

**2026**  
**№2(76)**

**Вооружение  
и экономика**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>46 Центральный научно-исследовательский институт Министерства обороны Российской Федерации</p> <p>Российская академия ракетных и артиллерийских наук</p> <p>Академия проблем военной экономики и финансов</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <h1>Вооружение и экономика.<br/>2026. №2(76)</h1> <p>электронный научный журнал</p> <h2><a href="http://www.viek.ru">http://www.viek.ru</a></h2> <p>Содержание</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <p><i>Издается с 2008 года</i></p> <p>Журнал «Вооружение и экономика» включен в Перечень ведущих рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук</p> <p>Свидетельство о регистрации СМИ от 7 декабря 2012 г. № ФЦ77-52083</p> <p>ISSN 2071-0151</p> <p>Издатель: Российская академия ракетных и артиллерийских наук<br/>107564, Москва,<br/>1-я Мясниковская ул.,<br/>д.3, стр.3</p> <p>Адрес редакции: 129327, Москва, Чукотский пр-д, д.10, ФГБУ «46 ЦНИИ»<br/>Минобороны России.<br/>В редакцию журнала «Вооружение и экономика»</p> <p><b><a href="mailto:rk@viek.ru">rk@viek.ru</a></b></p> | <h3>ВООРУЖЕНИЕ И ВОЕННАЯ ТЕХНИКА</h3> <p><b>Буренок В.М., Лавринов Г.А., Бабкин Г.В.</b> Новый облик системы вооружения – проблемы и пути их решения ..... 5-10</p> <p><b>Дурнев Р.А., Маркелов Е.Б., Свиридок Е.В.</b> Система комплексной оценки эффективности боевой экипировки военнослужащих: предложения в концепцию построения..... 11-18</p> <p><b>Найденов В.Г.</b> Методика формирования предложений в потребный вариант развития средств траекторных измерительных комплексов испытательных центров в части их номенклатурного ряда ..... 19-29</p> <p><b>Буравлев А.И., Чаткин И.М.</b> Применение логистических моделей в задачах программно-целевого планирования и управления жизненным циклом вооружения и военной техники..... 30-44</p> <p><b>Афанасьев А.С., Матюхин Д.В., Милосердов С.С.</b> Планирование разработки электронной компонентной базы для сложных технических систем: проблемы и возможные пути их решения ..... 45-51</p> <p><b>Саетгалиев Р.Р., Анискович В.А., Марченко М.И.</b> Методика измерения удельного электрического сопротивления напорных рукавов..... 52-58</p> <p><b>Гула Д.Н., Моторин В.М., Якубенко О.В.</b> Оптимизация процесса принятия решений о техническом состоянии систем вентиляции и кондиционирования воздуха сооружений наземной инфраструктуры ракетно-космического комплекса ..... 59-63</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><i>Главный редактор</i><br/>В.М. Буренок</p> <p><i>Редакционная коллегия</i><br/>А.А. Александров<br/>О.Б. Ачасов<br/>В.И. Бабенков<br/>А.М. Батьковский<br/>С.И. Боков<br/>С.Г. Брайткрайц<br/>А.И. Буравлев<br/>В.Л. Гладышевский<br/>(зам. гл. ред.)<br/>Е.В. Горгола<br/>П.А. Дроговоз<br/>Р.А. Дурнев<br/>В.В. Ионов<br/>Г.А. Лавринов<br/>(зам. гл. ред.)<br/>А.В. Леонов<br/>В.Г. Найденов<br/>А.Г. Подольский<br/>(зам. гл. ред.)<br/>К.В. Сивков<br/>Е.Ю. Хрусталев<br/>Д.В. Худяков<br/>(зам. гл. ред. – уч. секр.)<br/>А.А. Целыковских<br/>И.В. Чистов</p> <p><i>Оформление, верстка</i><br/>Д.В. Худяков</p> <p><i>Редактор</i><br/>Т.М. Молчанова</p> <p><i>Перевод</i><br/>О.В. Криворучко</p> | <p style="text-align: center;"><b>ВОЕННАЯ ЭКОНОМИКА</b></p> <p><b>Михалкин А.В., Подольский А.Г.</b> Экономико-математическая модель оценки эффективности расходования финансовых ресурсов на накопление и хранение запасов центра .....65-79</p> <p><b>Самойлов Д.В.</b> Военно-экономический эффект от внедрения методики проектирования тренажера зенитного ракетного комплекса ближнего действия .....80-83</p> <p><b>Захаров С.А.</b> О понятии «двойное назначение» в отношении промышленной продукции .....84-91</p> <p style="text-align: center;"><b>МЕНЕДЖМЕНТ</b></p> <p><b>Боков С.И., Серебряков К.Г., Пронин А.Ю.</b> 10 лет базовой кафедре менеджмента в сфере систем вооружений: итоги и перспективы .....93-98</p> <p style="text-align: center;"><b>ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ</b></p> <p>Правила предоставления авторами рукописей ..... 100</p> <p>Карточка автора ..... 102</p> <p>Особенности распространения журнала..... 102</p> <p>Порядок рецензирования рукописей ..... 103</p> <p>Сведения о членах редакционной коллегии ..... 104</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

# ***ВООРУЖЕНИЕ И ВОЕННАЯ ТЕХНИКА***

Научная статья  
УДК 623.5

## Новый облик системы вооружения – проблемы и пути их решения

Василий Михайлович Буренок, Геннадий Алексеевич Лавринов,  
Геннадий Васильевич Бабкин

**Аннотация.** В статье рассматриваются проблемы формирования системы вооружения в новых реалиях, обусловленных характером современных боевых действий. Отмечается, что система вооружения должна формироваться не только традиционными образцами вооружения, военной и специальной техники, но и коммерческими изделиями, разработка которых и поставка в войска пока никак не регламентируется существующей нормативной правовой базой.

**Ключевые слова:** современные боевые действия; система вооружения; технологии; коммерческие изделия

**Для цитирования:** Буренок В.М., Лавринов Г.А., Бабкин Г.В. Новый облик системы вооружения – проблемы и пути их решения // Вооружение и экономика. 2026. №2(76). С. 5-10.

Original article

## The New Look of the Weapon System – Problems and Solutions

Vasilii M. Burenok, Gennadii A. Lavrinov, Gennadii V. Babkin

**Abstract.** The article considers formation problems of a weapon system in the new realities caused by the modern warfare nature. It is noted that weapon system should be formed not only by means of traditional weapon, military and special equipment samples, but also by commercial products. The development of such products and their supplies to the forces is not yet regulated by the existing legal framework.

**Keywords:** modern military operations; weapon system; technologies; commercial products

**For citation:** Burenok V.M., Lavrinov G.A., Babkin G.V. The New Look of the Weapon System – Problems and Solutions. Vooruzhenie i ekonomika = Armament and Economics. 2026; 76(2): 5-10. (In Russ.).

Современные боевые действия (СБД) стали предметом изучения множеством экспертов различных стран, поскольку они принципиально отличаются от всех предыдущих войн и конфликтов и коренным образом меняют взгляды на перспективы развития вооруженных сил и их технической основы – системы вооружения [1-3]. Основополагающие выводы, с точки зрения поиска стратегий рационального развития вооруженных сил, можно обобщить следующим образом<sup>1</sup>:

классическая блоковая система уходит в прошлое, на смену ей приходит логика национальных государств, которые создают ситуативные военно-политические альянсы под конкретные задачи – это не «многополярный», а скорее «несколько полярный» мир, где существует несколько центров силы, но ни один не закреплен жестко;

новые технологии в сочетании с особенностями театра военных действий полностью определили тактику обеих сторон;

произошел переход от «механизированной войны» индустриальной эпохи к «дроновой войне» или «цифровой» («информационной») войне постиндустриальной эпохи;

оперативное звено управления почти исключено из цепи принятия решений, по сути, остались два уровня – тактический и стратегический (тактический уровень ведет бой за позиции, оперативный теряет свое классическое значение, стратегический определяет цели с долгосрочным эффектом);

доктрина будущего не может быть ретроспективной, она должна опираться на уроки настоящего, какими бы болезненными они не были;

ключевым фактором станут не просто технологии, а оружие на новых физических принципах, стратегическое преимущество получит та сторона, которая первой совершит качественный скачок в этой сфере;

<sup>1</sup> Демуренко А. Война изменится до неузнаваемости // Lenta.ru. 2026. 12 января. URL: <https://lenta.ru/articles/2026/01/12/demurenko/>; Пухов Р. Время гвардейских танковых дивизий безвозвратно ушло // Коммерсантъ. 2026. 28 января. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/8380069>

ключевая задача сейчас – прогнозировать развитие современной войны и адаптировать оборонно-промышленный комплекс под эти прогнозы;

по мере миниатюризации и удешевления элементной базы и развития сетевых решений, а также решений на основе искусственного интеллекта боевые действия будут все более обретать облик действий невероятных по масштабам полчищ дронов самых многообразных видов, форм, размеров и назначений (но в основном все более малых и дешевых) и при этом все более дальнедействующих и автономных, которые станут главным средством войны, поскольку позволяют сочетать возможности разведки и поражения;

оборотным ключевым видом боевых действий станет противодействие дронам и очистка от них неба, то есть вооруженная борьба будет проходить в форме борьбы за «дроновое огневое превосходство», и только достижение такого превосходства сделает возможным для одной из сторон продвижение на местности и установление контроля за территориями;

организация, техническое оснащение и вооружение войск должны быть подчинены задачам борьбы за такое «дроновое огневое превосходство» и создания возможности действий в условиях этой борьбы;

попытки параллельно развивать технологии цифровой войны и одновременно пытаться воспроизводить военное строительство периода механизированной войны (например, под вывеской «восполнения потерь техники»), скорее всего, будут означать, что ресурсов полноценно не хватит ни для того, ни для другого;

общий тренд очевиден: будущее – за децентрализованными производственными сетями, стартапами, главная задача при этом – систематизировать, унифицировать и интегрировать разрабатываемую и производимую ими продукцию в общую логистику и систему обеспечения вооруженных сил.

В классическом понимании (в трактовке Большой российской энциклопедии) система вооружения – это совокупность функционально связанных комплексов вооружения и военной техники (ВВТ), отдельных образцов ВВТ и обеспечивающих их применение технических средств, объединённых единой организацией функционирования и общим управлением для выполнения задач, определённых назначением данной системы<sup>2</sup>.

Анализ динамики изменения форм, методов и средств вооруженной борьбы, а также направлений модификации способов управления техническим обеспечением войск выявил следующие важнейшие *с точки зрения перспектив развития системы вооружения* тренды:

1. Позиционный характер, который наблюдается в ходе СБД, а также высокая «прозрачность» театра военных действий исключили возможность проведения военных операций «по шаблону» (на основе опыта предыдущих операций), и тем более в соответствии с существующими боевыми уставами, поэтому каждая операция, по сути, становится уникальной. При ее подготовке и проведении учитывается огромное количество данных от всех потенциальных источников информации и предусматривает использование большого разнообразия средств ее добывания (своих, чужих, военных, гражданских, технических, нетехнических). Этот пример показывает, что успех операции зависит не только от свойств собственных образцов вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ), но и средств противника, включая изделия коммерческого производства, гражданского (общего) назначения, а также креатива разработчиков операции. Чем больше масштаб операции, тем большее количество разнородных средств и доступных всем услуг используется.

2. Уникальность каждой операции предполагает уникальный набор средств вооружения и тактики (по возможностям) [4]. Этот набор формируется путем выбора:

тех или иных доступных (готовых) образцов ВВСТ, других средств, услуг различного вида (например, космическая связь, система мобильной связи и т.д.);

<sup>2</sup> Система вооружения // Большая российская энциклопедия. URL: [https://bigenc.ru/wiki/Система\\_вооружения](https://bigenc.ru/wiki/Система_вооружения)

модифицируемых средств (например, за счет комплектации уже готовых функционально законченных изделий отдельными модулями, придающими средствам новые, необходимые в операции свойства);

специфических средств, создаваемых непосредственно под замысел конкретной операции из доступных модулей.

При этом если первые выбираются уже готовыми из доступной для операции номенклатуры (то есть из номенклатуры образцов, централизованно созданных по соответствующим программам и планам), то другие категории предполагают необходимость затрат времени и ресурсов на модификацию существующих или создание новых с использованием доступных (на складах, внешних и внутреннем рынках) комплектующих или модулей (что, как правило, невозможно сделать централизованно). Например, для атак на российскую территорию на БПЛА противника устанавливается 4G-модем с SIM-картой российского оператора сотовой связи и как только дрон оказывается над российской территорией, модем подключается к сотовой сети и ведет дрон от вышки к вышке, корректируя свои координаты по мобильной сети. Этот способ значительно дешевле, чем использование спутниковой навигации GPS или системы «Старлинк», а зачастую и более надежный<sup>3</sup>.

Еще одна особенность атаковавших российские регионы дронов состоит в том, что они летят по заранее проложенному маршруту, практически не выходя в эфир и только на конечном участке пути происходит корректировка полета, уточняются координаты беспилотника с использованием систем GPS, ГЛОНАСС (иногда они могут наводиться с помощью вышек мобильной связи и интернета, что ограничивает возможность применения средств РЭБ только конечным участком)<sup>4</sup>.

3. Ключевую роль в успехе операции, в том числе масштабной, играют креативные решения по стратегии и тактике ее проведения, что, собственно, и определяет уникальность операции. При этом особую роль играет способность лиц, принимающих решения по планированию операции, ориентироваться в:

последних достижениях научно-технического прогресса для выбора неожиданных для противника средств проведения операции;

возможностях, в том числе скрытых (не прописанных в эксплуатационно-технической документации) образцов ВВСТ, других средств, услуг различного вида, которые могут возникнуть при их комплектации теми или иными комплектующими;

возможностях использования уязвимостей различного характера у противника и т.д.

4. Высокая инерционность централизованной системы технического оснащения войск не смогла оперативно обеспечивать подразделения и части теми образцами вооружения, иными средствами и услугами, которые соответствуют текущим особенностям форм и методов вооруженной борьбы, поэтому возникли дополнительные децентрализованные контуры (инициативной разработки, оперативных опытно-конструкторских работ, поставок через благотворительные и иные организации и т.д.). Эти новые контуры, большинство из которых возникло стихийно как ответ на запрос войск в ходе СБД, постепенно «обросли» бизнес-процессами, сделавшими их экономически выгодными для определенных категорий людей, что предопределило их самостоятельность (то есть способными функционировать вне механизма технического оснащения), однако при этом сделало соответствующие образцы товаром, который может продвигаться потребителям далеко не всегда путем добросовестной конкуренции.

5. Сформировались новые экономические предпосылки к расширению участия компаний гражданских отраслей в военном бизнесе, которые стали на собственной основе создавать средства ведения войны, что породило новые экономические процессы.

<sup>3</sup> Джерелиевский Б. Как связана борьба с украинскими БПЛА и отключение мобильного интернета // Взгляд. 2025. 16 июля. URL: <https://vz.ru/question/2025/7/16/1345720.html>

<sup>4</sup> Кнутов Ю. Раскрыты особенности атаковавших регионы России украинских дронов // Lenta.ru. 2025. 25 ноября. URL: <https://lenta.ru/news/2025/11/25/raskryty-osobennosti-atakovavshih-regiony-rossii-ukrainskih-dronov>

К примеру, известный дрон «Баба-яга» изначально создавался как сельскохозяйственный с производством в Китае. Элементную базу для подобных беспилотников, как и для FPV-дронов, изготавливают многочисленные компании в Китае, странах Евросоюза, Малайзии и Корее. Сборка такого аппарата на крупном европейском или американском концерне нерентабельна. Именно по этой причине в Европе или США отсутствуют заводы, производящие готовые боевые системы типа «Баба-яга». Низкая маржинальность производства этих изделий, использование открытого программного обеспечения и невозможность заработать на патентах делают крайне нерентабельным участие крупных западных оборонных концернов в современной войне дронов.

Беспилотник, изменивший сегодня облик поля боя, – это не тот сложный и дорогой авиационный комплекс, к которому привыкли мировые производители. Крупным концернам с многолетней историей проще и привычнее изготовить крылатую ракету стоимостью в миллионы долларов, чем произвести за тот же бюджет тысячу ударных средств новой формации: простых, дешёвых и собранных на доступной элементной базе с программным обеспечением, которое легко загрузить из интернета<sup>5</sup>.

Несостоятельность индустриального военного бизнеса с точки зрения обеспечения войск средствами вооруженной борьбы наглядно прослеживается в словах Министра армии США: «Оборонная промышленность в целом, и генеральные подрядчики в частности, обманывали американский народ, Пентагон и военных, заставляя их верить, что им нужны конкретные решения военного назначения. На фоне такого мышления сформировалась сильно бьющая по бюджету неадекватная закупочная стратегия, когда 90% приобретений приходится на дорогостоящие изделия, созданные специально для военных, и лишь 10% – на обычные продукты. Поэтому принято решение изменить это положение дел на 180°»<sup>6</sup>.

Эти и другие тренды не «вписываются» в традиционно используемую терминологию технического оснащения войск [5] прежде всего из-за несоответствия таких понятий как «вооружение, военная и специальная техника» «система вооружения», «комплекс вооружения», «образец вооружения» и т.д. реалиям военных (боевых) действий, в которых образцы, комплексы и системы вооружения действуют с опорой на системы и средства изначально гражданского назначения. Поэтому нужен новый термин, который бы совмещал в себе сочетание военных и невоенных средств, уникальным образом объединяемых на период проведения конкретной военной (боевой) операции.

Информационный поиск показал, что в основу новой терминологии можно положить родившийся в 1935 году термин экосистема (впервые был предложен английским экологом А.Тенсли) и все чаще употребляемый сегодня в переносном смысле в технологических, финансовых и т.п. аспектах (к примеру, в 1993 году появилась статья бизнес-стратега Дж.Мура, озаглавленная «Хищники и добыча: новая экология конкуренции»).

Целесообразность вовлечения этого термина в сферу технического оснащения войск обусловлена вкладываемым в него смыслом<sup>7</sup>:

совокупность совместно обитающих организмов (биотических) и условий их существования (абиотических), находящихся в закономерной взаимосвязи друг с другом и образующих систему;

сложная (по определению сложных систем Л.Берталанфи) самоорганизующаяся, саморегулирующаяся и саморазвивающаяся система;

открытая система, характеризующаяся входными и выходными потоками вещества и энергии.

Это достаточно полно соответствует выявленным выше современным трендам развития военного дела и позволяет ввести термин «экосистема средств ведения военных

<sup>5</sup> Кузякин Д. Потолок воздуха // Известия. 2025. 01 декабря. URL: <https://iz.ru/1998548/potolok-vozduha>

<sup>6</sup> Юджин Е. Министр армии США: M10 Booker – отличный пример неэффективной практики закупок // Военное обозрение. 2025. 18 ноября. URL: <https://topwar.ru/273875-oboronka-obmanula-pentagon-armija-ssha-kritiku-et-dorogostojaschie-zakupki.html>

<sup>7</sup> Общая теория систем // Википедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Общая\\_теория\\_систем](https://ru.wikipedia.org/wiki/Общая_теория_систем)

(боевых) действий». Препятствием этому является прежде всего его внутренняя противоречивость – в нем применяются две противоположных сущности – экология (созидательная) и военные (боевые) действия (разрушительная), хотя в противовес этому нужно отметить, что термин «экосистема» уже начал применяться в области боевых беспилотных средств<sup>8</sup>.

В качестве альтернативы можно использовать такие термины, как «полисистема» и «мультисистема» – когда несколько систем объединяются вокруг основной системы.

Актуальность введения нового термина в том или ином виде назрела, поскольку де-факто в проведении военных операций уже значительную долю занимают невоенные системы. Более того, для обеспечения функционирования образцов вооружения все чаще используются различные информационные, телекоммуникационные, компьютерные технологии невоенного назначения. Поэтому нужно де-юре закрепить в терминологии новое положение дел в военной области. Но для этого необходимо выбрать подходящий термин и его всесторонне обосновать.

Тем не менее несмотря на отсутствие в научном обороте такого типа термина, в рамках реализуемой государством военно-технической политики, под *системой вооружения* сегодня следует понимать совокупность образцов ВВСТ, созданных (создаваемых) централизованно в рамках программ и планов развития системы вооружения, модифицируемых образцов, специфических, ориентированных на децентрализованное применение изделий, комплектующих и модулей различного назначения и происхождения, а также технологий, обеспечивающих их функционирование, объединяемых в единую систему в рамках проведения конкретной операции.

Несмотря на кажущуюся надуманность этой терминологической проблемы, именно она является сегодня одним из главных тормозов для гармоничного обеспечения войск нужными им средствами для ведения военных (боевых) действий, поскольку приоритет отдается программам и планам развития системы вооружения, состоящей из систем, комплексов и образцов вооружения, военной и специальной техники, на реализацию которых выделяются огромные ресурсы, оставляя практически «за бортом финансирования» гражданские образцы, компоненты и услуги, которые сегодня во многом определяют успех операции, но в своем развитии отданы на откуп рыночным механизмам.

Решение этой терминологической проблемы создаст предпосылки не только к обеспечению адаптивности развития системы вооружения к быстрой изменчивости форм и методов вооруженной борьбы, но и стимулированию развития ее гражданских компонентов, что внесет весомый вклад и в экономическое развитие страны.

Переход к трактовке понятия «система вооружения» как симбиоза образцов и обеспечивающих их функционирование технологий военного и гражданского назначения (с учетом включения в нее нетрадиционных компонентов) влечет за собой необходимость решения ряда проблем:

изменение порядка лицензирования деятельности организаций по созданию образцов и комплектующих, принимаемых на вооружение (снабжение) как на постоянной основе, так и для решения задач в ходе отдельной операции (боя), но являющихся коммерческими разработками;

нормативное обеспечение порядка принятия на вооружение (снабжение) и эксплуатации коммерческих разработок. Существующая нормативная правовая база в области государственного оборонного заказа не в полной мере учитывает подобного рода особенности. В результате коммерческие разработки не имеют легитимного основания для применения войсками. В условиях ведения СБД этому не придается значение, но в мирное время может резко затормозить развитие системы вооружения;

унификация интерфейсов управления, связи, информационного обеспечения и т.п. коммерческих образцов в целях обеспечения быстрого освоения и эффективного

<sup>8</sup> В РФ начали разработку аналога «Ланцета» для применения в паре с «Князем Вандамом» // Известия. 2026. 13 января. URL: <https://iz.ru/2023016/2026-01-12/v-rf-nachali-razrabotku-analoga-lantceta-dlia-primeneniia-v-pare-s-kniazem-vandalom>

применения их в войсках. В настоящее время нерешенность этой проблемы порождает многочисленные затруднения в обеспечении эффективного применения поставляемых в войска (в основном, в рамках волонтерской помощи) изделий коммерческой разработки;

обучение личного состава эксплуатации (освоению) коммерческих изделий с учетом обеспечения сохранения государственной тайны, недопущения вскрытия пунктов дислокации подразделений и частей и т.п.

