and Challenges / V. A. Dovgal, D. V. Dovgal // Vestnik AGU. – 2018. – No. 1 (216). – Pp. 129–136.

7. Daniel, B. Big Data and Analytics in Higher Education: Opportunities and Challenges // British Journal of Educational Technology. – 2015. – Volume 46.

8. Zaichenko, A. L. Intelligent Technologies of the «Smart Audience» in the Educational Process of Cadets // Center for Scientific Cooperation «Interactive Plus». – 2021. – Pp. 1–8.

9. Carvalho, T. P. [et al.]. A systematic literature review of machine learning methods used in predictive maintenance // Computers & Industrial Engineering. – 2019. – No. 37.

10. Kozichev, V. N. Unified Information Space of the Armed Forces of the Russian Federation: Definition, Principles, and Aspects of Formation / V. N. Kozichev, V. V. Sukhoruchenko, V. N. Kargin // Military Thought. – 2022. – No. 5. – Pp. 145–157.

11. The Ministry of Defense is creating a military cloud storage system [Electronic resource] // Izvestia. – July 15, 2018. – URL: http://www.iz.ru (accessed: 15.04.2026).

12. Research laboratory «Laser and additive technologies» [Electronic resource] // Institute of Mechanical Engineering, Materials and Transport. – URL: http://www.immit.spbstu.ru (accessed: 15.04.2026).

13. Overview of the Russian market for training systems [Electronic resource] // Business stat. – 2025. – URL: http://www.businessstat.ru (accessed: 15.04.2026).

14. Peleshok, S. A. Additive technologies in military affairs / S. A. Peleshok, A. Ya. Fisun, A. V. Morozov, S. V. Kalinin, M. I. Eleseeva // Proceedings of the Russian Military Medical Academy. – 2021. – Vol. 40, No. 2. – Pp. 5–12.

15. Ponkin, I. V. Internet of Military Things: Concept, Functional and Target Purpose, Structure, Regulatory Framework // International Journal of Open Information Technologies. – 2024. – Vol. 12, No. 3.

16. Development of an educational and research laboratory bench based on the SPS110 PLC // Engineering Bulletin of the Don. – 2024. – No. 9.

17. Sottile, R. Adaptive Learning Systems: Design and Development / R. Sottile, J. Schwartz // Springer, 2020. – 420 p.

18. Training base based on advanced technologies [Electronic resource] // Krasnaya Zvezda. – 2020. – URL: http://www.redstar.ru (accessed: 15.04.2026).

19. Digital laboratories – IT technologies that improve the quality of education [Electronic resource] // June 16, 2025. – URL: http://www.schools.ru (accessed: 15.04.2026).

20. Chase, M. S. [et al.]. China's Unfinished Military Transformation: Assessing the Weaknesses of the People's Liberation Army // RAND Corporation, 2015. – 212 p.

21. Chudinsky, R. M. The role and place of additive technologies in the educational process / R. M. Chudinsky, N. A. Gorbunov // Modern problems of science and education. – 2022. – No. 5.

22. Cheng, T. M. The Formation of Military Power in China: A New Concept of Innovation Assessment // Johns Hopkins University Press, 2014. – 304 p.

23. Ashton, K. The Internet of Things // RFID Journal. – 2009. – Vol. 22. – Pp. 97–114.

24. Air Force Academy: Innovation and Technology in Education [Electronic resource] // United States Air Force Academy. – URL: https://www.usafa.af.mil (accessed: 17.03.2026).

25. Defence Simulation Education and Training Centre (DSETC) [Electronic resource] // UK Ministry of Defence. – URL: https://www.gov.uk/mod (accessed: 17.03.2026).

26. Ecoles de Saint-Cyr Coëtquidan. Centre d'Innovation pour la Défense [Electronic resource]. – URL: https://www.st-cyr.terre.defense.gouv.fr (accessed: 17.03.2026).

27. Universität der Bundeswehr München [Electronic resource] // URL: https://www.unibw.de (accessed: 17.03.2026).

Contact information:
Yakovleva Yulia Sergeevna – yakus17@yandex.ru; SPIN code: 3474-0490
Mokrousov Alexey Sergeevich – mokrousov85@rambler.ru; SPIN code: 2247-6807
Ivanov Alexander Yurievich

Поступила в редакцию: 04.08.2026
Принята к публикации: 30.09.2026

ISSN 2782-6058

ПЕРМСКИЙ ВОЕННЫЙ ИНСТИТУТ
ВОЙСК НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии

Том 6 Выпуск 26 (октябрь 2026)

Редактор: В.Н. Париев
Технический редактор: А.Р. Ихтисанова
Корректор: М.Е. Швецова

Выход в свет: 15.10.2026 г.
Подписано в печать: 12.10.2026 г.
Формат 60х84/8. Бумага ВХИ.
Усл. печ. л. 15,46. Уч.-изд. л. 13,61
Тираж 1000 экз. Заказ № _____

Стоимость издания: свободная цена.

Воспроизведение публикаций, полностью или частично,
в печатной или электронной форме без письменного
разрешения редакции не допускается.

Отпечатано с готового оригинал-макета
в типографии ПВИ войск национальной гвардии.
Адрес типографии: Пермский край, город Пермь,
улица Гремячий лог, дом 1, индекс — 614030.

Пермь 2026