Кроме этого, возникает еще одна проблема – программно-целевого планирования (ПЦП) развития такой системы в ее новом облике. В настоящее время основным инструментом ПЦП является государственная программа вооружения (ГПВ). Попытка включения в нее коммерческих продуктов может оказаться невозможной по многим причинам. Одной из таких причин будет сложность формирования для конкретных представителей бизнес-рынка долгосрочных заданий по разработке и производству изделий. Такой рынок является крайне динамичным, ориентированным на источники прибыли и не терпящим государственного управления и нормативного вмешательства в производственную деятельность. То есть в этой области действует правило «разрабатываю и произвожу то, что выгодно сбыть». Причем сбыть в конкретных экономических условиях, а не в течение длительного периода по фиксированной цене, когда такие условия могут существенно измениться. Обязательное исполнение заданий ГПВ через государственный оборонный заказ для бизнес-рынка неприемлемо.

В этой связи возможным выходом из ситуации будет формирование государственной программы поставок коммерческой продукции Минобороны России, где будут изложены его потребности в том или ином продукте и указаны объемы финансирования закупок таких продуктов. Сроки и объемы поставок не должны указываться и определяться только в процессе заключения контрактов исходя из приемлемости этих показателей как для Минобороны России, так и коммерческих предприятий.

Таким образом, современные боевые действия способны существенным образом повлиять как на представление о современной, соответствующей новым угрозам и вызовам системе вооружения, так и на процесс ее формирования.

#### Список источников

1. Манеркин В.П., Дебело М.М., Бурухин А.В., Рыбальченко П.В. Адаптивные боевые действия: новая форма или преобладающая характеристика содержания применения сил и средств? // Военная мысль. 2025. №11. С. 50–56.
2. Трушин В.В. Задачи военной науки в условиях специальной военной операции // Военная мысль. 2025. №4. С. 8–18.
3. Кавана Д. Война: для чего она по-прежнему нужна? // Россия в глобальной политике. 2026. Т.24. №4. С. 10–31.
4. Методы оценки эффективности вооружения и военной техники: монография / Под ред. В.М. Буренка. 2-е изд., доп. М.: Граница, 2022. 264 с.
5. Бабкин Г.В., Лавринов Г.А., Косенко А.А. Война и бизнес: парадокс современности // Вооружение и экономика. 2018. №4(46). С. 63–79.

#### Информация об авторах

В.М. Буренок – доктор технических наук, профессор, SPIN 8055-2110.  
 Г.А. Лавринов – доктор экономических наук, профессор, SPIN 2965-9572.  
 Г.В. Бабкин – ORCID 0009-0001-1580-9932.

Научная статья  
УДК 623.094

## **Система комплексной оценки эффективности боевой экипировки военнослужащих: предложения в концепцию построения**

**Роман Александрович Дурнев, Евгений Борисович Маркелов,  
Екатерина Викторовна Свиридок**

*Аннотация.* В статье представлен анализ системы комплексной оценки эффективности боевой экипировки военнослужащих, выявляющий необходимость ее совершенствования. Подробно рассматриваются ключевые аспекты, такие как обоснование типовых боевых задач, решаемых в современных боевых действиях, и разработка единой гипотезы поражения живой цели при огнестрельном травмировании. Предлагается формирование комплекса критериев эффективности для различных элементов и подсистем боевой экипировки, а также методов их оценки. Акцентируется внимание на применении современных технологий, включая игровые ситуации, цифровые двойники и систему виртуальных полигонов. В работе подчеркивается важность уточнения методик и программ испытаний с использованием искусственных нейронных сетей, которые должны позволить автоматизировать этот процесс и «подгружать» более соответствующей реальной обстановке информационный фон, перестраивать параметры экспертной системы применительно к данной обстановке, оценивать технико-экономическую эффективность боевой экипировки военнослужащих по сформированным базам знаний экспертов. Данные предложения направлены на создание эффективной концепции оценки боевой экипировки, что позволит повысить боеспособность военнослужащих в современных условиях.

*Ключевые слова:* боевая экипировка военнослужащего; испытания; эффективность; современные боевые действия

*Для цитирования:* Дурнев Р.А., Маркелов Е.Б., Свиридок Е.В. Система комплексной оценки эффективности боевой экипировки военнослужащих: предложения в концепцию построения // Вооружение и экономика. 2026. №2(76). С. 11-18.

Original article

## **A Comprehensive Effectiveness Assessment System of Military Personnel Combat Equipment: Proposals of the Conceptual Design**

**Roman A. Durnev, Evgenii B. Markelov, Ekaterina V. Sviridok**

*Abstract.* The article presents a comprehensive system analysis of the military combat equipment effectiveness assessment. It exposes the necessity of the system improvement. Detailed key aspects are considered, such as the typical combat missions solution justification in modern combat activities, and unified hypothesis development of a live target gunshot injury. It is proposed to form a set of efficiency criteria for various elements and subsystems of combat equipment, and methods for their assessment as well. Attention is focused on the modern technologies application, including game situations, digital twins and virtual polygon system. The work emphasizes the importance of methods and test programs clarification with artificial neural networks, which should allow to automate this process and «load» more appropriate information background to the real situation, reconfigure the expert system properties with regard to this situation, assess the technical and economic of military combat equipment effectiveness according to the formed knowledge bases of experts. These proposals are aimed at an effective concept design for combat equipment assessment, which will improve the combat effectiveness of military personnel in modern conditions.

*Keywords:* combat equipment of military personnel; tests; efficiency; modern fighting

*For citation:* Durnev R.A., Markelov E.B., Sviridok E.V. A Comprehensive Effectiveness Assessment System of Military Personnel Combat Equipment: Proposals of the Conceptual Design. Vooruzhenie i ekonomika = Armament and Economics. 2026; 76(2): 11-18. (In Russ.).

В настоящее время в условиях радикальных изменений в формах и способах ведения боя [1; 2] существенно повысилась значимость боевой экипировки военнослужащих (БЭВ). В связи с перманентно изменяющимися требованиями к БЭВ и ускорением научно-технического прогресса огромное значение будет принадлежать вопросам оценки её боевой

эффективности. При этом анализ<sup>1</sup> показывает, что в настоящее время не существует единой концепции комплексной оценки эффективности системы БЭВ. Отдельные методические подходы опираются в основном на результаты параллельных, косвенно связанных исследований и предназначены в целом для оценки (измерения, расчета) только отдельных свойств, показателей, характеристик элементов БЭВ.

Только некоторые из частных показателей, связанные с эффективностью отдельных подсистем и элементов БЭВ, могут оцениваться с учетом действующих нормативно-технических документов, существующей системы испытаний и соответствующего научно-методического аппарата (НМА). В основном это характерно для подсистемы поражения, в частности для стрелкового и частично холодного оружия, а также средств индивидуальной бронезащиты (СИБ). В определенной степени развит аппарат оценки воздействия пуль стрелкового оружия (СО) на цели в СИБ и без них, причем оценки эти основаны на традиционных баллистических решениях СО и хорошо известных броневых, композитных и иных материалах бронешлемов и бронезилетов.

Безусловно, что с появлением новых материалов, технических решений и технологий необходим пересмотр и уточнение этих нормативно-методических документов, элементов системы испытаний и НМА.

Для других элементов подсистем поражения и защиты (например, антидроновых ружей), а также всех остальных подсистем (жизнеобеспечения, управления, энергообеспечения и робототехнического обеспечения) и их элементов необходимо обоснование системы показателей и критериев эффективности, разработка соответствующего научно-методического аппарата их оценки, методов и средств проведения натурных и лабораторных испытаний и разработка соответствующей нормативной документации.

Следует отметить, что для большинства подсистем и элементов БЭВ в целях оценки их эффективности возможно применение системы цифровых двойников. Для этого можно использовать существующие электронные системы сопровождения жизненного цикла изделий (PLM, CAD, CAE и т.п.)<sup>2</sup>, в особенности системы инженерных расчетов, основанных на методе конечных элементов (ANSYS, Логос и т.п.), в том числе с элементами виртуальных испытаний. Для этого требуется создание системы виртуальных полигонов, в особенности для подсистемы робототехнического обеспечения [5]. Это позволит значительно сократить число дорогостоящих натурных испытаний и повысить достоверность таких оценок.

По поводу комплексной оценки эффективности БЭВ в целом следует отметить, сама экипировка – это большая и сложная система, которая состоит из шести подсистем и более сотни элементов. Большинство из них имеют различные принципы действия, физико-технические основы устройства и поэтому описываются НМА из различных предметных научных областей – внутренней и внешней баллистики, теории прочности и пластичности, теории физиологических процессов, психологии, эргономики, полупроводниковой физики, органической химии и многих других разделов современных знаний. У всех этих предметных областей специфические теоретические представления об объектах, процессах и явлениях, особенные, характерные только для этих областей, модели, методы и методики. Их объединение в рамках единого методического подхода к комплексной оценке общей эффективности БЭВ в целом принципиально невозможно. В этой связи выходом из данного положения может являться использование:

системы комплексных натурных испытаний БЭВ, в ходе которых оцениваются обобщенные показатели потерь и ущерба противника, собственных потерь и затрат в ходе различных ситуаций, характерных для современных боевых действий (СБД);

<sup>1</sup> См.: Дурнев Р.А., Свиридок Е.В., Маркелов Е.Б. Оценка эффективности боевой экипировки военнослужащих: проблемы и пути решения // Вооружение и экономика. 2025. №2(72). С. 19-24.; см. также [3].

<sup>2</sup> См.: Пантюхин О.В. Разработка методологии управления качеством продукции ответственного назначения на основе цифровых двойников технологических процессов и изделий (на примере изготовления гильз для высокоэффективных патронов): автореф. дис... д-ра техн. наук. Тула: ТГУ, 2021. 32 с.; см. также [4].

экспертные системы для оценки эффективности комплектов БЭВ, основанные на знаниях специалистов, имеющих опыт непосредственного участия в боевых действиях с использованием современных образцов БЭВ.

При построении системы комплексных натурных испытаний БЭВ следует учитывать, что традиционным для такой оценки является подход, предусматривающий прохождение различных полос препятствий с выполнением стрельб – в экипировке и без нее, в различных образцах БЭВ. Представляется, что такой подход в принципе не позволяет оценить эффективность БЭВ в целом и может быть использован только в качестве дополнения для оценки частных показателей отдельных подсистем.

Такой вывод связан прежде всего с тем, что при детерминированных (неизменных по структуре и составу элементов, заранее известных, возможно, уже не раз пройденных) параметрах таких полос и порядка их прохождений основным фактором, влияющим на успешность ее прохождения (время прохождения, количество пройденных элементов), будут не столько параметры БЭВ, сколько обученность личного состава, т.е. выработанные навыки и умения.

Кроме того, элементы данных полос практически не соответствуют современной специфике ведения боевых действий. С учетом этого же такие элементы учебно-боевых действий, отмеченные в уставных и других документах, как ведение боя на тактической полосе за ротный опорный пункт (РОП) противника, атака опорного пункта противника, а также различные учебно-боевые задачи в ходе проведения ротных тактических учений, которые имитируются на подобных полосах препятствий, совершенно не подходят для комплексной оценки эффективности БЭВ. Опыт СБД свидетельствует о том, что практически все уставные и другие документы, регламентирующие порядок ведения боевых действий, нуждаются в кардинальном пересмотре. Поэтому их использование в существующем виде для оценки эффективности БЭВ, проведения её испытаний в условно-боевых ситуациях, абсолютно неправомерно. Конечно, на основе глубокого анализа опыта СБД, а также прогнозирования форм и способов ведения боевых действий в будущем, возможно установление актуальных типовых условий, в которых именно на данном этапе требуется проводить испытания БЭВ. Но, как показывает практика боевых действий последних четырех лет, сама «типовость» таких ситуаций будет носить крайне краткосрочный характер в связи со стремительными изменениями в составе вооружения, способах применения ВВСТ, тактике боевых действий. Тактика, например, действий штурмовых групп при атаке на обороняющегося в окопах противника, уже поменялась неоднократно. Кроме того, сами тактические приемы и способы таких действий имеют серьезные отличия на различных участках линии боевого соприкосновения и определяются характером местности, противостоящих сил и средств, степени подготовленности личного состава и многими другими факторами. Поэтому сама тактика сейчас носит крайне динамический, быстроизменяющийся характер.

Помимо этого, структура таких полос не позволяет оценить качество, эффективность применения большинства подсистем и элементов БЭВ. Так, при оценке эффективности экипировки по комплексному показателю боеспособности военнослужащего учитывается время прохождения полосы, число пораженных мишеней и доля пройденных элементов полосы с учетом психофизиологического состояния организма. С использованием данного подхода можно крайне условно оценить эффективность только подсистемы поражения. Условность эта определяется неполным соответствием используемых мишеней параметрам тела военнослужащего в условиях современного боя. Это связано и с иными положениями тела при атаке и обороне (практически не применяется наступление в полный рост в цепи подразделения, стрельба с упора на колено, зато очень активно применяется передвижение малых групп «Т»-образным порядком или «змейкой», стрельба «по-сомалийски» с получением направления стрельбы от наблюдательного дрона и т.п.), и с повышающейся бронезащищенностью отдельных военнослужащих, имеющих минимальную незащищенную площадь тела. Конечно же, эффективность подсистемы защиты возможно косвенно оценить по массогабаритным параметрам БЭВ, влияющим на время и качество прохождения элементов таких полос препятствий. При этом очевидно, что масса и габариты СИБ

не являются определяющими в оценке их бронестойкости, возможности смягчения последствий заброневых локальных контузионных травм, образования временной пульсирующей полости в теле человека вследствие пробития бронежилета и т.п.

Качество остальных подсистем с точки зрения их функций – жизнеобеспечения, управления, энергообеспечения и робототехнического обеспечения – практически неопределимо в ходе испытаний (только их массо-габаритные параметры в существенной степени «осложняют» прохождение полосы, т.е. ухудшают качество).

С учетом сказанного очевидно, что условия для оценки комплексной эффективности БЭВ в целом должны удовлетворять следующим требованиям:

иметь ярко выраженный стохастический характер, исключая процесс привыкания личного состава и не позволяющий быстро увеличивать уровень его подготовленности при повторном выполнении типовых действий;

предусматривать не действия одиночных военнослужащих, преодолевающих статичные элементы «некоторых конструкций» и поражающих такие же статичные (неподвижные) мишени, практически не отражающие параметры действий противоборствующего субъекта, а решение комплексных тактических задач в составе отдельных подразделений низового звена, предусматривающих противодействие другим подразделениям бойцов (условному противнику) и образцам ВВСТ (например, при борьбе с ударными БПЛА);

должны позволять без существенных затрат значительно изменять параметры обстановки и сам характер отрабатываемых задач.

Указанным требованиям вполне удовлетворяет система реализации условно-боевых игровых ситуаций (СБИС) в различных временно-типовых условиях (наступление или оборона в лесополосе, штурмовые или оборонительные действия в урбанизированной местности, зачистка окопов и других объектов полевой фортификации противника, доставка боеприпасов и продовольствия обороняющимся или атакующим группам, эвакуация техники и её техническое обслуживание и полевой ремонт в условиях угрозы адресного огневого воздействия, действия операторов БПЛА в условиях прямого огневого столкновения с противником и т.д.).

Указанные игровые ситуации могут быть реализованы по типу тактического хардбола [3], в котором противодействуют близкие по составу, степени обученности, опытности группы военнослужащих, экипированные в различные комплекты БЭВ (например, существующий и перспективный). Такие ситуации могут быть максимально приближены к боевым как по условиям обстановки, так и по длительности реализации.

Для создания адекватных условий обстановки должны выбираться разнообразные участки местности, с различным ландшафтом, застройкой жилыми зданиями и сооружениями, элементами инженерного оборудования позиций войск (окопами, ячейками, блиндажами и т.п.), устройствами маскировки и антидроновой защиты.

Приближенность по длительности реализации будет достигаться постановкой и решением реальных тактических задач по зачистке окопов, захвату отдельных строений, противодействию БПЛА и др.

В этих условиях подсистемы защиты, жизнеобеспечения, энергообеспечения, управления и робототехнического обеспечения будут задействованы в полном объеме, что позволит оценить их функциональность, длительность и работоспособность применения, удобство эксплуатации. Даже такие элементы оценки эффективности, как качество продовольственных пайков, энергоемкость элементов питания, достаточность емкостей для переноски снаряженных и неснаряженных боеприпасов – все может быть оценено в ходе такого достаточно длительного условного противоборства с подготовленным противником.

И только в этом случае и возможно использование таких комплексных показателей, как соотношение собственного выигрыша, определяемого количеством потерь противника и собственных людских и материальных потерь. При этом вполне возможно учесть количество выполненных боевых задач, поставленных перед подразделением или отдельными военнослужащими.

Такой принцип испытаний БЭВ можно распространить не только на самый массовый тип экипировки для мотострелковых, пехотных подразделений, но и для других военных специальностей с учетом характера решаемых ими задач.

В таких СБИС подавляющее количество элементов БЭВ – это реальные штатные и перспективные компоненты СИБ, средств жизнеобеспечения, управления и разведки, оказания медицинской помощи. Исключения будут составлять только средства подсистемы поражения. Для стрелкового вооружения это практические полные аналоги автоматов, пистолетов, снайперских комплексов и т.п., за исключением самого принципа метания поражающего элемента. То есть будет полная идентичность по морфологическим признакам и соотношению действий устройств и механизмов, массо-габаритных параметров оружия, свойств прицельных приспособлений. Исключение будет составлять принцип действия (принцип метания), он может быть пневматический или другой, а также материал метаемого элемента – резина, композит с наполнителем и т.п.

Основные тактико-технические характеристики – скорострельность, степень отдачи при выстреле, удобство и быстрота перезаряжания и т.п., которые отражают процесс взаимодействия внутри системы «военнослужащий – оружие» в реальных боевых условиях, также должны быть идентичны. Именно они и вносят вклад в эффективность стрелкового оружия, особенно в нынешних ситуациях боестолкновений на близких расстояниях. При этом все остальные важные с точки зрения эффективности характеристики – рассеивание, кучность, прицельная дальность, бронепробитие и т.п. – могут оцениваться традиционными методами путем расчетов или испытаний.

Тоже самое должно касаться и других средств поражения, например, гранаты могут быть полностью аналогичны настоящим, но только со светотехническим и звуковым эффектом.

Предприятиями-изготовителями такие аналоги средств поражения могут рассматриваться и создаваться как учебно-тренировочные средства.

Одной из проблем для такой СБИС будет являться оценка потерь собственных и противника, причем не только по двум категориям – санитарные и безвозвратные, а по степени тяжести огнестрельных и других ранений, травм, в том числе заброневых локальных контузионных травм, степени тяжести состояния и уровня боеспособности в целом.

Для этого необходимо использование информационно-вычислительной системы, которая будет состоять из следующих элементов:

- дополнительных, наряду со штатными, датчиков на различных элементах БЭВ, которые будут образовывать и подавать сигналы о положении отдельных частей тела военнослужащего, стрелкового и другого оружия, линии прицеливания и стрельбы, угла к плоскости тела противника, расстояния до него, места попадания метаемого тела (в элемент СИБ, незащищенную поверхность органов, частей тела, головы);

- актуаторов, которые будут изменять некоторые характеристики средств системы поражения (например, снижать скорострельность, уменьшать прицельную дальность и т.п.) в зависимости от условного состояния военнослужащего, степени его травмирования, боеспособности и т.п.;

- устройств передачи данных (о состоянии военнослужащих, элементов БЭВ);

- локальных вычислителей и центрального вычислителя, которые будут пересчитывать параметры попадания и поражения тренировочных боеприпасов и приводить их к реальным.

Таким образом, весь участвующий в испытаниях личный состав с образцами стрелкового оружия, средствами индивидуальной бронезащиты, жизне- и энергообеспечения, управления и связи, РТС и т.п. должны быть увязаны через различные датчики, «умные» прицелы, средства медицинской диагностики состояния военнослужащих, средства контроля работоспособности элементов жизнеобеспечения, баллистические вычислители, процессоры и др. элементы в единую информационную систему. Данная система должна рассчитывать, например, расстояния, с которых происходит поражение личного состава, места попадания пуль, осколков боеприпасов в защищенные (с различной степенью

защиты) или условно-незащищенные части, определять вид ранения, травмы, в том числе броневой локальной контузионной, степень тяжести состояния, работоспособности, характер санитарных потерь, состояние вооружения и средств защиты. Непрерывно оцениваемая степень тяжести состояния, уровень боеспособности после условного ранения должен автоматически ограничивать возможность огневого воздействия пораженных военнослужащих, расстояний, на которые они могут передвигаться, и скоростей передвижения.

Для этого с использованием теории подобия потребуется разработка переходных моделей, которые будут позволять соотносить реальные и условные параметры и результаты процессов прицеливания, ведения огня, подавления, поражения, окончательного вывода из строя. Все это возможно сделать с незначительными затратами исходя из научно-технического задела внутренней и внешней баллистики стрелкового оружия, раневой баллистики, теории бронепробития и других разделов различных отраслей знаний.

Кроме того, необходимо формальное соотнесение тактической и медицинской гипотез поражения применительно к понятию боеспособности. В настоящее время под ней понимается совокупность боевых и физических возможностей, физиологических параметров и моральных качеств, определяющих возможность выполнения военнослужащим поставленной перед ним боевой задачи. Исходя из этого, боеспособность рассматривается как одна из характеристик живой цели, отражающая не только ее тактическую сущность (т.н. тактическая гипотеза поражения), но и состояние организма с точки зрения нормального функционирования жизненно-важных органов, физиологических процессов, происходящих в нем и обеспечивающих возможность выполнения целью своих функциональных обязанностей (медицинская гипотеза). При этом возникает определенное несоответствие между тактической и медицинской гипотезами поражения. Если первая оперирует возможностью выполнения различных задач и действий, то вторая основывается на различных клинических симптомах. Необходимо выработать единую гипотезу поражения на основе непротиворечивого объединения тактической и медицинской гипотез поражения живой цели при её огнестрельном травмировании, т.е. привести их во взаимное соответствие путем проведения экспериментальных исследований и экспертных опросов участников боевых действий.

Предлагаемая система СБИС будет объединять результаты применения действующих нормативно-технических документов, традиционных расчетов и испытаний применительно к отдельным элементам БЭВ, функционирования системы цифровых двойников и виртуальных испытаний, экспертных опросов и в целом исходя из соотношения выигрыша и потерь для различных тактических ситуаций, позволять проводить сравнительную оценку эффективности различных видов БЭВ, разрабатывать предложения по её усовершенствованию для вариантов боевых задач и условий их выполнения, прогнозировать направления ее долгосрочного развития.

Другим возможным направлением комплексной оценки эффективности БЭВ может являться применение экспертных систем знаний, основанных на теории нечетких множеств (ТНМ).

Это обосновывается тем, что даже с использованием СБИС практически невозможно предусмотреть и отработать весь перечень возможных тактических задач, решаемых на современном, а тем более на перспективном поле боя, и особенно в условиях ограниченного времени. Все оценки, связанные с будущим, обладают значительной неопределенностью, не имеющей статистического (вероятностного) характера, имеющим ярко выраженную качественную природу.

Учет этих неопределенностей для оценки эффективности, технико-экономической целесообразности применения определенной БЭВ возможен с применением различных экспертных систем знаний, основанных на ТНМ. Сама эта теория является обобщением классической теории множеств (положенной в основу всей современной математики) на случай различного рода физических, лингвистических и других неопределенностей.

Говоря о применении ТНМ, в том числе её составной части, применяемой в экспертных системах – нечеткой логике, чаще всего имеют в виду системы нечеткого вывода. Эти системы предназначены для преобразования значений входных переменных процесса

оценки в выходные переменные на основе использования лингвистических правил. Для этого системы нечеткого вывода должны содержать базу правил и реализовывать нечеткий вывод заключений на основе посылок или условий, представленных в форме нечетких лингвистических высказываний.

Входными переменными могут быть различные частные показатели эффективности отдельных элементов и подсистем БЭВ для различных тактических способов и условий применения, выходной – общий показатель эффективности БЭВ

Области определения (интервалы изменения) для входных и выходных переменных определяются исходя из статистики (при наличии), а также экспертным путем.

Правила, переводящие входные переменные в выходные, могут иметь вид:

**ЕСЛИ**

«тактическая задача – зачистка окопа»  
и «время суток – день»  
и «противник – малочислен»  
и «вооружение противника – только стрелковое оружие»  
и ...;  
«прицельная дальность – средняя»  
и «скорострельность – невысока»  
и «отдача – сильная»  
и ...;

**ТО**

«эффективность данного типа БЭВ – выше средней».

Представленные алгоритмы могут быть положены в основу оценки эффективности БЭВ для широкого спектра способов и условий применения. Задание правил по оценке БЭВ применительно к различным тактическим ситуациям необходимо осуществлять с использованием знаний, опыта и интуиции военнослужащих, имеющих опыт участия в боевых действиях на тактическом уровне. Именно эта информация и будет составлять основу соответствующей базы знаний. При этом очевидно, что вариантов обстановки на поле боя огромное (пожалуй, бесчисленное) количество. Поэтому такая база знаний должна регулярно пополняться и составлять банк таких ситуаций, из которого всегда можно выбрать наиболее близкую к реальной. Выбор сходной ситуации возможно осуществлять с использованием искусственных нейронных сетей, которые необходимо обучать на примерах из указанного банка ситуаций. Именно нейронные сети должны позволить автоматизировать этот процесс и «подгружать» более соответствующей реальной обстановке информационный фон, перестраивать параметры экспертной системы применительно к данной обстановке, оценивать технико-экономическую эффективность БЭВ по сформированным базам знаний экспертов.

Построение такой базы знаний должно иметь иерархический характер. Верхние уровни иерархии боевых ситуаций должны составлять те из них, описание которых имеет самый общий характер в связи с неопределенностью информации. По мере поступления новых данных возможен переход на более низкие уровни с детальным описанием возможных ситуаций на поле боя.

Такая система должна развиваться постоянно по мере поступления новых данных о применяемом противником вооружении, об изменении тактики действий одиночных военнослужащих и подразделений, о предполагаемых параметрах местности, климатических и орографических условиях и т.п.

Две предложенные системы оценки эффективности БЭВ должны быть взаимосвязаны. Данные, получаемые от игровых ситуаций в СБИС, должны учитываться в экспертной системе. Любые изменения в экспертной системе, полученные путем опроса экспертов с поля боя, должны изменять условия и параметры игровых ситуаций, предусматривать применение новых способов и приемов тактических действий.

Это наряду с традиционной системой оценки отдельных элементов экипировки и вооружения будет являться основой получения достоверных оценок технико-экономической эффективности БЭВ применительно к современным условиям боевых действий. Это в свою очередь позволит обеспечить создание высокоэффективных образцов БЭВ, увеличить потери противника и снизить собственные потери и материальный ущерб в возможных вооруженных противостояниях.

#### Список источников

1. Маркин А.В. Обобщение боевого опыта Южного крыла СВО до апреля 2024 года. М.: Социально-политическая мысль, 2024. 220 с.
2. Маркин А.В. Обобщение боевого опыта СВО до декабря 2024 года. 2-я тетрадь. М.: Социально-политическая мысль, 2025. 256 с.
3. Дурнев Р.А., Свиридок Е.В., Маркелов Е.Б. Перспективная боевая экипировка военнослужащих: проблемы испытаний и комплексной оценки эффективности // Вооружение и экономика. 2025. №1(71). С. 23-30.
4. Прохоров А.Н., Лысачев М.Н. Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт / Под ред. А.И. Боровкова. М.: Альянс-Принт, 2020. 401 с.
5. Степанов А. Основные направления применения искусственного интеллекта в вооруженных силах ведущих зарубежных стран // Зарубежное военное обозрение. 2021. №1(886). С. 30-35.

#### Информация об авторах

- Р.А. Дурнев – доктор технических наук, доцент, SPIN 3267-1337.  
Е.Б. Маркелов – кандидат технических наук.  
Е.В. Свиридок – кандидат технических наук, SPIN 2268-5748.

Научная статья  
УДК 681.2:629.7

## Методика формирования предложений в потребный вариант развития средств траекторных измерительных комплексов испытательных центров в части их номенклатурного ряда

Владимир Герасимович Найденов

**Аннотация.** Методика позволяет сформировать потребный вариант программных мероприятий по развитию средств траекторных измерений в части их номенклатуры и определить необходимые объёмы ассигнований на его реализацию. В качестве критерия оптимизации в задаче формирования предложений в потребный вариант развития средств траекторных измерений в части их номенклатурного ряда выбрана величина суммарной стоимости разработки перспективных средств траекторных измерений на плановом периоде. Система ограничений включает допустимое значение интервального показателя точности траекторного измерительного комплекса, позволяющего получить гарантированную оценку точности траекторного измерительного комплекса, а также допустимую дальность обнаружения летательных аппаратов и измерения средствами траекторных измерений первичных параметров. Методика может быть с успехом использована в процессе научных исследований при решении задач программно-целевого планирования развития средств траекторных измерений для траекторных измерительных комплексов испытательных центров.

**Ключевые слова:** траекторные измерения; измерительный комплекс; потребный вариант развития; интервальный показатель точности; априорная оценка точности

**Для цитирования:** Найденов В.Г. Методика формирования предложений в потребный вариант развития средств траекторных измерительных комплексов испытательных центров в части их номенклатурного ряда // Вооружение и экономика. 2026. №2(76). С. 19-29.

Original article

## Methodology of Proposals Formation for the Development Required Version of Test Center Trajectory Measuring Means in Regard to Their Nomenclature Range

Vladimir G. Naidenov

**Abstract.** The methodology allows to formulate the required version of program activities for the trajectory measurement means development in regard to their nomenclature, and determine the necessary volumes of its implementation allocations. As an optimization criterion of proposals formation task, a required development version of the advanced means development total cost for the planning period is chosen. The system of restrictions includes the interval indicator permissible value of the trajectory accuracy measuring complex that makes it possible to obtain a guaranteed accuracy estimation of the trajectory measurement complex, and aircraft detection range and measurement of primary parameters by means of trajectory measurement as well. The methodology can be successfully used in the process of scientific research in the course of program-target planning problems solution for measurement means development at test centers.

**Keywords:** trajectory measurements; measuring complex; development required version; interval accuracy indicator; a priori estimate of accuracy

**For citation:** Naidenov V.G. Methodology of Proposals Formation for the Development Required Version of Test Center Trajectory Measuring Means in Regard to Their Nomenclature Range. Vooruzhenie i ekonomika = Armament and Economics. 2026; 76(2): 19-29. (In Russ.).

Известно, что траекторный измерительный комплекс (ТИК) является одной из основных составных частей экспериментально-испытательной базы испытательных центров по отработке и проведению испытаний новых или модернизированных образцов сложных технических систем (ТС).

Траекторный измерительный комплекс испытательного центра представляет собой совокупность территориально разнесенных наземных радиолокационных, радиотехнических, оптико-электронных средств и бортовых средств траекторных измерений (ТИ), устанавливаемых на летательных аппаратах (ЛА), и предназначен для получения информации о траекториях движения ЛА и их взаимном положении [1]. Выходной информацией ТИК

являются оценки вектора  $\theta(t)$  параметров движения летательного аппарата для каждого момента времени  $t$  рассматриваемого участка траектории его полета следующего вида:

$$\theta(t) = [x(t) \ y(t) \ z(t) \ \dot{x}(t) \ \dot{y}(t) \ \dot{z}(t)]^T = [\theta_1(t) \ \theta_2(t)]^T,$$

где:  $\theta_1(t) = [x(t) \ y(t) \ z(t)]^T$ ,  $\theta_2(t) = [\dot{x}(t) \ \dot{y}(t) \ \dot{z}(t)]^T$  – вектор координат ЛА и вектор скорости ЛА соответственно.

Необходимо отметить, что решению задач обоснования планов развития средств траекторных измерительных комплексов испытательных центров в научной литературе уделено недостаточное внимание, хотя такая задача является актуальной и должна решаться в ходе обоснования предложений в соответствующие долгосрочные плановые документы развития средств траекторных измерений.

Известно, что потребный вариант программных мероприятий по развитию номенклатурного ряда средств траекторных измерений формируется в соответствии с потребностями обеспечения в полном объеме испытаний всех сложных технических систем на рассматриваемом плановом периоде без учета ограничений на финансирование данных мероприятий [2; 3].

В связи со сложной структурой ТИК в процессе программно-целевого планирования развития средств траекторных измерений необходимо учитывать следующие моменты:

многие средства траекторных измерений являются универсальными и могут применяться в составе различных ТИК, применяемых на разных испытательных центрах и используемых в течение программного периода для обеспечения испытаний нескольких образцов сложных технических систем;

траекторные измерительные комплексы существующих испытательных центров уже оснащены набором средств ТИ, поэтому планирование развития средств траекторных измерений должно проводиться путем дооснащения этих комплексов перспективными средствами ТИ для достижения показателей эффективности ТИК до уровня, позволяющего провести на испытательных центрах с требуемым качеством испытания всех образцов ТС в течение планового периода;

поскольку выходной информацией ТИК являются оценки вектора параметров движения ЛА, то показатель точности траекторного измерительного комплекса может выступать в качестве критерия оптимизации состава номенклатурного ряда средств ТИ или использоваться в качестве одного из ограничений в таких оптимизационных задачах;

для вычисления показателя точности траекторного измерительного комплекса необходимо использовать методику априорной оценки точности ТИК, которая позволяет установить взаимосвязь значений вероятностных характеристик точности средств ТИ со значением показателя точности траекторного измерительного комплекса;

при программно-целевом планировании развития средств траекторных измерений необходимо учитывать требования, предъявляемые к траекторным измерительным комплексам со стороны разработчиков испытываемых образцов сложных ТС или заданные руководящими документами.

На рисунке 1 приведена структура методики формирования предложений в потребный вариант развития средств траекторных измерений в части их номенклатуры. Как видно из рисунка, основными исходными данными методики являются следующие:

предложения по развитию средств траекторных измерений, полученные от заинтересованных организаций;

требования к ТИК, выдвигаемые разработчиками технических систем, планируемых к проведению испытаний в плановом периоде, а также записанных в нормативных документах;

перечень и сроки испытаний технических систем в плановом периоде и основная информация о них;

состав и дислокация средств ТИ на трассах испытательных центров, а также параметры траекторий полета ЛА, участвующих при испытаниях ТС в плановом периоде;

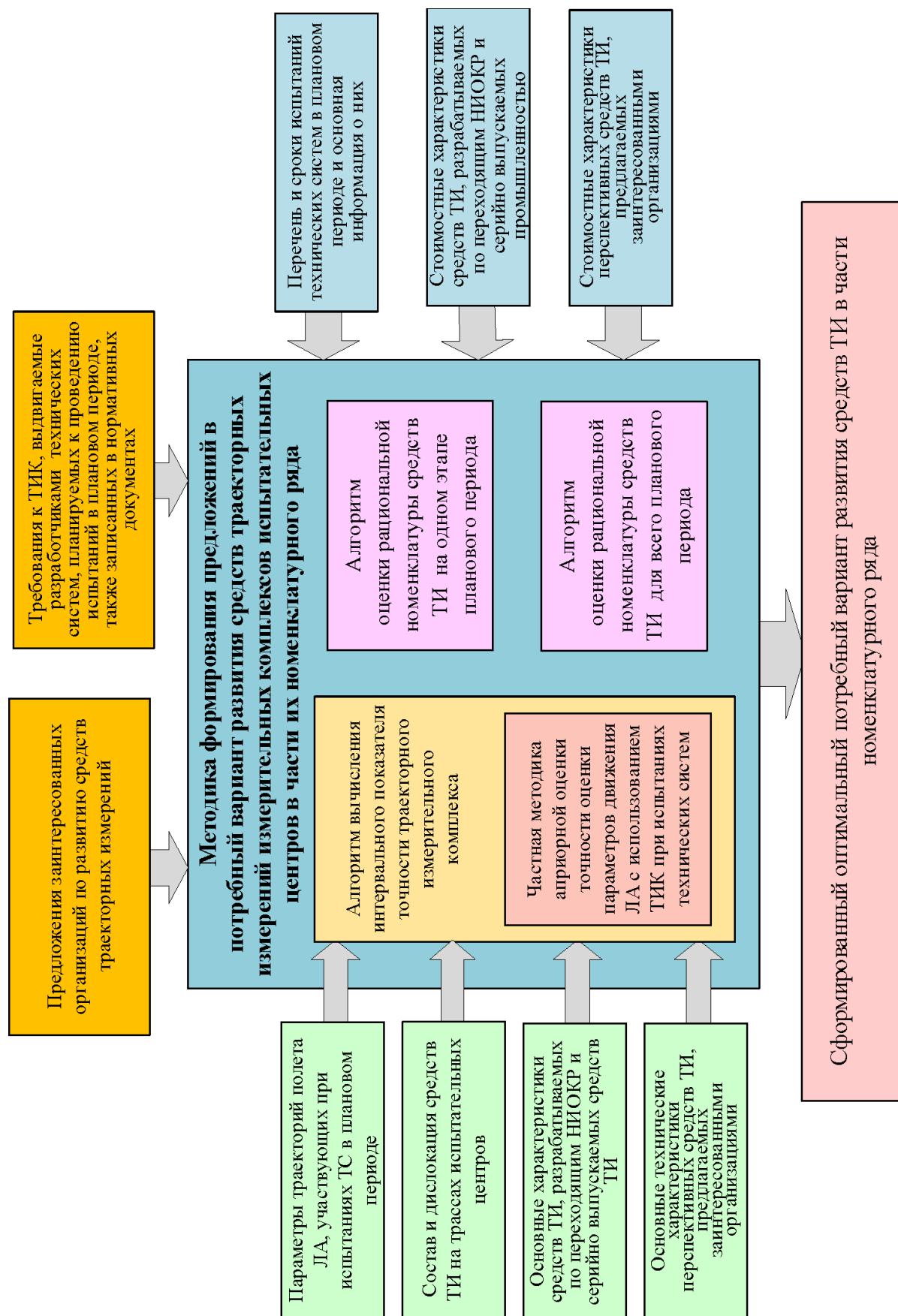


Рисунок 1 – Структура методики формирования предложений в потребный вариант развития средств ТИ в части их номенклатуры

основные технические характеристики перспективных средств ТИ, предлагаемых заинтересованными организациями, а также характеристики средств ТИ, разрабатываемых по переходящим НИОКР и серийно выпускаемых средств в программном периоде;

стоимостные характеристики перспективных средств ТИ, предлагаемых заинтересованными организациями, а также стоимостные характеристики средств ТИ, разрабатываемых по переходящим НИОКР или серийно выпускаемых промышленностью.

Составными частями методики формирования предложений в потребный вариант развития средств траекторных измерений измерительных комплексов испытательных центров в части их номенклатурного ряда являются следующие:

- алгоритм вычисления интервального показателя точности ТИК и частная методика априорной оценки точности оценки параметров движения ЛА с использованием ТИК;
- алгоритм оценки требуемой номенклатуры средств ТИ на одном этапе планирования;
- алгоритм оценки требуемой номенклатуры средств ТИ на всем плановом периоде.

Исходя из наличия в рассматриваемой задаче формирования номенклатурного ряда средств ТИК для потребного варианта программных мероприятий по развитию этих средств явно выраженной этапности планирования разработки перспективных средств ТИ по годам программного периода, очевидным становится использование для решения этой задачи математического аппарата динамического программирования [4].

В качестве критерия оптимизации в данной задаче выбрана величина уменьшения суммарной стоимости разработки перспективных средств ТИ, полученной на всех этапах планирования, начиная с первого и заканчивая  $I$ -м этапом планирования при проведении прямой прогонки, а также при обратной прогонке, начиная с  $I$ -го и заканчивая первым этапом процесса динамического программирования.

С целью учета в процессе оптимального планирования переходящих НИОКР по созданию перспективных средств траекторных измерений, а также временных промежутков на налаживание серийного производства таких средств первоначально целесообразно провести обратную прогонку процесса динамического программирования с получением условного оптимального решения задачи, а затем провести прямую прогонку для уточнения результатов решения задачи.

Основываясь на принципах динамического программирования в первую очередь необходимо выбрать способ описания оптимизируемого процесса, т.е. параметры и их количество, характеризующие состояние системы и ее фазовое пространство, а также способ деления операции планирования на отдельные этапы.

Одним из таких параметров системы может быть номенклатурный ряд разнотипных рассматриваемых средств ТИ, который обозначим блочной матрицей-строкой  $X_{ТИ}$ , а управлением в системе является вектор  $Z$ , характеризующий воздействие на систему, переводящее эту систему на следующий этап планирования при условии максимального улучшения критерия оптимизации. Фазовым пространством в данном случае будет множество  $X_{ТИ}$  возможных типов средств ТИ.

Этапами проведения операции планирования будут календарные годы  $i$  планируемого программного периода. Для  $i$ -го шага планирования условное оптимальное уменьшение стоимости  $C_i$  применения существующих или предлагаемых к разработке перспективных средств ТИ, выбранных из блочной матрицы-строки  $X_{ТИ}$  в результате воздействия вектора управления  $Z_i$  на этом шаге, может быть записано в виде  $C_i = C_i(X_{ТИ}, Z_i)$ .

При этом начальное значение блочной матрицы предлагаемых к планированию средств  $X_{ТИ_{нач}}$  имеет следующий вид:

$$X_{ТИ_{нач}} = [X_{ТИ_{нов}} : X_{ТИ_{пер}} : X_{ТИ_{сер}}]^T,$$

где:  $X_{ТИ_{нов}}$  – вектор-столбец номенклатуры перспективных новых средств ТИ, предлагаемых к разработке в течение планового периода;

$X_{ТИ_{пер}}$  – вектор-столбец номенклатуры средств ТИ, разрабатываемых по переходящим НИОКР;

$X_{ТИ_{сер}}$  – вектор-столбец номенклатуры средств ТИ, серийно производимых промышленностью в течение рассматриваемого планового периода.

Выражение, описывающее изменение состояния системы от  $X_{ТИ_{i+1}}$  к  $X_{ТИ_i}$  под воздействием вектора управления  $Z_i$  при обратной прогонке на  $i$ -м шаге планирования развития средств ТИ, имеет вид:

$$X_{ТИ_{i-1}} = \varphi(X_{ТИ_i}, Z_i).$$

Тогда основное функциональное уравнение операции динамического программирования при обратной прогонке может быть записано в следующем виде:

$$C_i(X_{ТИ_i}) = \min_{Z_i} \{c_i(X_{ТИ_i}, Z_i) + C_{i+1}(\varphi_i(X_{ТИ_i}, Z_i))\}, Z_i \in X_{ТИ_{нач}}, \quad (1)$$

где:  $C_i(X_{ТИ_i})$  – условный оптимальный показатель эффективности операции планирования развития средств ТИ (условное оптимальное уменьшение стоимости применения существующих и разработки новых средств ТИ), полученный на этапах планирования, начиная с  $I$ -го и заканчивая  $i$ -м этапом планирования;

$c_i(X_{ТИ_i}, Z_i)$  – условная оптимальная стоимость применения существующих и разработки перспективных средств ТИ, выбранных из матрицы  $X_{ТИ}$  в результате воздействия вектора управления на  $i$ -м этапе планирования;

$C_{i+1}(\varphi_i(X_{ТИ_i}, Z_i))$  – условный оптимальный показатель эффективности процесса планирования развития средств ТИ, полученный на этапах планирования начиная с  $I$ -го этапа и до  $(i + 1)$ -го этапа включительно.

Выражение (1) описывает операцию динамического программирования, решающую задачу безусловной оптимизации плана развития средств траекторных измерений с точки зрения финансовых затрат. Однако в нашем случае, кроме оптимизации финансовых затрат на применение существующих и разработку перспективных образцов средств ТИ, необходимо, чтобы эти средства обеспечивали и выполнение всех требований назначения, предъявляемые к траекторным измерительным комплексам испытательных центров по обеспечению испытаний всех образцов ТС на плановом периоде.

Поэтому в рассматриваемой задаче должна иметь место система ограничений, учитывающая выполнение таких требований, предъявляемых к ТИК. Поскольку основной задачей траекторного измерительного комплекса является оценка параметров траекторий полета испытываемых ЛА с требуемой точностью, то в качестве одного из ограничений был выбран разработанный автором статьи интервальный показатель точности ТИК, позволяющий получить гарантированную оценку точности ТИК, и который учитывает как случайную, так и систематическую составляющие погрешности оценки вектора параметров движения испытываемых летательных аппаратов [5]. Такой показатель точности  $Q(t)$  траекторного измерительного комплекса представляет собой значение вероятности  $P$  нахождения вектора оценки параметров движения ЛА  $\hat{\theta}(t)$  в пределах заранее заданной области пространства  $\varepsilon$  малого объема и имеет следующий вид:

$$Q(t) = P(|\hat{\theta}(t) - \theta_0(t)| < \varepsilon) = P(|\Delta\hat{\theta}(t)| < \varepsilon),$$

где:  $\theta_0(t)$  и  $\Delta\hat{\theta}(t)$  – истинное значение вектора параметров движения ЛА и погрешность оценки этого вектора в момент времени  $t$  соответственно.

В предположении, что случайные величины оценок, например, координат ЛА  $\hat{x}$ ,  $\hat{y}$ ,  $\hat{z}$  являются независимыми и имеют нормальный закон распределения в каноническом виде, вероятность события, заключающегося в том, что вершина случайного вектора погрешности оценки координат ЛА  $\Delta\hat{\theta}_1$  попадает в рассматриваемый эллипсоид требований  $B$ , определится следующей формулой:

$$P\{\Delta\hat{\theta}_1 \subset B\} = \iiint_B \frac{1}{(\sqrt{2\pi})^3 \sigma_{\hat{x}}^{\oplus} \sigma_{\hat{y}}^{\oplus} \sigma_{\hat{z}}^{\oplus}} \left\{ \exp -\frac{1}{2} \left[ \frac{(x-\delta_{\hat{x}})^2}{(\sigma_{\hat{x}}^{\oplus})^2} + \frac{(y-\delta_{\hat{y}})^2}{(\sigma_{\hat{y}}^{\oplus})^2} + \frac{(z-\delta_{\hat{z}})^2}{(\sigma_{\hat{z}}^{\oplus})^2} \right] \right\} dx dy dz,$$

где:  $\delta_{\hat{x}}$ ,  $\delta_{\hat{y}}$  и  $\delta_{\hat{z}}$  – систематические составляющие погрешностей оценки соответственно случайных величин  $\hat{x}, \hat{y}, \hat{z}$ ;

$\sigma_{\hat{x}}^{\oplus}, \sigma_{\hat{y}}^{\oplus}$  и  $\sigma_{\hat{z}}^{\oplus}$  – главные среднеквадратические отклонения погрешностей соответственно случайных величин  $\hat{x}, \hat{y}, \hat{z}$  в координатах эллипсоида рассеяния.

В декартовой системе координат эллипсоид с полуосями  $a$ ,  $b$  и  $c$  будет ограничен слева поверхностью  $z = c\sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2}}$ , а справа – поверхностью  $z = -c\sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2}}$ . Проекцией этого эллипсоида на плоскость  $XOY$  является эллипс  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ . При интегрировании переменная  $y$  изменяется от  $b\sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2}}$  до  $-b\sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2}}$ . Следовательно, вычисление значения вероятности  $P\{\Delta\hat{\theta}_1 \subset B\}$  сводится к вычислению трехкратного интеграла вида:

$$P\{\Delta\hat{\theta}_1 \subset B\} = \frac{1}{(\sqrt{2\pi})^3 \sigma_{\hat{x}}^{\oplus} \sigma_{\hat{y}}^{\oplus} \sigma_{\hat{z}}^{\oplus}} \int_{-a}^a \left[ \int_{-b\sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2}}}^{b\sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2}}} \left\{ \int_{-c\sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2}}}^{c\sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2}}} \exp \left( -\frac{1}{2} \left[ \frac{(x-m_x)^2}{(\sigma_{\hat{x}}^{\oplus})^2} + \frac{(y-m_y)^2}{(\sigma_{\hat{y}}^{\oplus})^2} + \frac{(z-m_z)^2}{(\sigma_{\hat{z}}^{\oplus})^2} \right] \right) dz \right\} dy \right] dx. \quad (2)$$

В случае использования показателя точности (2) выбор рационального варианта  $W_{\text{рац}}$  построения траекторного измерительного комплекса для конкретной точки траектории полета ЛА проводится по максимальному значению вероятностного интервального показателя точности в соответствии со следующим выражением:

$$W_{\text{рац}} = \underset{w \in W}{\operatorname{argmax}} P_w\{\Delta\hat{\theta}(t) \subset B\},$$

где:  $P_w\{\Delta\hat{\theta}(t) \subset B\}$  – значение интервального показателя точности ТИК для  $w$ -го варианта построения траекторного измерительного комплекса.

Для вычисления выбранного показателя точности траекторного измерительного комплекса необходимо иметь значения вероятностных характеристик точности оценок параметров движения ЛА. С этой целью необходимо использовать частную методику априорной оценки точности ТИК, которая позволяет получить оценки ковариационной матрицы вектора параметров движения ЛА вдоль траектории его полета, имея значения вероятностных характеристик погрешностей измерения первичных параметров средствами ТИ с учетом выбранного метода измерения параметров движения ЛА и метода совместной статистической обработки результатов измерений средствами траекторных измерений.

В качестве методики априорной оценки точности ТИК предлагается усовершенствованная автором статьи методика, основанная на применении математического аппарата обобщенного фильтра Калмана [6; 7]. Суть данной методики заключается в том, что требуется определить для каждой  $k$ -й точки траектории полета ЛА дискретную зависимость ковариационной матрицы  $\gamma_{\hat{\theta}}(k)$  вектора  $\hat{\theta}$  оценки параметров движения ЛА траекторным измерительным комплексом от значений вектора  $\mathcal{E}$  среднеквадратических погрешностей измерения первичных параметров средствами ТИ, то есть в построении функциональной зависимости вида:

$$\gamma_{\hat{\theta}}(k) = \varphi(\mathcal{E}, k), \quad k = \overline{1, K}.$$

Решение этой задачи будем искать в предположении, что наблюдаемый  $N$ -мерный дискретный процесс траекторных измерений  $\xi(k)$  может быть описан моделью вида:

$$\xi(k) = H(k) \cdot \theta(k) + \eta(k), \quad k = \overline{1, K}, \quad (3)$$

где:  $H(k)$  – матрица частных производных первичных параметров, измеряемых средствами ТИ, по оцениваемым параметрам движения ЛА;

$\eta(k)$  –  $N$ -мерный дискретный процесс шума траекторных измерений.

Динамическая модель движения ЛА в пространстве состояний для ограниченного участка траектории, а также стационарный дискретный процесс шума измерений можно описать следующими стохастическими рекуррентными уравнениями с постоянными коэффициентами:

$$\theta(k) = a \cdot \theta(k-1) + b \cdot \varepsilon(k); \quad (4)$$

$$\eta(k) = \rho \cdot \eta(k-1) + r \cdot l(k), \quad (5)$$

где:  $a, b$  – матричные коэффициенты размерностью  $(M \times M)$ , структура которых определяется выбранной моделью движения ЛА;  $\rho, r$  – матрицы постоянных коэффициентов;  $\varepsilon(k), l(k)$  – векторные процессы белого шума, компоненты которого имеют параметры  $N(0,1)$ .

С учетом выражений (3), (4) и (5) модель наблюдаемого процесса  $\xi(k)$  может быть представлена в виде:

$$\xi(k) = H(k) \cdot a \cdot \theta(k-1) + H(k) \cdot b \cdot \varepsilon(k) + \rho \cdot \eta(k-1) + r \cdot l(k). \quad (6)$$

Далее из формулы (5) получим выражение для процесса  $\eta(k)$  шума измерений на момент времени  $(k-1)$  и подставим его в выражение (6). В результате таких преобразований получим следующие выражения для частично наблюдаемого процесса:

$$\theta(k) = a \cdot \theta(k-1) + b \cdot \varepsilon(k);$$

$$\xi(k) = \rho \cdot \xi(k-1) + [H(k) \cdot a - \rho \cdot H(k-1)] \cdot \theta(k-1) + H(k) \cdot b \cdot \varepsilon(k) + r \cdot l(k).$$

Тогда в соответствии с теорией обобщенного фильтра Калмана [7; 8] ковариационной матрицы  $\gamma(k)$  вектора  $\hat{\theta}(k)$  оценки параметров движения ЛА определяется рекуррентным уравнением вида:

$$\begin{aligned} \gamma(k) = & [a \cdot \gamma(k-1) \cdot a^T + b \cdot b^T] \{ b \cdot b^T \cdot H^T(k) + a \cdot \gamma(k-1) \cdot [H(k) \cdot a - \rho \cdot H(k-1)]^T \} \times \\ & \times \{ H(k) \cdot b \cdot b^T \cdot H^T(k) + r \cdot r^T + [H(k) \cdot a - \rho \cdot H(k-1)] \cdot \gamma(k-1) \}^{-1} \times \\ & \times \{ b \cdot b^T \cdot H^T(k) + a \cdot \gamma(k-1) \cdot [H(k) \cdot a - \rho \cdot H(k-1)]^T \}^T. \end{aligned}$$

Для получения стационарного значения ковариационной матрицы  $\gamma_{\text{ст.}}(k)$  вектора  $\hat{\theta}(k)$  оценки параметров движения ЛА, то есть нахождения потенциальной точности ТИК, требуется провести решение соответствующего уравнения Риккати, алгоритм которого приведен в работе [5].

При постановке задачи формирования предложений в потребный вариант развития средств траекторных измерительных комплексов испытательных центров в части их номенклатурного ряда следует учитывать, что средства ТИ имеют различную рабочую зону измерений, например, радиотехнические и оптико-электронные средства имеют разную максимальную дальность измерения регистрируемых параметров. Поэтому необходимо в оптимизационную задачу ввести и ограничение по дальности обнаружения ЛА и измерения средствами ТИ первичных параметров с паспортной точностью.

При выбранном критерии оптимизации и наложенных ограничениях задача построения оптимального потребного варианта мероприятий по разработке средств ТИ для всех испытываемых технических систем  $U$  в формализованном виде может быть записана следующим образом:

$$X_{\text{ТИ}opt} = \underset{X_{\text{ТИ}} \subset X_{\text{ТИ}нач.}}{\operatorname{argmin}} \{C(X_{\text{ТИ}})\} \quad (7)$$

при ограничениях вида:

$$P_u\{\Delta\hat{\theta}(t) \subset B\}_{X_{\text{ТИ}}} \geq P_{u(\text{доп})}, \quad u = \overline{1, U}; \quad (8)$$

$$D_{X_{\text{ТИ}}(u)} \geq D_{\text{треб.}(u)}, \quad u = \overline{1, U}. \quad (9)$$

где:  $C(X_{\text{ТИ}})$  – стоимость средств ТИ, необходимых для дооснащения испытательных центров на всем планируемом периоде и позволяющих обеспечить выполнение в полном объеме требований по обеспечению испытаний технических систем;

$P_u\{\Delta\hat{\theta}(t) \subset B\}$  – значение интервального показателя точности ТИК для  $u$ -й испытываемой технической системы;

$P_{u(\text{доп})}$  – допустимое значение интервального показателя точности ТИК при испытаниях  $u$ -й технической системы;

$D_{X_{\text{ТИ}}(u)}$  – матрица-столбец значений дальности действия рассматриваемых средств ТИ при испытаниях  $u$ -й технической системы;

$D_{\text{треб.}(u)}$  – матрица-столбец максимальных требуемых значений дальности действия средств ТИ, используемых для обеспечения испытаний  $u$ -й технической системы.

Необходимо отметить, что при формировании потребного варианта развития средств ТИ должны быть учтены сроки разработки и поставки на серийное производство всех рассматриваемых средств траекторных измерений.

Решение задачи (7) с системой ограничений (8) и (9) при обратной прогонке процесса динамического программирования проводится с использованием алгоритма определения требуемого номенклатурного ряда средств ТИ на одном рассматриваемом этапе планирования, приведенного на рисунке 2.

Так, в блоке 3 алгоритма проводится с участием лица, принимающего решение, построение вариантов построения ТИК с использованием серийно выпускаемых на плановом периоде средств ТИ. При этом проводится отбраковка средств ТИ по требуемой дальности измерения первичных параметров. Далее в блоке 5 проводится оценка вариантов построения ТИК по точности оценки параметров движения ЛА с использованием частной методики априорной оценки точности ТИК. Если среди рассмотренных вариантов построения ТИК имеют место варианты, которые удовлетворяют требованиям по точности оценки параметров движения ЛА для обеспечения испытаний конкретной ТС на рассматриваемом интервале планирования (блок 6), то выбирается вариант построения ТИК с минимальной стоимостью (блок 7).

В случае применения в составе ТИК средств ТИ, использующих для своей работы сигналы спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС или GPS, отсутствует необходимость в процессе их планирования применения методики априорной оценки точности, поскольку такие средства непосредственно оценивают значения параметров движения летательных аппаратов.

Далее по выбранному варианту проводится формирование рационального перечня серийно выпускаемых на рассматриваемом интервале планирования средств ТИ и управление передается на блок 15 алгоритма и далее идет переход процесса планирования для следующей испытываемой технической системы.

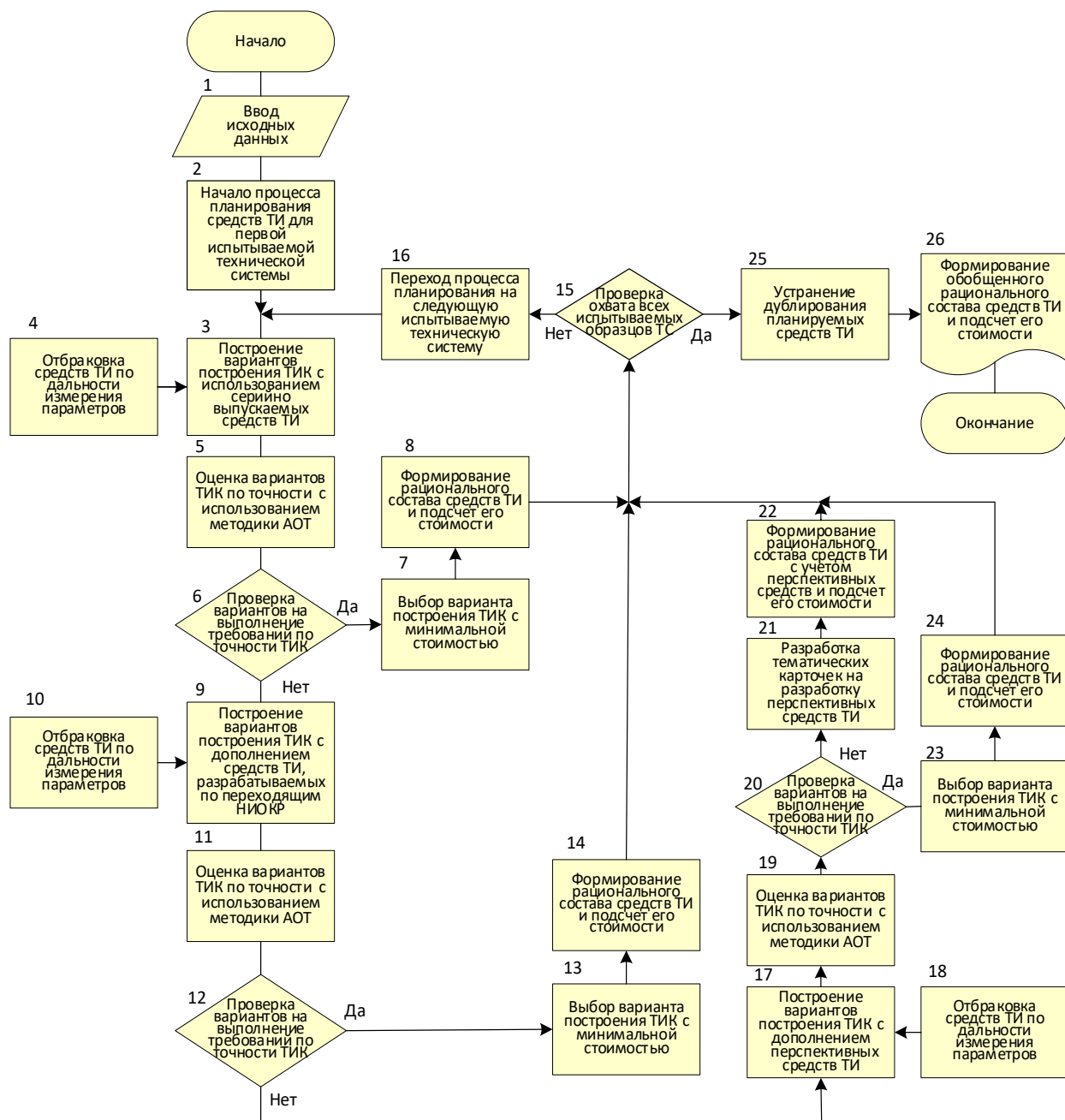


Рисунок 2 – Алгоритм определения требуемого номенклатурного ряда средств ТИ на одном рассматриваемом этапе планирования

Если в блоке 6 среди рассмотренных вариантов построения ТИК будут отсутствовать варианты, которые удовлетворяют требованиям по точности оценки параметров движения ЛА для обеспечения испытаний конкретной ТС на рассматриваемом интервале планирования, то управление передается на блок 9, в котором проводится формирование вариантов построения ТИК с дополнением средств ТИ, разрабатываемых по переходящим НИОКР и серийное производство которых будет иметь место к рассматриваемому этапу планирования.

При этом также проводится отбраковка средств ТИ, которые не удовлетворяют требованиям по дальности измерения первичных параметров, а в блоке 11 проводится оценка вариантов построения ТИК по точности оценки ими параметров движения ЛА с использованием методики априорной оценки точности. В случае наличия вариантов построения ТИК, которые удовлетворяют требованиям по точности оценки параметров движения ЛА для обеспечения испытаний конкретной ТС на рассматриваемом этапе планирования (блок 12), то выбирается тот вариант построения ТИК, который имеет минимальную стоимость (блок 13).

Если в блоке 12 алгоритма среди рассмотренных вариантов построения ТИК будут отсутствовать варианты, которые удовлетворяют требованиям по точности оценки параметров движения ЛА для обеспечения испытаний конкретной ТС на рассматриваемом этапе планирования, то далее в блоках алгоритма 17, 18, 19, 20, 23 и 24 проводятся аналогичные операции планирования развития средств ТИ, но с использованием предлагаемых к разработке перспективных средств ТИ.

В случае, если использование при планировании предлагаемых к разработке новых перспективных средств ТИ не позволяет выполнить в полном объеме требования по точности оценки параметров движения ЛА для обеспечения испытаний конкретной ТС, тогда проводится разработка и обоснование тематических карточек на создание более совершенных средств ТИ (блок 21), которые бы смогли закрыть пробелы в спектре предъявляемых требований к траекторным измерительным комплексам.

Далее в блоке 22 алгоритма проводится формирование рационального состава средств ТИ с учетом дополнительных предложений по созданию перспективных средств траекторных измерений.

В блоке 15 алгоритма проводится проверка охвата всех испытываемых технических систем на рассматриваемом этапе планирования. В случае отрицательного результата проверки происходит переход процесса планирования для следующей испытываемой технической системы. Если в процессе планирования охвачены все ТС, то в блоке 25 проводится устранение дублирования планируемых средств ТИ, а в блоке 26 – формирование обобщенного рационального состава средств ТИ для рассматриваемого этапа планирования и подсчет его стоимости.

Далее процесс планирования развития средств траекторных измерений переходит на  $(i - 1)$ -й этап планового периода при обратной прогонке процесса динамического программирования. При этом должны учитываться следующие моменты: перечень испытываемых на этом этапе технических систем и предъявляемые к ТИК требования со стороны этих систем; сроки разработки и постановки на серийное производство средств ТИ, разрабатываемых по переходящим НИОКР, а также сроки снятия с эксплуатации средств ТИ, находящихся в испытательных центрах и привлекаемых для проведения испытаний технических систем.

Для получения безусловного оптимального решения задачи планирования развития средств ТИ при формировании предложений в потребный вариант развития средств траекторных измерительных комплексов испытательных центров в части их номенклатурного ряда проводится прямая прогонка процесса динамического программирования от первого до  $I$ -го этапа планирования. При этом проводится устранение дублирования предлагаемых в разработке средств ТИ из состава ранее сформированных обобщенных рациональных вариантов развития средств ТИ для рассмотренных этапов планирования, а также проводится формирование итогового оптимального номенклатурного ряда средств ТИ и подсчет его стоимости.

Таким образом, разработанная методика позволяет сформировать потребный вариант программных мероприятий по развитию средств ТИ в части их номенклатуры и определить необходимые объемы ассигнований на его реализацию с учетом средств ТИ, разрабатываемых по переходящим НИОКР, серийно выпускаемых средств ТИ в рассматриваемом программном периоде, а также новых перспективных средств траекторных измерений. Методика может быть с успехом использована в процессе научных исследований при решении

задач программно-целевого планирования развития средств траекторных измерений, используемых для обеспечения испытаний перспективных сложных технических систем.

#### Список источников

1. Системно-концептуальные основы методологии военно-научных исследований и решения прикладных военно-технических проблем: монография в 3 кн. Кн.3 / Под ред. Б.А. Демидова. Тверь: ОПВЭиФ, 2014. 560 с.
2. Буренок В.М., Найденов В.Г. Методы повышения эффективности применения средств и систем обеспечения испытаний вооружения, военной и специальной техники. М.: Граница, 2006. 263 с.
3. Буренок В.М., Ляпунов В.М., Мудров В.И. Теория и практика планирования и управления развитием вооружения. М.: Вооружение. Политика. Конверсия, 2004. 419 с.
4. Таха Х. Введение в исследование операций. 7-е изд. М.: Вильямс, 2005. 912 с.
5. Буренок В.М., Найденов В.Г., Поляков В.И. Математические методы и модели в теории информационно-измерительных систем. М.: Машиностроение, 2011. 336 с.
6. Ширяев А.Н. Вероятность. М.: Наука, 1980. 576 с.
7. Сейдж Э., Мелс Дж. Теория оценивания и ее применение в связи и управлении. М.: Связь, 1976. 496 с.
8. Липцер Р.Ш., Ширяев А.Н. Статистика случайных процессов. М.: Наука, 1974. 696 с.

#### Информация об авторе

В.Г. Найденов – доктор технических наук, старший научный сотрудник.

Научная статья  
УДК 519.87

## **Применение логистических моделей в задачах программно-целевого планирования и управления жизненным циклом вооружения и военной техники**

**Александр Иванович Буравлев, Игорь Михайлович Чаткин**

*Аннотация.* В статье рассмотрен комплекс логистических моделей для решения задач планирования и управления техническим состоянием и качеством образцов вооружения и военной техники на всех этапах жизненного цикла. Выбор этих моделей осуществлялся на принципах унификации и простоты математического описания, физической и экономической интерпретации моделей, возможностей определения их параметров по статистическим и экспертным данным. В качестве критерия оценки технического состояния и качества образцов вооружения и военной техники используется интегральный показатель их военно-технического уровня, построенный на базе тактико-технических характеристик в сопоставлении с эталонными образцами. Предлагаемые модели целесообразно использовать в задачах планирования и прогнозирования состояния разработки, производства и технической эксплуатации образцов вооружения и военной техники, в том числе системах их информационно-аналитической поддержки.

*Ключевые слова:* жизненный цикл вооружения и военной техники; показатель военно-технического уровня образцов вооружения и военной техники; логистическая модель «эффект-затраты»; динамика изменения показателя военно-технического уровня и стоимости затрат на этапах жизненного цикла

*Для цитирования:* Буравлев А.И., Чаткин И.М. Применение логистических моделей в задачах программно-целевого планирования и управления жизненным циклом вооружения и военной техники // Вооружение и экономика. 2026. №2(76). С. 30-44.

*Original article*

## **The Logistic Models Application in the Tasks of Program-Oriented Planning and Life Cycle Management of Weapons and Military Equipment**

**Aleksandr I. Buravlev, Igor M. Chatkin**

*Abstract.* The article considers a set of logistic models for planning and management problems solution concerning the weapons and military equipment technical condition and quality at all stages of life cycle. The model selection was based on the principles of mathematical description unification and simplicity, physical and economic model interpretation, and the ability to determine their parameters based on statistical and expert data. As a criterion for the technical condition and quality assessment of weapons and military equipment samples, an integral indicator of their military-technical level is used, based on tactical and technical characteristics in comparison with reference samples. It is advisable to use the proposed models in the planning and forecasting tasks of weapons and military equipment samples development, production and technical operation status, and their information and analytical support systems as well.

*Keywords:* the life cycle of weapons and military equipment; an indicator of the military-technical level of weapons and military equipment samples; effect-input logistics model; dynamics of changes in the indicator of military-technical level and cost of inputs at the stages of the life cycle

*For citation:* Buravlev A.I., Chatkin I.M. The Logistic Models Application in the Tasks of Program-Oriented Planning and Life Cycle Management of Weapons and Military Equipment. Vooruzhenie i ekonomika = Armament and Economics. 2026; 76(2): 30-44. (In Russ.).

## **Введение**

Жизненный цикл (ЖЦ) образцов ВВТ включает себя последовательность стадий и этапов разработки, производства, эксплуатации и применения (утилизации) образцов ВВТ по назначению [1]. Все эти этапы реализуются в течение определенного времени, составляющего продолжительность жизненного цикла. Распространенной структурно-параметрической моделью ЖЦ является сетевая модель, задаваемая сетевым графиком или диаграммой Ганта [2-4]. Для моделирования процесса изменения технического состояния изделия

в процессе ЖЦ широко применяются различного рода математические и компьютерные модели [1-5].

В прикладных задачах программно-целевого планирования систем вооружения [1; 3-6] важно иметь модели для интегральной оценки и прогнозирования военно-технического уровня как существующих, так и перспективных образцов ВВТ. В качестве интегрального показателя военно-технического уровня (ВТУ) образцов ВВТ широко используются различные свертки их тактико-технических характеристик [1; 2]. Показатель военно-технического уровня  $K_{ВТУ}$ , рассчитываемый по основным (агрегированным) тактико-техническим характеристикам относительно заданного эталонного (базового) образца ВВТ, часто представляется аддитивной линейной и мультипликативной степенной свертками:

$$K_{ВТУ} = \sum_{i=1}^m \alpha_i \frac{x_i}{x_i^0}; K_{ВТУ} = \prod_{i=1}^m \left( \frac{x_i}{x_i^0} \right)^{\alpha_i}, \quad (1)$$

где:  $\frac{x_i}{x_i^0}$ ,  $(i = \overline{1, m})$  – количественное соотношение характеристик исследуемого и эталонного образца ВВТ;

$\alpha_i > 0$ ;  $\sum_{i=1}^m \alpha_i = 1$  – нормированные коэффициенты значимости, определяемые экспертами.

Если  $K_{ВТУ} > 1$ , то исследуемый образец интегрально (по совокупности характеристик) имеет более высокий военно-технический уровень по сравнению с эталонным. В противном случае приоритет остается за эталонным образцом.

Мультипликативная свертка в отличие от аддитивной обращается в нуль, если хотя бы одна характеристика образца ВВТ принимает нулевое значение. Это означает, что в мультипликативной свертке не допускается компенсация характеристик образцов ВВТ другими характеристиками, не предусмотренными техническим заданием (ТЗ). Мультипликативная свертка является многопараметрическим индексом, а индексный метод анализа и прогнозирования широко используется в технике, экономике, социологии.

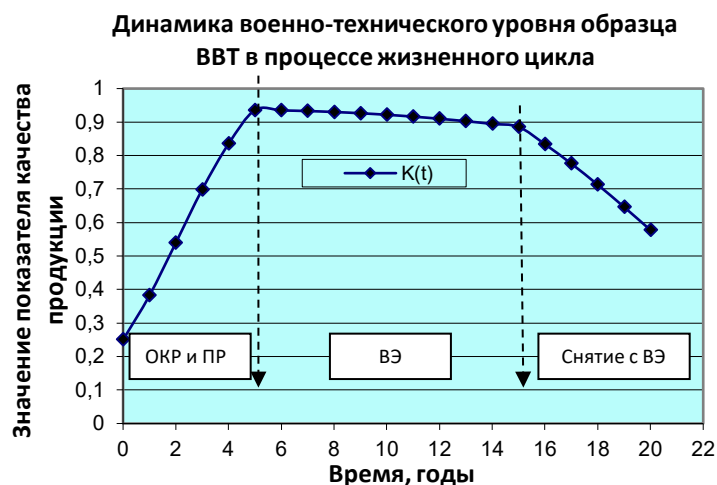
Использование показателя  $K_{ВТУ}$  позволяет проследить всю динамику изменения военно-технического уровня образца ВВТ в течение его жизненного цикла.

К началу технической разработки образца ВВТ его военно-технический уровень и готовность к реализации определяется научно-техническим заданием (НТЗ). Далее в ходе эскизного и технического проектов НТЗ материализуется в конструктивно-технологические решения, которые далее воплощаются в реальном производстве. На всех этапах жизненного цикла вплоть до создания серийного образца происходит развитие и совершенствование образца. После завершения производства серийные образцы ВВТ поступают на эксплуатацию в войска. В ходе войсковой эксплуатации для поддержания ВТУ изделия ВВТ подвергаются периодическому техническому обслуживанию, ремонту в случае возникновения отказов и неисправностей, а также доработкам, связанным с их модернизацией. С течением времени показатель военно-технического уровня  $K_{ВТУ}$  образцов снижается в силу их физического и морального устаревания. Эта естественная эволюция образца завершается либо его глубокой модернизацией, либо снятием его с эксплуатации и заменой новыми образцами. На рисунке 1 показан типичный график динамики изменения военно-технического уровня образца ВВТ, на котором отмечены этапы зарождения, создания, эксплуатации и применения по назначению, вплоть до утилизации.

Для каждого этапа жизненного цикла существует разработанный научно-методический аппарат, включающий концепции, модели и расчетные методики, а также программные и инструментальные средства для их реализации.

Анализ многочисленных источников, в которых рассматривается научно-методический аппарат по обоснованию, разработке, производству и использованию образцов различных промышленных изделий, показывает, что его основу составляют *логистические* модели [1-5]. Логистические модели представляют собой нелинейные функции, содержащие в себе механизмы положительных и отрицательных обратных связей, обеспечивающие

монотонное, но с убывающей скоростью возрастание целевой функции вплоть до ее «насыщения». Поэтому иногда логистическую функцию называют функцией с насыщением или S-образной функцией.



Примечание: ОКР и ПР – опытно-конструкторская разработка и производство; ВЭ – войсковая эксплуатация.

Рисунок 1 – Динамика изменения военно-технического уровня образца ВВТ

Среди большого количества уже известных логистических моделей [7-13] авторами отобраны наиболее простые и вполне адекватные как с физической, так и экономической точки зрения логистические модели в целях унификации научно-методического аппарата научных исследований. Это облегчает задачу поиска и освоения научного инструментария, его погружение в «цифровую среду» и разработку прикладных компьютерных программ для автоматизированных информационных систем, в том числе с наличием элементов искусственного интеллекта.

## 1 Логистическая модель концептуального формирования изделия ВВТ на этапе НИОКР

На этапе формирования научно-исследовательских и опытно конструкторских работ (НИОКР) динамика разработки технологий и инженерно-конструкторских решений для перспективного образца ВВТ может быть описана логистической функцией для показателя  $K_{ВТУ}$  (1). В качестве базовых рассматриваются зарубежные или перспективные отечественные технологии и их техническое воплощение, применяемые в различных областях техники. Количественная оценка соотношения сравниваемых технологий и показатели их значимости может быть получена известными экспертно-экспериментальными методами [13].

Уравнение динамики ВТУ изделия можно описать следующим уравнением:

$$dK/dt = vK(1 - t/T_{ПР}), \quad (2)$$

при краевых условиях:  $t = 0$ ;  $K(0) = K_0$ ;  $t = T_{ПР}$ ;  $K(T_{ПР}) = K_{зад}$ ,

где:  $v_T$ ,  $1/\text{время}$  – интенсивность роста показателя военно-технического уровня изделия во времени;

$T_{ПР}$  – время реализации проекта;

$K_{зад}$  – заданное значение показателя ВТУ к моменту окончания проекта.

В этой модели показатель  $K$ , стоящий в правой части уравнения (2) реализует положительную, а множитель  $(1 - t/T_{\text{ПР}})$  – отрицательную обратную связь для процесса наращивания военно-технического уровня изделия ВВТ. В отличие от известных моделей [3-5; 7; 8; 10-12] данная модель реализует возможность достижения заданного результата на конечном интервале времени.

Решение уравнения (1) при начальном условии  $t = 0$ ;  $K(0) = K_0$  имеет вид:

$$K(t) = K_0 \exp[v_T T_{\text{ПР}}/2 (1 - (1 - t/T_{\text{ПР}})^2)]. \quad (3)$$

Из заданного краевого условия  $t = T_{\text{ПР}}$ ;  $K(T_{\text{ПР}}) = K_0 \exp[v_T T_{\text{ПР}}/2] = K_{\text{зад}}$  находим требуемую интенсивность роста НТЗ для реализации проекта:

$$v_T = 2/T_{\text{ПР}} \ln(K_{\text{зад}}/K_0). \quad (4)$$

Подставляя полученное выражение в формулу (2), получаем более компактное выражение для решения уравнения (2):

$$K(t) = K_{\text{зад}} \exp[-\beta(1 - t/T_{\text{ПР}})^2], \quad (5)$$

где:  $\beta = \ln(K_{\text{зад}}/K_0)$  – безразмерный коэффициент.

Формулы (3) и (5) являются эквивалентными с точки зрения получения численного результата и отличаются только формами записи и использованием разных начальных условий.

Интенсивность разработки новых материалов, технологий, инженерно-конструкторских решений во многом зависит от финансирования фундаментальной и прикладной науки, уровня подготовки научных и инженерных кадров, эффективной организации их работы и внедрения полученных результатов в практику.

Решающим фактором здесь выступает объем и порядок финансирования НИОКР, поскольку при отсутствии финансирования все остальные факторы не имеют значимого влияния на процесс разработок. В этом случае важно иметь модель связи показателя ВТУ с объемом финансирования разработок. Такая модель может быть получена из уравнения (2) путем замены временного аргумента  $t$  на стоимостной  $C(t)$ :

$$dK/dC = v_c K[1 - C/C_{\text{ПР}}], \quad (6)$$

с краевыми условиями:  $t = 0$ ;  $C(0) = 0$ ;  $K(0) = K_0$ ;  $t = T_{\text{ПР}}$ ;  $C(T_{\text{ПР}}) = C_{\text{ПР}}$ ;  $K(T_{\text{ПР}}) = K_{\text{зад}}$ ,

где:  $v_c$ , 1/д. е. – интенсивность роста ВТУ за единицу стоимости затрат;  
 $C_{\text{ПР}}$  – бюджет проекта.

В данной модели отрицательная обратная связь реализуется по расходу бюджета проекта.

Решение уравнения (6) имеет вид, аналогичный (5):

$$K(t) = K_{\text{зад}} \exp[-\beta(1 - C(t)/C_{\text{ПР}})^2]; \beta = \ln(K_{\text{зад}}/K_0). \quad (7)$$

Значения показателя  $K$ , рассчитанные по формулам (4) и (6) полностью совпадают при равномерном распределении бюджета проекта с постоянным годовым расходом:

$$c_t = C_{\text{ПР}}/T_{\text{ПР}}.$$

Во всех остальных случаях динамика прироста показателя ВТУ по времени и по стоимости годовых затрат будет различной.

Полученные выше уравнения связывают военно-технические и технико-экономические характеристики продукции с выходным показателем ее качества и временем реализации проекта, что является весьма актуальным для задач программно-целевого планирования и управления развитием ВВТ.

На рисунке 2 показаны графики динамики формирования НТЗ для опытно-конструкторских работ при разных темпах финансирования программ. Одна программа финансируется с годовым бюджетом  $c_T = 0,5$  у.е. в течение  $T_{\text{ПР}} = 10$  лет, вторая – с годовым бюджетом  $c_T = 2,0$  у.е. в течение  $T_{\text{ПР}} = 5$  лет. Обе программы имеют одинаковые начальные и конечные значения показателя НТЗ.

Как видно из рисунка, используемая логистическая модель описывает нелинейный характер роста уровня НТЗ в зависимости от объемов и темпов финансирования и отражает присущую высокотехнологической военно-технической продукции закономерность ее эволюционного развития.

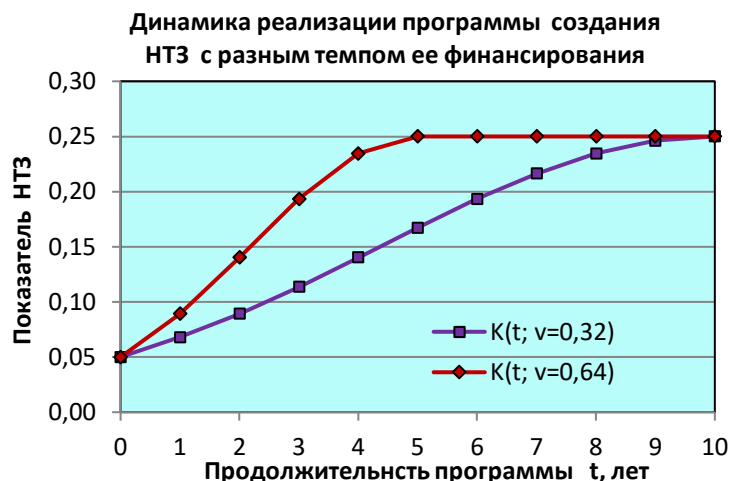


Рисунок 2 – Динамика реализации программы НТЗ с разными условиями финансирования

С течением времени в результате естественного роста цен, а также инфляции происходит обесценивание денежных средств, составляющих бюджеты проектов и программ [2; 14; 15]. Учет влияния инфляции можно осуществить посредством уменьшения количества денег в бюджете проекта. Динамику снижения объема бюджетного финансирования под действием инфляции можно описать следующим уравнением:

$$C(t) = C(t-1) + C_t(1-u)^{t-1}; \quad (t = 1, 2, \dots, T_{\text{ПР}}), \quad (8)$$

где:  $C_t$ , ( $t = 1, 2, \dots, T_{\text{ПР}}$ ) – годовой объем финансирования проекта;

$u > 0$  – среднегодовой темп инфляции в оборонно-промышленном комплексе (ОПК).

Уменьшение объема финансирования  $C$  в правой части уравнения (7) приводит к уменьшению показателя военно-технического уровня  $K$  продукции. В целях сохранения заданных показателей военного производства  $T_{\text{ПР}}$ ,  $K_{\text{ВТУ}}$  необходимо увеличивать финансирование проекта на величину дефлятора  $d > 0$ :

$$C^*(t) = C^*(t-1) + C_t(1-u+d)^{t-1}. \quad (9)$$

В существующих методиках [2; 14; 15] влияние инфляции также учитывается дефлятором, однако его величина не всегда отражает истинный уровень инфляции, возникающий в определенной сфере экономики, отрасли производства, вида и типа производимой продукции. В формуле (9) дефлятор  $d$  сравнивается с конкретным уровнем инфляции  $u$ , что позволяет установить реальную компенсацию затрат на производство продукта.

На рисунке 3 показаны графики динамики показателя НТЗ в различных технико-экономических условиях: отсутствие инфляции ( $u = 0$ ), ее наличии ( $u = 0,10$ ) и частичной ее компенсации ( $d = 0,07$ ).

Практика финансирования оборонных программ показывает, что компенсация инфляции осуществляется после завершения расчетного года, т.е. с опозданием как минимум на год. В результате предприятие вынуждено в текущем году осуществлять финансирование за счет собственных средств либо использовать заемные средства с определенной процентной ставкой. Все это приводит к увеличению финансовой нагрузки на предприятие.

Рассмотренные выше модели позволяют прогнозировать возможный рост цен на комплектующие и материалы, и заранее формировать финансовые резервы для обеспечения предстоящего производственного процесса.

Важным вопросом является также выбор стратегии финансирования программы (проекта) по годам программного периода. В практике программно-целевого планирования чаще всего применяется равномерное распределение бюджета программы с постоянным годовым объемом  $c_T = C_{\text{ПР}}/T_{\text{ПР}}$ . Эта схема является наиболее простой с точки зрения планирования, в том числе с учетом инфляции. Однако равномерное распределение не всегда является оптимальным. Вполне очевидно, что бюджет программы должен отражать динамику изменения показателя ВТУ создаваемой продукции. Это соответствие можно обеспечить, если темп финансирования будет согласован с темпом роста военно-технического уровня продукта при заданном бюджете  $C_{\text{ПР}}$ :

$$dC/dt = \gamma dK/dt, \quad (10)$$

где:  $\gamma > 1$  – коэффициент пропорциональности темпов роста эффекта и затрат на его достижение.

Интеграл от этого уравнения при краевых условиях:  $t = 0$ ;  $K(0) = K_0$ ;  $C(0) = 0$ ;  $t = T_{\text{ПР}}$ ;  $K(T_{\text{ПР}}) = K_{\text{зад}}$ ;  $C(T_{\text{ПР}}) = C_{\text{ПР}}$  приводит к следующему выражению:

$$C(t) = C_{\text{ПР}} \cdot (K(t) - K_0) / (K_{\text{зад}} - K_0). \quad (11)$$

На рисунке 4 приведены графики функций затрат на реализацию программы НИОКР при равномерном (6) и неравномерном (8) распределении бюджета.

Оценка среднего годового расхода бюджета при равномерном распределении оказывается на 9 % выше, чем при распределении, пропорционально темпу роста  $K_{\text{ВТУ}}$ .

В качестве иллюстрации применения рассмотренных выше логистических функций построим модель технико-экономической оценки и прогнозирования результатов НИОКР, включающих в себя этапы создания НТЗ и ОКР некоторого образца ВВТ. Программа НТЗ реализуется в течение времени  $T_{\text{НТЗ}} = 5$  лет с начальным уровнем задела  $K_0 = 0,05$  до уровня  $K_{\text{НТЗ}} = 0,25$ , необходимого для начала ОКР. Объем финансирования НТЗ составляет

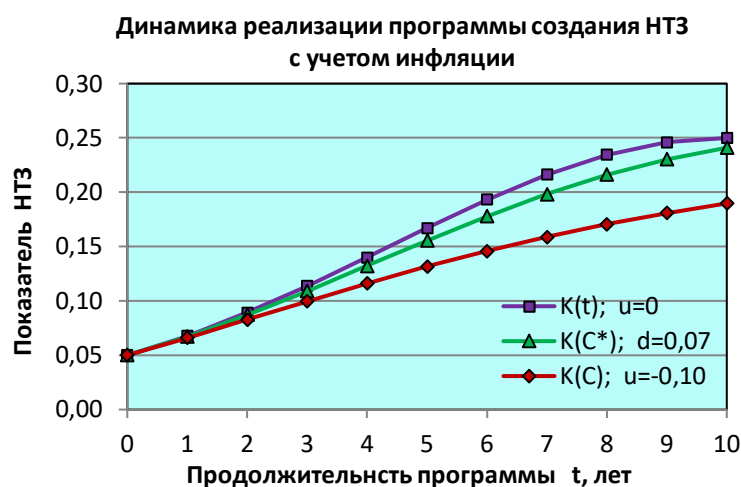


Рисунок 3 – Динамика реализации программы НТЗ с учетом инфляции

$C_{НТЗ} = 5,0$  у.е. Целью ОКР является создание опытного образца ВВТ и соответствующей технической документации для серийного производства изделия с показателем ВТУ  $K_{ОКР} = 1,1$  относительно заданного эталонного образца в течение времени  $T_{ОКР} = 5$  лет и бюджетом проекта  $C_{ОКР} = 10,0$  у.е. Общие затраты на НИОКР составляют  $C_{НИОКР} = 15$  у.е.

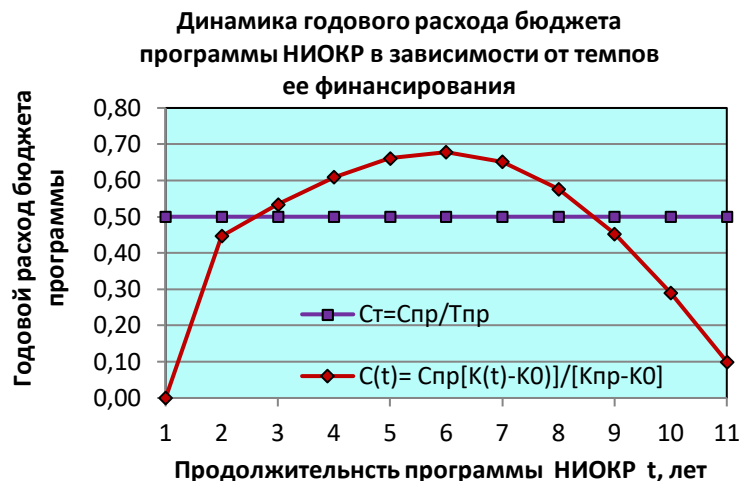


Рисунок 4 – Динамика годового расхода бюджета программы НИОКР для разных темпов ее финансирования

На рисунке 5 приведены графики ожидаемой динамики показателя  $K_{ВТУ}$  общих затрат на НИОКР  $C_{НИОКР}$ . График расхода бюджета проекта на рисунке представлен в относительном виде  $C_{ПР}(t)/C_{НИОКР}$ .

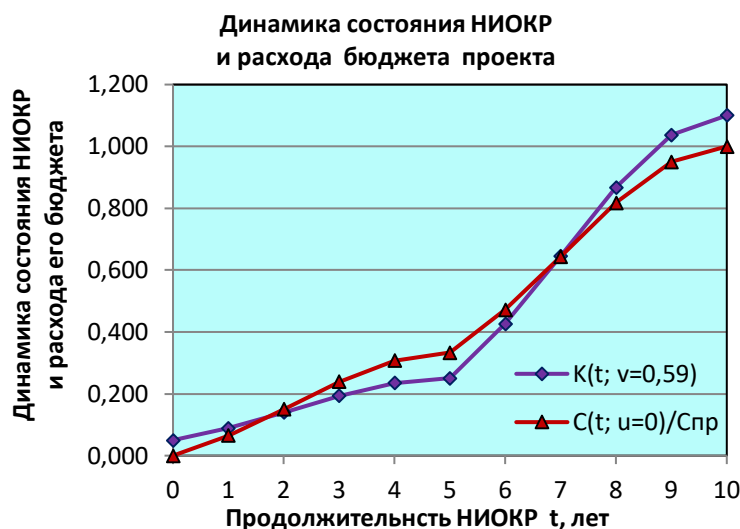


Рисунок 5 – Динамика технико-экономических показателей НИОКР

Как видно из графиков  $K(t)$ ,  $C_{ПР}(t)$  их траектории практически совпадают, что соответствует принятой выше гипотезе. Дело остается за малым – найти масштаб соотношения «эффект-затраты»  $C(t)/K(t)$ . Эта задача рассматривается ниже.

Следующей стадией и этапом жизненного цикла является серийное производство изделий ВВТ.

## 2 Логистическая модель серийного производства изделия ВВТ

В процессе серийного производства происходит тиражирование конструкторско-технологических решений в серийных образцах ВВТ.

Задачей управления на данном этапе ЖЦ является обеспечение заданного объема производства и военно-технического качества изделий в соответствии с утвержденной технической документацией.

Основными технико-экономическими показателями производства являются:

- количество технологических потоков сборки и монтажа изделия;
- трудозатраты по технологическому циклу производства;
- уровень механизации и автоматизации технологических процессов;
- уровень квалификации производственного персонала;
- система менеджмента качества производственных и обеспечивающих процессов.

Все перечисленные характеристики имеют количественное измерение и агрегируются в ряд ключевых технико-экономических показателей:

- стоимость основных фондов (ОФ) производства;
- численность рабочих, инженерно-технических специалистов, управленцев и вспомогательного персонала;
- трудозатраты на выполнение различных производственных операций и продолжительность  $T_{Ц}$  технологического цикла;
- мощность производства продукции –  $Q_m$  ед. в год;
- себестоимость производства единицы продукции  $C_c$  и рентабельность производства продукции  $r$ .

Для освоения серийного производства и выхода его на заданный уровень мощности требуется определенное время  $t_m$ . Динамику объема производства, измеряемого количеством произведенной продукции в течение года, часто описывают кусочно-линейной логистической функцией [1; 7]. Однако здесь также хорошо подходит логистическая модель «эффект-стоимость» (7):

$$Q(t) = \begin{cases} Q_m \exp[-\beta(1 - t/t_m)^2], & 0 \leq t < t_m \\ Q_m, & t \geq t_m \end{cases} \quad (12)$$

Затраты ресурсов, используемые при производстве продукции, выражаются показателем себестоимости единицы продукции  $C_c(t)$ , составляющими которой являются амортизация ОФ предприятия, закупка материалов и комплектующих, оплата труда работников основного и вспомогательных производств, административно-хозяйственные расходы [14]. Себестоимость определяет цену продаж  $Ц$  продукции и зависит от условий поставки ее заказчику.

Эффективность производства характеризуется показателем рентабельности  $r = 1 - C_c/Ц$ , который устанавливается контрактом на производство и поставку продукции заказчику. В процессе производства и поставки продукции заказчику гарантируется заданный военно-технический уровень качества  $K^{зад}$  и своевременность поставки продукции.

Инфляция в экономике увеличивает себестоимость продукции. Задержка в компенсации инфляции или ее неполная компенсация, как уже отмечалось выше, приводит к задержкам или даже срыву плана поставок продукции заказчику, о чем свидетельствует практика исполнения оборонных заказов.

Важной задачей на данном этапе является контроль выполнения гособоронзаказа (ГОЗ) по технологическим графикам производства ВВТ, своевременное обнаружение отклонений от плана-графика и прогноз возможных последствий. Контролю в первую очередь подвергаются работы, лежащие на критическом пути  $L_{кр}$  технологического графика и определяющие его продолжительность:

$$T_{кр} = \sum_{j \in L_{кр}} t_j.$$

Отклонения продолжительности выполнения работ имеют случайную природу, поэтому продолжительность критического пути  $T_{кр}$  является случайной величиной, имеющей близкое к нормальному распределению вероятностей [2]. Это позволяет аналитически рассчитать риск невыполнения технологического графика производства по формуле:

$$R(T_{кр}^{зад}) \cong 1 - 2\Phi_0(T_{кр}^{зад} - \bar{T}_{кр})/\sigma_{кр}, \quad (13)$$

где:  $\bar{T}_{кр}$ ,  $\sigma_{кр}$  – оценки среднего значения и среднеквадратическое отклонение  $T_{кр}$ , рассчитываемые по результатам контроля технологического графика ГОЗ предыдущего периода;  $T_{кр}^{зад}$  – заданная продолжительность критического пути для обеспечения требуемой производительности производственного процесса;

$\Phi_0(x) = 1/\sqrt{2\pi} \int_0^x \exp(-t^2/2)dt$  – табличная функция Лапласа-Гаусса, которая для практических вычислений хорошо аппроксимируется аналитической функцией:

$$\Psi_0(x) = \sqrt{1 - \exp\left(-\frac{2x^2}{\pi}\right)}/2.$$

В качестве аналитического инструмента календарного планирования производственных процессов в настоящее время широко используются известные программные средства Project Expert 3.0, Альт-Инвест, «Арена» и др. Однако в них отсутствуют алгоритмы автоматического расчета параметров технологических графиков и их коррекции с учетом отклонений реализаций от плановых значений. Также отсутствует прогноз риска невыполнения календарного плана за заданное время.

### 3 Логистическая модель технического обеспечения ВВТ на этапе войсковой эксплуатации

Эта задача подробно рассматривалась в работах [3-5; 9] с точки зрения обеспечения исправности и боевой готовности ВВТ в войсках. Исправность и боеготовность ВВТ являются важными компонентами показателя ВТУ и отражают пригодность ВВТ к выполнению боевых и специальных задач. В этом смысле они часто рассматриваются как показатели, связывающие *военно-технический уровень* и качество ВВТ с показателями его *боевой эффективности*.

Техническое обеспечение ВВТ в условиях войсковой эксплуатации осуществляется путем проведения *профилактического обслуживания* (целевые технические осмотры и проверки, пристрелка оружия и юстировка прицельных систем, регламентные работы, перевод на летнюю и зимнюю эксплуатацию и др.) и *ремонта* (текущего – устранение отказов, среднего – замена деталей, выработавших ресурс, капитального – восстановление технического ресурса изделия ВВТ).

В работах [3; 5; 9; 12] рассмотрены вероятностные модели управления техническим обеспечением образца ВВТ с использованием логистической модели его технической готовности. Показателем технической готовности является вероятность нахождения образца ВВТ в исправном (работоспособном) состоянии в любой момент срока службы  $t$  и подготовленности за заданное время  $\tau_{пп}$  к боевому применению в варианте вооружения, установленным боевым расписанием:

$$P_{ТГ}(t + \tau_{пп}) = P_{ТГ}(t)P_{ТГ}(\tau_{пп}|t), \quad (14)$$

где:  $P_{ТГ}(\tau_{пп}|t)$  – вероятность, что к моменту начала цикла боевого применения изделие будет находиться в боеготовом состоянии.

Умножив левую и правую части уравнения на вероятности сохранения работоспособного состояния в процессе боевого применения  $P_{ТГ}(\tau_{бп})$ , получаем показатель боеготовности образца ВВТ в цикле боевого применения:

$$P_{БГ}(t + \tau_{пп} + \tau_{бп}) = P_{ТГ}(t + \tau_{пп})P_{ТГ}(\tau_{бп}). \quad (15)$$

Показатель боеготовности характеризует успешность реализации конечной цели всей системы технического обеспечения на этапе войсковой эксплуатации ВВТ.

Для расчета вероятностей  $P_{\text{ТГ}}(t + \tau_{\text{ПП}})$ ,  $P_{\text{ТГ}}(\tau_{\text{БП}})$ , как правило, используются известные в теории надежности и эксплуатации ВВТ модели, основанные на использовании пуассоновских потоков отказов и восстановления объектов [2; 3]. В прикладных задачах теории надежности потоки отказов представляются суммой потоков внезапных и постепенных отказов. Внезапные отказы проявляются в случайные моменты времени, их интенсивность возникновения не зависит от времени. Причиной их возникновения могут быть конструктивно-производственные недостатки, нарушение условий и регламента эксплуатации изделий, непредвиденные внешние воздействия и прочие факторы. Постепенные отказы возникают вследствие износа и старения материалов, они носят скрытый характер, их интенсивность зависит от времени и наработки агрегатов и механизмов изделий. Данное разделение является условным, поскольку отказ представляет собой случайное событие и установить его причинно-следственные связи с факторами, вызывающими появление этого события, практически невозможно. Однако для построения математических моделей оценивания и прогнозирования изменения технического состояния изделий такое представление является полезным.

При оперативном ремонте устраняется отказ изделия, а не его причина. Установленный изделию технический ресурс (срок службы) при этом не изменяется.

Профилактический (средний) и восстановительный (капитальный) ремонт предназначены для устранения причин накопления постепенных отказов, связанных с износом и старением материалов, разрегулировкой устройств изделия, а также необходимостью модернизации изделия. После проведения профилактического и восстановительного ремонта изделию устанавливается новый технический ресурс

Здесь рассматривается модель, в которой восстановление изделия при оперативном (текущем) ремонте осуществляется практически мгновенно, а при восстановительном (среднем, капитальном) ремонте с небольшим запаздыванием на время ремонта  $\tau_{\text{БР}}$ , что связано с малой длительностью выполнения ремонтных работ по сравнению с годовым расчетным периодом. Это допущение обосновано практикой войсковой эксплуатации образцов ВВТ, а также принятой системой мониторинга их технического состояния.

Предлагаемая модель динамики технической готовности описывается следующим уравнением:

$$P_{\text{ТГ}}(t)/dt = \begin{cases} -(\lambda_0 + \alpha t)P_{\text{ТГ}}(t) + \rho[1 - P_{\text{ТГ}}(t)]\delta(t), & t \in (t_{\text{МР}}(k-1), t_{\text{МР}}(k)) \\ \delta(t - t_{\text{МР}} - \tau_{\text{МР}}), & t = t_{\text{МР}}(k), (k = 1, 2, \dots, m) \end{cases} \quad (16)$$

с начальным условием:  $t = 0$ ;  $P_{\text{ТГ}}(0) = 1$ ,

где:  $\lambda_0$  – интенсивность внезапных отказов;

$\alpha$  – скорость нарастания постепенных отказов;

$0 < \rho \leq 1$  – полнота восстановления изделия;

$\delta(t)$  – дельта-функция Дирака;

$t = t_{\text{МР}}(k)$ ;  $(k = 1, 2, \dots, m)$  – момент начала  $k$ -го восстановительного ремонта.

Полнота восстановления изделия  $\rho$  зависит от вида ремонта. При текущем ремонте устраняются последствия внезапных отказов, поэтому полнота восстановления составляет их долю от общего числа возможных отказов.

$$\rho(t) = (1 - \exp[-(\lambda_0 t)] / (1 - \exp[-(\lambda_0 t + \alpha t^2 / 2)])) \quad (17)$$

При восстановительном ремонте устраняются как внезапные, так и постепенные отказы, и причины их возникновения, поэтому  $\rho = 1$ .

С учетом сказанного интеграл уравнения (14) имеет вид:

$$P_{\text{ТГ}}(t) = \begin{cases} \exp[-(\lambda_0 t + \alpha t^2 / 2)] + (1 - \exp[-\lambda_0 t]), & t \in (t_{\text{МР}}(k-1), t_{\text{МР}}(k)) \\ 1(t - \tau_{\text{МР}}), & t = t_{\text{МР}}(k), (k = 1, 2, \dots, m) \end{cases} \quad (18)$$

На рисунке 6 приведены графики динамики показателя готовности изделия ВВТ в течение срока службы  $P_{ТГ}(t)$  и его среднего значения  $\bar{P}_{ТГ}(t) = \sum_{k=1}^t P_{ТГ}(k)/t$  по годовым срезам программного периода. В расчетах использованы следующие данные: срок службы изделия  $t_{cc} = 24$  года; период между восстановительным ремонтом (средним и капитальным)  $t_{БР} = 5$  лет, показатель технической готовности изделия после восстановительного ремонта  $P_{ТГ} = 1,0$ . Интенсивность внезапных отказов составляет  $\lambda_0 = 0,025$  1/год, темп роста постепенных отказов  $\alpha = 0,015$  1/год, среднее время выполнения текущего ремонта изделия  $\tau_{ТР} = 1 \dots 5$  суток, среднее время восстановительного ремонта  $\tau_{МР} = 1 \dots 6$  мес.

Как видно из рисунка 6, восстановление изделия путем устранения внезапных осуществляется частично. Постепенные отказы накапливаясь, снижают вероятность безотказной работы изделия на межремонтном интервале. И только после проведения восстановительного ремонта происходит полное восстановление технического состояния.

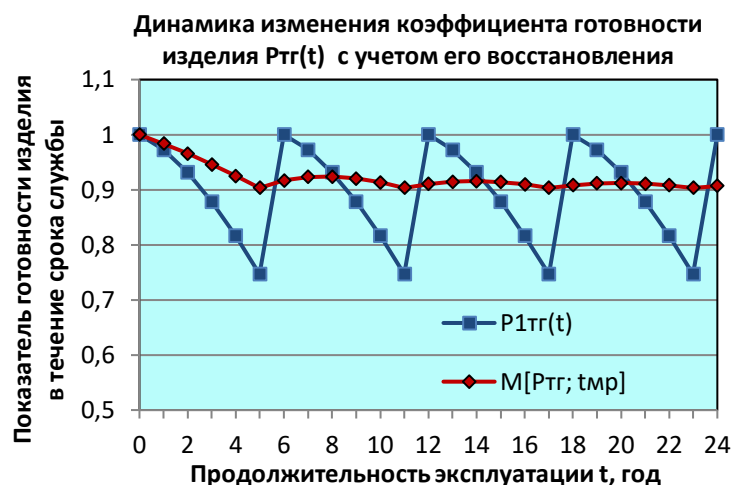


Рисунок 6 – Динамика изменения коэффициента готовности изделия с учетом его восстановления

На этапе боевого применения модель технической готовности определяется уравнением, учитывающим только возникновение внезапных отказов:

$$P_{ТГ}(t + \tau_{БР}) = P_{ТГ}(t + \tau_{ПП}) \exp[-\lambda_0 \tau_{БР}]. \quad (19)$$

В составе парка ВВТ могут находиться изделия различных типов и «возрастных» групп [5]. Их «возраст» определяется временем их поступления в состав парка относительно текущего момента времени. Для каждой «возрастной» группы изделий определенного типа должен рассчитываться свой коэффициент технической готовности. Обозначим  $\beta(t - \tau)$ , ( $\tau = 0, 1, 2 \dots, m$ ) долю ВВТ с возрастом  $(t - \tau)$  в составе парка ВВТ. Тогда среднее значение коэффициента технической готовности изделий определенного типа в парке рассчитывается по формуле:

$$\bar{P}_{ТГ}(t) = \sum_{\tau=0}^t \beta(t - \tau) P_{ТГ}(\tau). \quad (20)$$

Проведение мероприятий по техническому обеспечению ВВТ на этапе войсковой эксплуатации требует затрат материальных ресурсов и времени. Стоимость восстановления изделий в процессе эксплуатации, приведенная к стоимости их закупки может быть рассчитана по формуле [5]:

$$\bar{C}_3 = \sum_{i=1}^n C_{Bi} (1 + d)^t [1 - \bar{P}_{ТГ_i}(t)] N_i / \sum_{i=1}^n \bar{C}_{3i} N_i, \quad (21)$$

где:  $N_i$  – количество изделий  $i$ -го типа в парке;

$C_{Bi}$  – стоимость восстановления единичного изделия в парке;

$\bar{C}_{3i}$  – средняя стоимость закупки единичного изделия  $i$ -го типа;

$d$  – дефлятор стоимости затрат.

Завершение статьи мы посвящаем проблеме соотношения военно-технического уровня изделия ВВТ и стоимости затрат на его обеспечение.

#### 4 Логистическая модель оценки стоимости затрат на разработку, производство и техническое обеспечение ВВТ

Выше были рассмотрены модели согласования стоимости затрат с военно-техническим уровнем образцов ВВТ на различных этапах жизненного цикла. Но эти модели не позволяют определить истинный масштаб соотношения между достигаемым эффектом  $K_{ВТУ}(t)$  и затратами  $C_{ВВТ}(t)$  на его достижения, т.е. соотношение  $K_{ВТУ}(t) \leftrightarrow C_{ВВТ}(t)$ . Это одна из ключевых проблем военной экономики и военно-экономического анализа. Разрешению этой проблемы посвящено немало публикаций. Наибольший интерес у авторов вызвали работы А.Гальченко, Е.Балабан, В.Тегина [16-20]. На обширном эмпирическом материале по авиационной, бронетанковой и подвижной ракетно-артиллерийской технике, собранном более чем за 90 лет, им удалось выявить закономерности роста стоимости боевой техники по показательному закону:

$$C(t; T) = C_0(1 + k)^{t-T}, \quad (22)$$

где:  $C_0 = f(M_0, V, N, T)$  – начальная стоимость единичного изделия, зависящая от массы  $M_0$  пустого (без оборудования и вооружения) изделия, средней (крейсерской) скорости его движения  $V$ , объема серийной партии изделий  $N$  и года  $T$  ее выпуска;  $k = 0,07 \dots 0,09$  – темп роста себестоимости единицы боевой техники в год.

Показательный рост стоимости разработки и производства боевой техники связан с непрерывным внедрением новых научных знаний в технику, технологию, новые материалы, что требует дополнительных финансовых вложений.

Для создания новой техники и технологии нужны более квалифицированные инженерно-технические кадры, организаторы производства, на подготовку которых и оплату их труда также необходимы дополнительные финансовые затраты. Наконец, военные технологии необходимо внедрять в производство гражданской продукции, а это есть инвестиции, и они также стоят денег. Полученные авторами эмпирические коэффициенты, характеризующие темп роста стоимости ВВТ и, по-видимому, отражают динамику изменения *технологических* укладов (от начала IV в 1930-е гг. до начала VI в 2020-е гг.) [21].

Вторая особенность закона роста стоимости (17) состоит в получении эмпирической зависимости начальной стоимости от военно-технических характеристик изделия, в первую очередь его массы и скорости движения. Эти характеристики использовались и в более ранних работах, например, в области авиационной и ракетной техники [22]. С развитием науки, техники и технологий образцы ВВТ приобретают новые свойства: всепогодность применения, малую заметность в спектре электромагнитных излучений, снижение массогабаритных характеристик, сверхманевренность, гиперзвуковую скорость и др. Эти свойства увеличивают вклад в боевую эффективность по сравнению с традиционными энергомеханическими свойствами. Поэтому не случайно авторы настоящей статьи используют в качестве интегрального показателя военно-технического уровня образцов ВВТ мультипликативный индикатор (1), включающий в себя дополнительные военно-технические характеристики [1; 23]. Именно такой интегральный показатель необходимо положить в основу оценки стоимости современной боевой техники.

В этом случае необходимо связывать начальную стоимость образца ВВТ с показателем ВТУ. Такие модели авторам неизвестны, поэтому в первом приближении мы предлагаем показательную модель следующего вида:

$$C_0 = \begin{cases} \gamma C_0^{\varepsilon^{1/K_{ВТУ}}}, & K_{ВТУ} < 1 \\ \gamma C_0^{\varepsilon^{K_{ВТУ}}}, & K_{ВТУ} \geq 1 \end{cases}, \quad (23)$$

где:  $\gamma$  – коэффициент, учитывающий соотношение стоимостей данного продукта по отношению к эталонному образцу.

При  $K_{ВТУ} = 1$  начальная стоимость образца с точностью до коэффициента  $\gamma$  соответствует стоимости эталонного образца; при  $K_{ВТУ} < 1$  – стоимость образца ниже, а при  $K_{ВТУ} > 1$  – выше стоимости эталонного образца ВВТ. При этом зависимости стоимости от  $K_{ВТУ}$  нелинейная и асимметричная (рисунок 7).

Формула (6) отражает рост стоимости изделия при повышении показателя военно-технического уровня  $K_{ВТУ}$  и это очевидный факт. При этом даже при  $K_{ВТУ} < 1$  созданный образец имеет определенную полезность и может найти своего покупателя с меньшей стоимостью приобретения. Это правило успешно действует и сегодня на рынке вооружений. С точки зрения боевой эффективности образец ВВТ с высокой эффективностью, но в малом количестве будет уступать менее эффективному, но имеющемуся в большем количестве в вооруженных силах.

В качестве коэффициента стоимостного сравнения  $\gamma$  может быть принят показатель паритета покупательной способности (ППС) для продукции военного назначения (ПВН). Паритет покупательной способности определяется соотношением стоимостей (цен) некоторой совокупности продуктов, выраженных в разных валютах, но имеющих одинаковую полезность для потребителя. Данный показатель широко используется в мировой экономике при сопоставлении валового внутреннего продукта (ВВП) и связанных с ним макроэкономических показателей различных стран. Показатель представляет собой количество единиц национальной валюты в одном долл. США, принятого за базовую валюту и рассчитывается по формуле [24]:

$$\text{ППС} = C_{\text{НВ}} / 1_{\text{долл.}},$$

где:  $C_{\text{НВ}}$  – цена национальной валюты в 1 долл.

Следует отметить, что многие ученые-экономисты [15; 20; 25] критически оценивают методику определения ППС, находя ее недостаточно объективной и политизированной. Тем не менее, инструментарий ППС внедрен в мировую экономическую практику, в том числе и в России<sup>1</sup>. Используя показатель ППС для ПВН и предлагаемый авторами [20] метод его применения, можно получить следующую модернизацию формулы (17) оценки стоимости изделий ВВТ для экспортных поставок:

$$C_{\text{ВВТ}}(t; T) = \text{ППС}_{\text{ВВТ}} C_0(K_{\text{ВТУ}})(1 + k)^{t-T}. \quad (24)$$

Эта оценка имеет большую объективность и экономическую обоснованность, чем существующие оценки, рассчитываемые по известным методикам для продукции внутреннего потребления.

Россия в отличие от Запада, США, Китая – основных производителей ВВТ находится в более суровых природно-климатических условиях, требующих больших затрат энергии на производство продукции, обеспечения нормальной жизнедеятельности населения и трудовых ресурсов. Самая большая территория, недостаточно развитая транспортная инфраструктура требует значительных затрат в части логистического обеспечения экономики. Уже перечисленные факторы говорят о том, что себестоимость любой продукции, произведенной на территории России, будет выше, чем себестоимость западной продукции. Поэтому конкурентность нашей продукции должна обеспечиваться не снижением экспортных цен, а обеспечением более высокого качества и военно-технического уровня образцов ВВТ для внешних потребителей.

<sup>1</sup> Приказ Росстата от 19 августа 2025 г. №407 «Об утверждении официальных статистических методологий расчета показателей международных сопоставлений ВВП Российской Федерации и других стран по паритету покупательной способности и макроэкономических показателей Российской Федерации на основе годовых оценок паритетов покупательной способности».

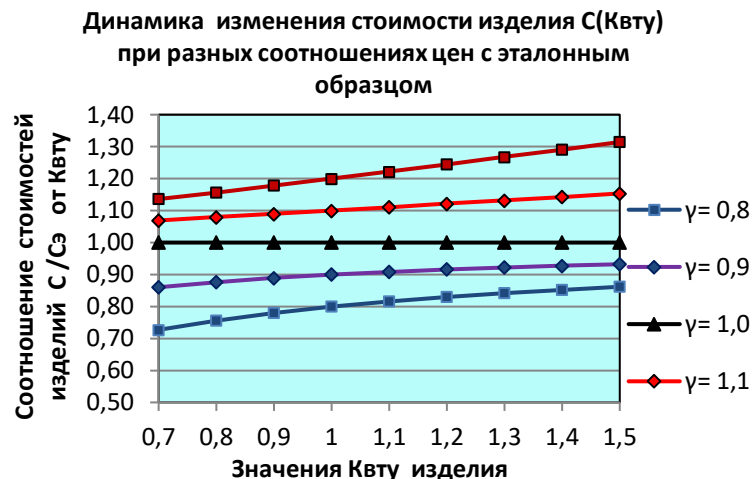


Рисунок 7 – Динамика изменения стоимости изделия ВВТ при разных соотношениях показателей «стоимость-качество»

## Заключение

Предлагаемый в статье комплекс моделей целесообразно использовать в качестве инструмента при решении задач программно-целевого планирования и прогнозирования состояния и качества ВВТ на всех этапах жизненного цикла. Все параметры модели могут быть определены на основе расчетно-статистических данных, входящих в перечень Единой системы исходных данных для разработки государственных программ вооружения и государственных оборонных заказов. Полученные результаты могут быть использованы научными работниками и специалистами научно-исследовательских организаций, органов управления Минобороны России, министерств и ведомств оборонной промышленности, а также преподавателями и студентами их образовательных учреждений.

## Список источников

1. Методология программно-целевого планирования развития системы вооружения на современном этапе: монография / Под ред. В.М. Буренка. М.: Граница, 2013. 520 с.
2. Методы военно-научных исследований систем вооружения: военно-научный труд / Под общ. ред. В.М. Буренка. М.: Граница, 2017. 512 с.
3. Буравлев А.И., Пьянков А.А. Управление техническим обеспечением жизненного цикла вооружения и военной техники: монография. М.: Граница, 2015. 304 с.
4. Военная логистика: история, методология, современное состояние и перспективы развития: коллективная монография / Под ред. А.Х. Курбанова. СПб.: Копи-Р Групп, 2014. 284 с.
5. Управление техническим оснащением и обеспечением Вооруженных Сил Российской Федерации: логистический подход: монография / Под ред. В.Л. Гладышевского. М.: АПВЭиФ, Канцлер, 2025. 186 с.
6. Буренок В.М. Проблемы создания системы управления полным жизненным циклом вооружения, военной и специальной техники // Вооружение и экономика. 2014. №2(27). С. 4-9.
7. Шаламов А.С. Интегрированная логистическая поддержка наукоемкой продукции. М.: Университетская книга, 2008. 464 с.
8. Хрусталева Е.Ю., Хрусталева О.Е. Моделирование жизненного цикла программы создания наукоемкой продукции // Экономический анализ: теория и практика. 2012. №16(271). С. 2-12.
9. Буравлев А.И. Методика оценки военно-технического уровня парка ВВТ в ходе реализации программных мероприятий по их закупке и ремонту // Вооружение и экономика. 2016. №4(37). С. 91-103.

10. Буравлев А.И. Модели управления ресурсным обеспечением проектов создания высокотехнологичной продукции // Вооружение и экономика. 2019. №4(50). С. 62-71.
11. Клочков В.В., Дутов А.В. Модель управления прикладными исследованиями и разработками в наукоемкой промышленности // Экономический анализ: теория и практика. 2020. №35(290). С. 9-17.
12. Буравлев А.И., Еланцев Г.А. Вероятностные модели управления жизненным циклом вооружения и военной техники // Вооружение и экономика. 2021. №3(57). С. 45-65.
13. Семенов С.С. Оценка качества и технического уровня сложных систем: практика применения метода экспертных оценок. М.: ЛЕНАНД, 2015. 352 с.
14. Буренок В.М., Лавринов Г.А., Подольский А.Г. Оценка стоимостных показателей высокотехнологичной продукции: монография. М.: Граница, 2012. 424 с.
15. Лавринов Г.А., Подольский А.Г. Ценообразование на продукцию военного назначения: от затратной к ценностной концепции // Вооружение и экономика. 2012. №1(17). С. 58-65.
16. Гальченко А.В., Тегин В.А. Долгосрочный прогноз стоимости боевых летательных аппаратов и численности ВВС стран мира // Вооружение и экономика. 2012. №3(19). С. 73-84.
17. Гальченко А.В., Тегин В.А. Долгосрочный прогноз стоимости танков и численности бронесил стран мира // Вооружение и экономика. 2013. №1(22). С. 71-86.
18. Балабан Е.И., Гальченко А.В., Тегин В.А. Применение ценометрического метода определения стоимости серийных поставок образцов боевой техники для долгосрочного прогноза исследовательского прогнозирования закупок // Вооружение и экономика. 2015. №1(30). С. 83-98.
19. Балабан Е.И., Гальченко А.В., Тегин В.А. Прогноз стоимости образцов материальной продукции военного назначения // Вооружение и экономика. 2017. №5(42). С. 65-72.
20. Гальченко А.В., Балабан Е.И., Тегин В.А. Великое противостояние. Экономика, высокие технологии, история и политика. Опыт количественного анализа и систематизации эмпирических закономерностей: монография. Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. 353 с.
21. Гуриева Л.К. Концепция технологических укладов // Инновации. 2004. №10(77). С. 70-76.
22. Мышкин Л.В. Прогнозирование развития авиационной техники: теория и практика. М.: Физматлит, 2006. 304 с.
23. Буравлев А.И. Аналитическая модель связи военно-технических характеристик образцов вооружения и военной техники с их боевым потенциалом // Вооружение и экономика. 2025. №4(74). С. 5-18.
24. Косаров А.Е., Сергеев С.М. Паритет покупательной способности валют: развитие методов и практики расчетов в ПМС СНГ 2014 // Вопросы статистики. 2017. №9. С. 19-26.
25. Лавринов Г.А., Подольский А.Г. Экономико-математическая модель оценки и сопоставления стоимостных показателей мероприятий стадий жизненного цикла отечественной и зарубежной высокотехнологичной продукции // Вооружение и экономика. 2020. №4(54). С. 5-18.

#### Информация об авторах

А.И. Буравлев – доктор технических наук, профессор.  
И.М. Чаткин – ORCID 0009-0004-3717-1097.

Научная статья  
УДК 621.3

## Планирование разработки электронной компонентной базы для сложных технических систем: проблемы и возможные пути их решения

Алексей Сергеевич Афанасьев, Дмитрий Валентинович Матюхин,  
Сергей Сергеевич Милосердов

**Аннотация.** В статье приводится краткий ретроспективный анализ практики планирования создания изделий электронной компонентной базы для сложных технических систем, используемой в Советском Союзе, проблем, характерных для современного периода, и предложения по возможным путям их решения. Приводятся достоинства и недостатки одновременно применяемых двух методических подходов к планированию разработки электронной компонентной базы: комплексно-целевого планирования и планирования на основе разработки и реализации аппаратурно-ориентированных программ. Акцентируется внимание на недостаточный учет общих принципов планирования, таких как: принципы непрерывности и гибкости, координации и интеграции, экономичности и реальности, а также участия в планировании максимального числа ответственных должностных лиц. Показан возможно достигаемый положительный эффект от практического применения комбинированного метода планирования.

**Ключевые слова:** электронная компонентная база; сложные технические системы; методы планирования; направления технологического развития; научное и техническое сопровождение; радиоэлектроника; высокотехнологичная продукция; комплексно-целевое планирование; аппаратурно-ориентированное планирование; программы развития; программы разработки; оборонно-промышленный комплекс; опытно-конструкторские работы; научно-исследовательские работы; импортозамещение

**Для цитирования:** Афанасьев А.С., Матюхин Д.В., Милосердов С.С. Планирование разработки электронной компонентной базы для сложных технических систем: проблемы и возможные пути их решения // Вооружение и экономика. 2026. №2(76). С. 45-51.

Original article

## Planning of Electronic Component Base Development for Complex Technical Systems: Problems and Possible Ways of Solution

Aleksei S. Afanasev, Dmitrii V. Matiukhin, Sergei S. Miloserdov

**Abstract.** The article presents a brief retrospective analysis of the practices used in the Soviet Union for planning the development of electronic component products for complex technical systems, examines problems characteristic of the contemporary period, and proposes possible ways of addressing them. It outlines the advantages and disadvantages of two methodological approaches to planning the development of electronic components that are currently applied simultaneously: comprehensive target-oriented planning and planning based on the development and implementation of hardware-oriented programs. Particular attention is paid to the insufficient consideration of general planning principles, including continuity and flexibility, coordination and integration, cost-effectiveness and feasibility, as well as the participation of the maximum possible number of responsible officials in the planning process. The potential positive effect achievable through the practical application of a combined planning method is demonstrated.

**Keywords:** electronic component base; complex technical systems; methods of planning; directions of technological development; scientific and technical support; radio electronics; hi-tech production; complex-target planning; hardware-focused planning; development programs; design programs; defensive-industrial complex; development works; research works; import substitution

**For citation:** Afanasev A.S., Matiukhin D.V., Miloserdov S.S. Planning of Electronic Component Base Development for Complex Technical Systems: Problems and Possible Ways of Solution. Vooruzhenie i ekonomika = Armament and Economics. 2026; 76(2): 45-51. (In Russ.).

Создание и развитие сложных технических систем (СТС) тесно переплетено с достижениями в области развития радиоэлектроники, уровня развития технологий электронной и радиоэлектронной промышленности [1]. Возможности применения и характеристики таких систем, надежность и стойкость к внешним воздействующим факторам, напрямую зависят от технических и эксплуатационных характеристик составляющих их основу высокотехнологичной электронной компонентной базы (ЭКБ, изделия), разработка и производство

которой осуществляется на технологических и производственных мощностях общепромышленного применения.

В советское время была создана и достаточно успешно функционировала межведомственная система управления развитием и применением ЭКБ, что позволяло обеспечивать оптимизацию используемой номенклатуры изделий, их унификацию и тем самым значительную экономию бюджетных ассигнований, выделяемых на эти цели. При этом немаловажная роль отводилась работам по обеспечению мероприятий научного и технического сопровождения создания таких изделий [2, с.11-12; 3].

В Советском Союзе одновременно применялось два методических подхода к планированию разработки ЭКБ: комплексно-целевое планирование и планирование на основе разработки и реализации аппаратурно-ориентированных программ (далее – аппаратурно-ориентированное планирование).

*Целью комплексно-целевого планирования* развития ЭКБ являлась разработка и крупносерийное производство типоразмерных рядов изделий, создание необходимых для этого технологий, материалов, методов и средств измерений и испытаний. Планирование и реализацию комплексно-целевых программ (КЦП) развития ЭКБ осуществляло министерство электронной промышленности. Как правило, разработка конкретных изделий проводилась отраслевыми научно-исследовательскими организациями (НИО) с последующим освоением производства на серийных заводах. При этом доля продукции изделий оборонного назначения (включая военного) зачастую не превышала 20% от общего объема производства таких изделий.

Основными принципами программно-целевого планирования развития ЭКБ являлись [4, с.499]: планирование от потребностей к задачам; сквозное планирование на весь жизненный цикл СТС и «насквозь» – от задач до ресурсов; планирование на основе критерия «эффект-затраты»; «скольжение» программ во времени.

*Целью аппаратурно-ориентированного планирования* развития ЭКБ являлась разработка изделий ЭКБ для конкретной аппаратуры, либо специальной техники (далее – образца СТС) на основе существующей технологической и производственной базы. Планирование и реализацию аппаратурно-ориентированных программ (АОП) осуществляли министерство промышленности средств связи, министерство радиотехнической промышленности, министерство судостроительной промышленности и министерство авиационной промышленности. Производство изделий малыми сериями осуществлялась на заводах перечисленных министерств, а разработка – отдельными (особыми) конструкторскими бюро (заводах) при них. Все изготовленные изделия ЭКБ направлялись в производство образцов СТС.

Кроме этого, в ходе как комплексно-целевого, так и аппаратурно-ориентированного планирования осуществлялась оценка основных направлений развития (ОНР) изделий электронной техники нового поколения, позволяющая на перспективу учитывать:

- приоритетность выбора базовых технологий создания изделий нового поколения, уровень их разработки и внедрения;
- эффективность базовых технологий создания изделий нового поколения;
- важность использования изделий нового поколения в перспективных образцах СТС и их ранжирование.

Оценивание проводилось по интегральному критерию эффективности на основе базовых принципов квалиметрии (декомпозиции, приоритетности, эталонности, неравнозначности, нормирования, многообразия, объективности, системности, агрегации и др.), т.е. эффективность любой системы при оценке рассматривалась как некоторая заранее определенная иерархическая совокупность свойств, представляющих интерес с точки зрения её целевого применения. К основным этапам оценивания относились:

определение наиболее важных групп оцениваемых параметров для решения сложной технической задачи;

установление в каждой группе минимально необходимого набора параметров, описывающих целевую направленность применения изделий ЭКБ;

нахождение коэффициентов весомости отдельных параметров в каждой из групп и группы параметров в целом.

В результате выполнения мероприятий по созданию ЭКБ в рамках КЦП и АОП разработчику образцов СТС была доступна полная номенклатура изделий. Иллюстрация реализации КЦП и АОП приведена на рисунке 1.

С 2011 года ЭКБ для СТС разрабатывается в рамках реализации подпрограммы государственной программы «Развитие оборонно-промышленного комплекса» (далее – ГП ОПК) по заказу Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, являющегося преемником Министерства электронной промышленности Советского Союза в лице Департамента радиоэлектронной промышленности (ДРЭП).

Планирование развития ЭКБ для СТС было продолжено ДРЭП на основе идентичных методов и подходов, используемых в этой области ранее Минобороны России с отличительной особенностью, заключающейся в том, что планированию и реализации подлежали только опытно-конструкторские работы (ОКР). Постановка научно-исследовательских работ, в рамках которых должны были предварительно исследоваться возможности создания перспективных изделий, осуществляться поиск путей создания изделий нового поколения ДРЭП не предполагалась. Порядок планирования таких работ представлен на рисунке 2.

В соответствии с установленным порядком процесс планирования предусматривает подготовку и направление обращений уполномоченной организацией Минпромторга России в адрес генеральных конструкторов образцов СТС с предложением представить требования к параметрам изделий ЭКБ, которые будут востребованы при разработке и производстве конкретных образцов СТС в виде тематических карточек и справок обоснований. Поступившие предложения обобщаются, ранжируются по степени важности разработки и включаются в Перечень планируемых к постановке ОКР по разработке ЭКБ на очередной год и плановый период со справками-обоснованиями и представляются на согласование в Минобороны России. После успешного их согласования в Минобороны России такие работы включаются для реализации в ГП ОПК.

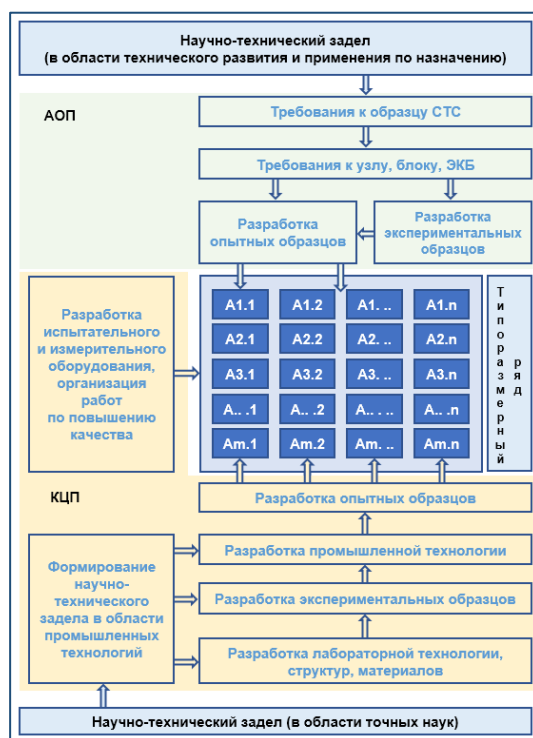


Рисунок 1 – Последовательность планирования мероприятий КЦП и АОП по разработке и производству ЭКБ для образцов СТС

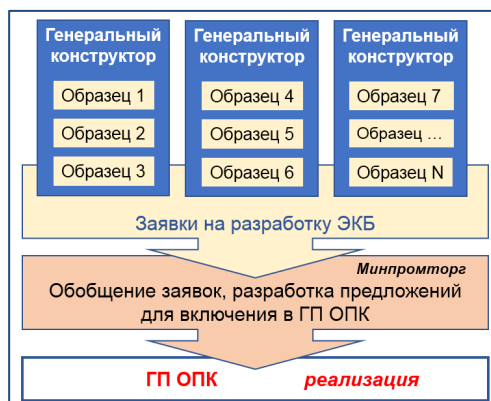


Рисунок 2 – Последовательность планирования мероприятий ГП ОПК по разработке и производству ЭКБ для образцов СТС

Анализ практики согласования Минобороны России программно-плановых документов, подготовку которых в последние 15 лет осуществлял Минпромторг России, показал, что не все требования Минобороны России к ЭКБ, предлагаемой к разработке, учитываются в технических заданиях на ОКР по разработке ЭКБ, а также имеются случаи срыва сроков выполнения таких работ и приемки ОКР по фактически достигнутым результатам. Поэтому в Минобороны России в настоящее время прорабатываются вопросы планирования создания ЭКБ в рамках АОП, при котором предполагается, что требования Минобороны России к создаваемым изделиям ЭКБ обязательно будут учтены и реализованы в полном объеме, а сроки выполнения ОКР по разработке ЭКБ соблюдены.

В процессе проработки указанных вопросов целесообразно учесть результаты мероприятий по созданию импортозамещающей ЭКБ, планирование которых осуществлялось ДРЭП методом аппаратурно-ориентированного планирования, начатых в 2015 году, рассчитанных на 3 года, но не завершенных до настоящего времени в полном объеме. Так, по состоянию на конец 2024 года около 20% мероприятий не было завершено, в отношении не более 25% от общего количества разработанных изделий было начато промышленное производство.

Вместе с тем метод аппаратурно-ориентированного планирования предполагает учитывать реализацию мероприятий по разработке импортозамещающей ЭКБ, начатых в 2015 году, рассчитанных на 3 года и до сих пор незавершенных (около 20% от всех выполняемых работ). Отметим, что только 20-25% разработанной импортозамещающей продукции поступили в производство.

Во многом такие результаты объясняются недостаточным учетом общих принципов планирования, к которым относятся принципы непрерывности и гибкости планирования, координации и интеграции планирования, экономичности и реальности планирования, участия в планировании максимального числа должностных лиц [3; 5].

*Принцип непрерывности планирования* предполагает планирование не как единичный акт, а как постоянно повторяющийся процесс. Данный принцип требует, чтобы все планы разрабатывались с учетом перспективы, то есть того, что они послужат основой составления планов в будущем, а очередные планы будут базироваться на предшествующих, учитывать результаты их выполнения. Указанный принцип предусматривает увязку краткосрочных (годовых, месячных) планов с планами долгосрочными (перспективными), иначе: на основе долгосрочных планов разрабатываются краткосрочные, обеспечивающие выполнение их на перспективу в складывающихся условиях. Непрерывность планирования, с одной стороны, обеспечивает, а с другой – обеспечивается гибкостью планирования. Поскольку предусмотреть и учесть все возможные изменения обстановки (ситуации) в будущем как исходных данных для планирования практически невозможно, то и невозможно

составить идеальный план, причем не только краткосрочный, но и в первую очередь долгосрочный.

*Принцип гибкости планирования* предусматривает возможность внесения корректив в ранее принятые решения и планы их реализации или их пересмотра в любой момент времени в соответствии с изменяющимися обстоятельствами. Для обеспечения гибкости в планы должны закладываться резервы ресурсов, дающие при необходимости возможность маневра, но лишь в определенных пределах.

Единство и взаимосвязанность отдельных мероприятий по разработке ЭКБ требует соблюдения в планировании таких принципов, как координация и интеграция. *Координация планирования* осуществляется в большей степени «по горизонтали», то есть между планами разработки ЭКБ в интересах комплектования конкретных СТС, а *интеграция планирования* – преимущественно «по вертикали», то есть между задействованными технологическими ресурсами отечественной промышленности и мероприятиями по созданию новых изделий, структур, материалов, технологий, новых средств измерений и испытаний. Следует понимать, что возможность осуществления координации и интеграции обеспечивается в определенной степени гибкостью планирования.

*Принцип экономичности планирования* имеет двоякий смысл. С одной стороны, экономичность планирования предусматривает экономичность использования ресурсов, затрачиваемых на достижение поставленных целей, а с другой – экономию затрат на разработку плана, что предполагает их минимизацию в сравнении с экономическим эффектом, получаемым при выполнении разработанных планов.

Любой разрабатываемый план имеет смысл только тогда, когда он выполним, то есть когда не только определены цели мероприятий по разработке ЭКБ, а также принято решение по их реализации, но и имеются в наличии необходимые для его осуществления ресурсы. Отсюда возникающий немаловажный принцип – *принцип реальности планирования*.

*Принцип участия максимального числа должностных лиц*, осуществляющих деятельность по направлениям разработки и применения ЭКБ, в работе над планом уже на самых ранних этапах его составления заключается в том, что участники работы над планом быстрее и охотнее выполняют те задачи, которые сами себе поставили или в обсуждении которых они принимали непосредственное участие, поскольку они им ближе и понятнее, чем «навязанные сверху». При этом не следует забывать, что определение числа привлекаемых для выработки обоснованных решений должностных лиц может быть ограничено требованиями режима секретности, ограничениями по времени и некоторыми другими.

Повышение эффективности планирования развития ЭКБ для СТС возможно при учете рассмотренных принципов в процессе реализации комбинированного метода, в основу которого положены методы комплексно-целевого и аппаратно-ориентированного планирования, отражающего сложившуюся систему управления развитием ЭКБ для СТС.

Структурная схема комбинированного метода планирования приведена на рисунке 3.

Выполнение мероприятий по развитию ЭКБ для СТС целесообразно возложить на Минобороны России как на основной заинтересованный в поддержании требуемого уровня готовности образцов СТС федеральный орган исполнительной власти. При этом планирование развития ЭКБ для СТС будет осуществляться аппаратно-ориентированным методом с учетом номенклатуры применяемых в образцах СТС изделий иностранного производства (блок I рисунка 3).

Минпромторгом России организуется оценка реализуемости технических требований к ЭКБ (блок II рисунка 3), разработанных Минобороны России на основе АОП, по результатам которой принимается решение о создании новых технологий, материалов и веществ, требуемых средств испытаний и измерений (блок III рисунка 3), которое отражается в соответствующих программных документах (блок VI рисунка 3). Технические требования к ЭКБ, которые в настоящее время не могут быть реализованы Минпромторгом России, прорабатываются и представляются в виде спланированных мероприятий по созданию страховых

запасов, включающие как изделия иностранного производства (блок IV рисунка 3), так и отечественные изделия народно-хозяйственного назначения (блок V рисунка 3).

Разработанные в ходе реализации ГП ОПК (блоки VII, VIII рисунка 3) изделия ЭКБ допускаются Минобороны России к применению в образцах СТС, а сведения о проводимых Минпромторгом России мероприятиях по созданию новых технологий, материалов и веществ, требуемых средств испытаний и измерений, используются при осуществлении нового цикла планирования (блок IX рисунка 3).



Рисунок 3 – Схема комбинированного метода планирования мероприятий по разработке и производству ЭКБ для СТС

Практическое применение комбинированного метода планирования позволит обеспечить:

*сбалансированность интересов сторон*, осуществляющих разработку и применение ЭКБ при производстве СТС;

*системность проводимых мероприятий*, обеспечивая тем самым взаимосвязь мероприятий по производству и применению ЭКБ в конкретных образцах СТС и их реализацию с наименьшими затратами;

*реализацию комплексного подхода*, предусматривающего проработку вопросов применения разрабатываемой ЭКБ на стадии разработки опытных образцов СТС и их модернизации, обеспечения требуемых технологических запасов ЭКБ иностранного производства, планирования мероприятий по созданию новых материалов и технологий производства;

*применение разрабатываемой ЭКБ в перспективных СТС* за счет учета требований Минобороны к их техническим характеристикам;

*учет изменений*, вносимых в государственные программы по созданию СТС при планировании мероприятий по разработке соответствующей ЭКБ;

*разработку, производство и применение оптимальной (достаточной) номенклатуры ЭКБ для СТС;*

*приоритетность в разработке наиболее востребованной ЭКБ (разрабатывается требуемая ЭКБ, а не привычная (устаревающая) продукция оборонной промышленности);*  
*значительную экономию финансовых ресурсов при создании перспективных СТС за счет своевременной разработки ЭКБ на основе выработанных унифицированных к ней требований, полученных при выполнении аппаратурно-ориентированных программ и реализованных в рамках мероприятий ГП ОПК;*  
*значительное повышение эффективности мероприятий по созданию ЭКБ для СТС в обеспечение обороны страны и безопасности государства.*

#### Список источников

1. Фролова С.В., Хилькевич Ю.С. Анализ современного состояния и основные тенденции развития отрасли радиоэлектронной промышленности в России // ЭФО: Экономика. Финансы. Общество. 2024. №2(10). С. 14-24.
2. Контроллинг в управлении качеством и надежностью специальной электроники и электротехники. Теоретические основы обеспечения качества и надежности: монография / Под общ. ред. С.И. Бокова. Ярославль: Канцлер, 2024. 265 с.
3. Боднарук Л.Н., Матюхин Д.В., Милосердов С.С. Основы совершенствования системы управления развитием электронной компонентной базой // Радиоэлектронная отрасль: проблемы и их решения. 2024. №2(14). С. 12-14.
4. Системно-концептуальные основы методологии военно-научных исследований и решения прикладных военно-технических проблем: монография в 3 кн. Кн.1 / Под ред. Б.А. Демидова. Тверь: ОПВЭиФ, 2014. 676 с.
5. Киселева Е.А. Перспективы развития радиоэлектронной промышленности // Главный инженер. Управление промышленным производством. 2018. №1-2. С. 15-19.

#### Информация об авторах

А.С. Афанасьев – кандидат технических наук, доцент.  
Д.В. Матюхин – кандидат технических наук, доцент.  
С.С. Милосердов – кандидат технических наук.

Научная статья  
УДК 53.083.1:678.8

## Методика измерения удельного электрического сопротивления напорных рукавов

Радик Равилевич Саетгалиев, Владимир Александрович Анискович,  
Марина Ивановна Марченко

**Аннотация.** В статье рассмотрены основные аспекты измерения удельного электрического сопротивления материалов с внедрёнными проводящими частицами, используемых для напорных топливных рукавов и других технических целей. Проведены измерения и расчеты удельного электрического сопротивления образцов многослойных рукавов с использованием стальных и медных хомутов для плотного облегания электродов. Разработана методика измерения удельного электрического сопротивления материалов трубчатых образцов на имеющемся оборудовании.

**Ключевые слова:** напорные рукава; теория перколяции; удельное электрическое сопротивление; методика измерения; электропроводность

**Благодарности:** авторы выражают благодарность В.Володиной и В.Мельникову за проведение испытаний и предоставление экспериментальных данных.

**Для цитирования:** Саетгалиев Р.Р., Анискович В.А., Марченко М.И. Методика измерения удельного электрического сопротивления напорных рукавов // Вооружение и экономика. 2026. №2(76). С. 52-58.

Original article

## Method of Pressure Measurement of Specific Electrical Hoses Resistance

Radik R. Saetgaliev, Vladimir A. Aniskovich, Marina I. Marchenko

**Abstract.** The article considers the main aspects of the specific material resistance measurement with embedded conductive particles applied for pressure fuel hoses and other technical purposes. Specific electrical resistance measurements and calculations of multilayer hoses with the use of steel and copper clamps to ensure a tight fit around the electrodes are performed. A method of the specific resistance measurement of tubular samples by means of equipment on hand has been developed.

**Keywords:** pressure hoses; percolation theory; specific electrical resistivity; measurement technique; electrical conductivity

**Acknowledgments:** the authors express their gratitude to V.Volodina and V.Melnikov for conducting the tests and providing the experimental data.

**For citation:** Saetgaliev R.R., Aniskovich V.A., Marchenko M.I. Method of Pressure Measurement of Specific Electrical Hoses Resistance. Vooruzhenie i ekonomika = Armament and Economics. 2026; 76(2): 52-58. (In Russ.).

Процессы наземной заправки воздушных судов и слива топлива являются важными операциями в авиационной отрасли, требующими высокой надежности и безопасности<sup>1</sup>. Согласно данным Международной организации гражданской авиации (ИКАО), более 70% авиационных инцидентов, связанных с наземными операциями, вызваны нарушениями в области топливной безопасности, что подчеркивает важность контроля над всеми аспектами, способными повлиять на риск возникновения таких инцидентов. Одним из ключевых элементов инфраструктуры, обеспечивающих выполнение этих процессов, являются напорные (топливные) маслобензостойкие рукава. Их эксплуатационные характеристики, включая диэлектрические свойства, играют важную роль в предотвращении статического электричества в материалах топливных рукавов, так как это может привести к искровым разрядам, создающим угрозу взрыва или пожара [1; 2].

Таким образом, понимание физических свойств материалов и их влияние на накопление заряда является основой для разработки безопасных решений в данной области. В напорном рукаве из-за электризации нефтепродуктов (топлива) может возникать статическое электричество (рисунок 1). Удельное электрическое сопротивление материалов, из которых изготовлен рукав, является одним из параметров, определяющих безопасность

<sup>1</sup> Правила защиты от статического электричества в производствах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности. М.: Химия, 1973. 62 с.

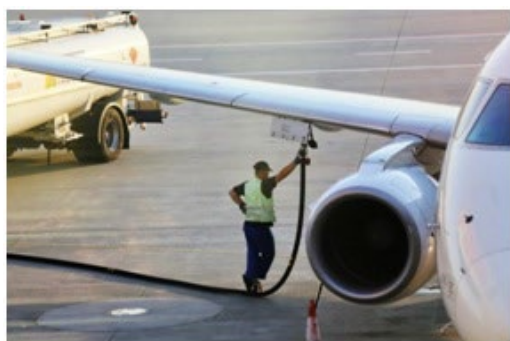
рукава. При удельном электрическом сопротивлении материалов менее 1 МОм·м заряды не сохраняются и материалы не электризуются, что позволяет эффективно снижать риск накопления статического электричества, способного привести к возгоранию.

На этом основании в современных стандартах, регулирующих материалы для топливных рукавов, установлены требования<sup>2</sup> на значения сопротивления в диапазоне от 1 кОм·м до 1 МОм·м.

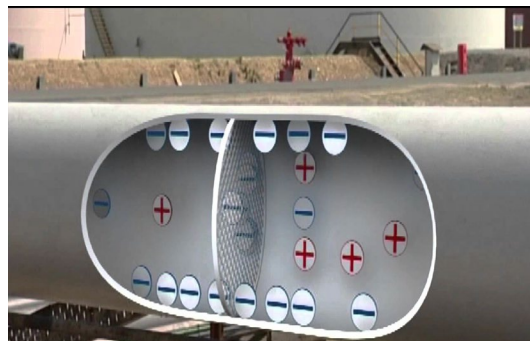
Наиболее распространенными материалами для напорных рукавов являются поливинилхлорид, полиуретан и др. с удельным электрическим сопротивлением в диапазоне 1 000-1 000 000 МОм·м, поэтому для них предусмотрено введение примесей (наполнение проводящими частицами)<sup>3</sup>, значительно изменяющих проводящие свойства материала [3; 4]. Анализ проведенных измерений показывает, что добавление примесей снижает удельное поверхностное сопротивление диэлектрических материалов до 30-40%.

Для оценки электрического сопротивления материалов существует множество теоретических моделей, каждая из которых предназначена для анализа определенных типов материалов и условий. Одной из наиболее известных является модель Друде-Лоренца (классическая электронная теория), разработанная для описания поведения электронов в металлах [5]. Эта модель основывается на предположении, что электроны в металле движутся подобно идеальному газу, сталкиваясь с атомами кристаллической решетки (ионы), что позволяет учитывать такие параметры, как проводимость и сопротивление материала (рисунок 2а).

Полимерно-композитные материалы ведут себя иначе. Поэтому для полимерных материалов, которые часто используются в производстве рукавов для заправки и слива топлива, данная модель не подходит из-за их сложной структуры. Для таких структур предпочтительнее применять модели, основанные на теории перколяции (перколяция – процесс распространения текучего вещества в пористой среде) [5]. По аналогии теория применима также для описания протекания тока в полимерной матрице, содержащей электропроводящие частицы. Матрица представляется в виде набора случайно распределенных узлов, в которые может перетекать жидкость (в данном случае электропроводящий наполнитель). Плотность узлов определяет вероятность образования непрерывных цепочек из контактирующих узлов, что позволяет жидкости протекать сквозь образец материала. Следовательно, применительно к измерению электрического сопротивления, объемная доля электропроводящего наполнителя определяет вероятность контакта между его частицами и образования проводящих путей (цепочек) в материале, соединяющих верх и низ по толщине образца (рисунок 2б).



а) заправка топливом самолета



б) распределение зарядов внутри рукава

Рисунок 1 – Рукав для заправки и слива топлива (фото из открытых источников)

<sup>2</sup> ГОСТ 31610.32-1-2015 Взрывоопасные среды. Часть 32-1. Электростатика. Опасные проявления. Руководство. М.: Стандартинформ, 2016. 153 с.

<sup>3</sup> Калашникова П.А. Моделирование транспортных свойств полимерных композитов с углеродными нанонаполнителями: автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук: 1.3.8. М.: НИЦ «Курчатовский институт», 2021. 27 с.

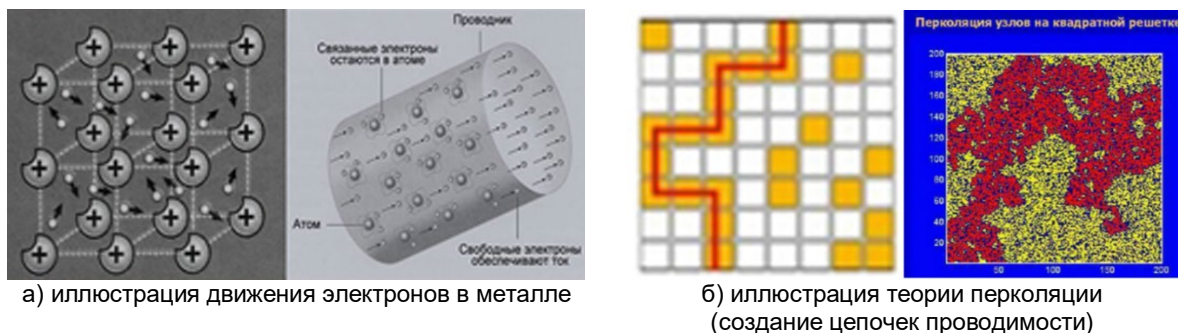


Рисунок 2 – Иллюстрации теоретических моделей, предназначенных для оценки электрического сопротивления материалов

Данная модель учитывает распределение проводящих частиц (добавок) в непроводящей матрице. Чтобы зафиксировать электропроводность образованных цепочек, необходимо очень плотное облевание электродов по наружной и внутренней поверхностям образца. Рассматриваемый в целях настоящей работы топливный рукав представляет собой многослойный пакет (рисунок 3):

- внутренний слой, контактирующий с топливом, должен быть устойчив к коррозии и разрушению материала;
- армирующий слой (середина), придающий прочность и устойчивость к механическим нагрузкам, высоким давлениям и изгибам;
- внешний слой, защищающий рукав от внешних воздействий, таких как ультрафиолетовое излучение, озон, абразивные материалы и механические повреждения.

Существующий в настоящее время ГОСТ 5398-76<sup>4</sup> не предусматривает определение удельного электрического сопротивления рукава армированной многослойной структуры. Также существует европейский стандарт ISO 8031:2020<sup>5</sup>, но этот документ предусматривает измерение непрерывности электрической цепи между концевыми фитингами рукава в сборе, без фактического измерения сопротивления.

Таким образом, исследование удельного электрического сопротивления многослойного армированного напорного рукава является актуальным и имеет важное практическое значение, способствуя разработке более надежных и безопасных решений для авиационной отрасли и повышению безопасности наземных операций.



Рисунок 3 – Вид напорного рукава

<sup>4</sup> ГОСТ 5398-76 Рукава резиновые напорно-всасывающие с текстильным каркасом неармированные. Технические условия. М.: Издательство стандартов, 1976. 25 с.

<sup>5</sup> ISO 8031:2020 Rubber and plastics hoses and hose assemblies. Determination of electrical resistance and conductivity (Рукава резиновые и пластмассовые и рукава в сборе. Определение электрического сопротивления и удельной электропроводности)

Целью настоящей работы являются экспериментальные исследования и разработка методики измерения полного удельного электрического сопротивления многослойного материала рукава напорного, применяя имеющуюся измерительную аппаратуру отечественного производства (рисунок 4а, 4б), без использования иностранного дорогостоящего оборудования (рисунок 4в).

Будем считать, что материалы внешних поверхностей и материал наполнения рукава различны, тогда общий ток проводимости в материалах рукава складывается из тока  $I_V$  объёмной проводимости и токов  $I_S$  поверхностных проводимостей (рисунок 5а). Схему протекания электрического тока можно представить в виде схемы замещения, изображённой на рисунке 5б.



Рисунок 4 – Внешний вид средств измерений удельного электрического сопротивления образцов

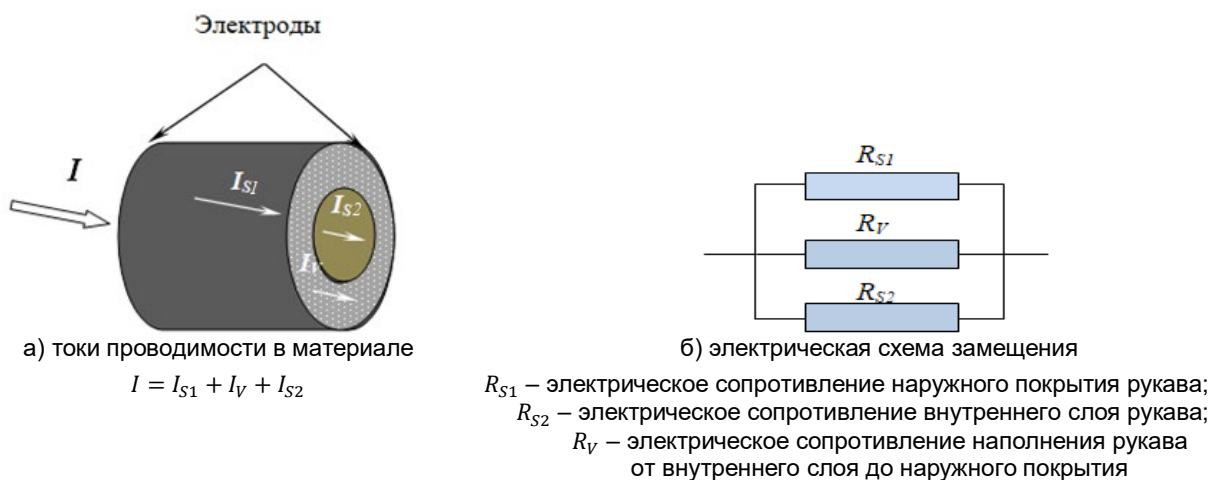


Рисунок 5 – Схема протекания электрического тока в материале рукава

Электрические свойства внешних поверхностей и внутреннего наполнения могут быть разными. Полное сопротивление материала рукава можно определить как результирующее трёх сопротивлений, объёмного и поверхностных, включённых параллельно между электродами. Математическая связь между общим сопротивлением и индивидуальными сопротивлениями выражается формулой:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_{S1}} + \frac{1}{R_V} + \frac{1}{R_{S2}} \quad \text{или} \quad R = \frac{R_{S1} \cdot R_V \cdot R_{S2}}{R_{S1} \cdot R_V + R_{S1} \cdot R_{S2} + R_{S2} \cdot R_V}, \quad (1)$$

где:  $R_{S1}$  – сопротивление наружной поверхности, Ом;

$R_V$  – сопротивление по толщине образца, Ом;

$R_{S2}$  – сопротивление внутренней поверхности, Ом.

В качестве электродов стандартно применяются:

- металлические нажимные электроды из нержавеющей стали;
- электроды из отожженной алюминиевой, медной или оловянной фольги, притертой тонким слоем конденсаторного или трансформаторного масла;
- графитовые электроды: электроды из осажденных в вакууме металлов или паст – серебра, платины, меди, цинка;
- электроды из токопроводящей резины и т.д.

Электроды должны обеспечивать плотный контакт с очищенной поверхностью образца, чтобы не искажать значения измерений из-за сопротивления самого электрода или загрязнения поверхности. Неравномерное прилегание контактируемых поверхностей уменьшает площадь контакта, что приводит к неоднородности плотности тока при измерениях на испытуемом участке образца. Более плотное прилегание электрода, создающееся увеличением прижимного давления, приводит к сжатию резины, а вследствие сжатия – к уменьшению электрического сопротивления резины. Электроды должны обладать высокой проводимостью, обеспечивать плотный электрический контакт по всей поверхности и не вступать в химические реакции с образцом.

В настоящей работе в качестве наружных электродов использовались контактная медная фольга шириной 25 мм, накрученная вокруг образца, и обжимные хомуты из оцинкованной стали, позволяющие проводить плавную бесступенчатую затяжку для равномерного обжатия образца. При помощи гаечного ключа на хомуте закручивается специальная гайка, регулирующая силу стягивания. Затяжка хомутами не превышала 20% толщины стенки образца.

В качестве внутренних электродов – контактная медная фольга, стальной конус и червячный хомут, представляющий собой узкую полосу из оцинкованной стали и оба конца которой соединены винтовым (червячным) замком. Для исключения концевых эффектов электроды внутри и снаружи располагались в 10 см от концов (рисунок 6).

Объектами испытаний являлись образцы, вырезанные из прототипов армированных напорных рукавов. Измерения сопротивлений по наружной поверхности, по внутренней поверхности и по толщине образца проводились тераомметром типа ТОММ-01 (рисунок 7).

По измеренным значениям электрических сопротивлений на наружной поверхности, внутренней поверхности и по толщине проводится расчёт  $R$  по формуле (1) и затем расчет удельного электрического сопротивления  $\rho$  по формуле:

$$\rho = R \cdot \frac{S}{l} \cdot 10^{-6}, \quad (2)$$

где:  $R$  – значение электрического сопротивления образца, Ом;

$l$  – расстояние между электродами электродного устройства, 0,1 м;

$S$  – площадь сечения испытуемого образца, мм<sup>2</sup>.

Результаты измерений и расчетов, а также сравнения значений сопротивления при использовании медных и стальных хомутов, приведены в таблице 1.

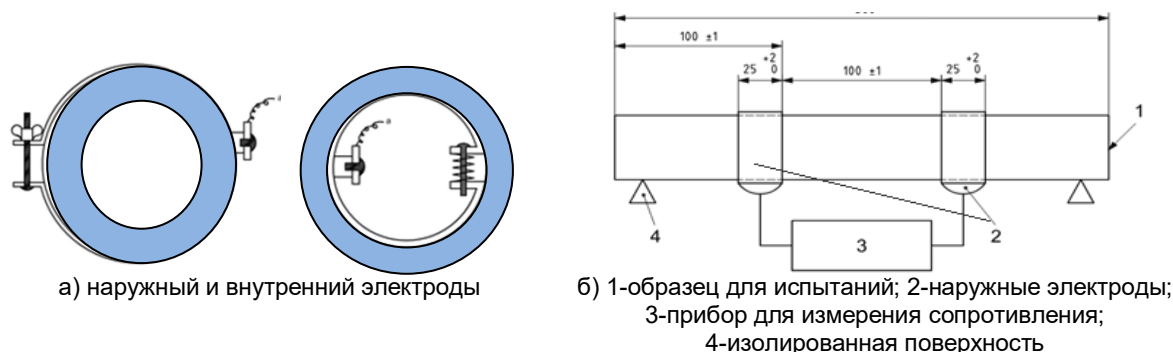


Рисунок 6 – Схема расположения внутреннего и внешнего электродов в образце трубчатой формы



а) наружные стальные электроды на образце многослойной резины



б) внутренние стальные электроды на образце многослойной резины

Рисунок 7 – Примеры расположения электродов на образце для измерения

Таблица 1 – Результаты испытаний и расчетов электрического сопротивления

| № п/п | Образец          | Длина образца, м | Площадь сечения, $S$ , кв. мм | Рассчитанное по измеренным данным значение электрического сопротивления, $R$ , Ом | Удельное сопротивление, $\rho$ , Ом·м |
|-------|------------------|------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1     | Рукав напорный*  | 0,3              | 1526,0                        | $3,0 \cdot 10^5$                                                                  | $1,5 \cdot 10^3$                      |
| 2     | Рукав напорный** | 0,3              | 1354,1                        | $2,5 \cdot 10^5$                                                                  | $1,1 \cdot 10^3$                      |
| 3     | Рукав напорный*  | 1,0              | 1356,5                        | $9,0 \cdot 10^5$                                                                  | $1,2 \cdot 10^3$                      |

Примечание: \* – использовались медные хомуты, \*\* – использовались стальные хомуты.

Анализ результатов испытаний показывает следующее:

- значения измеренного сопротивления не зависят от использования медных или стальных хомутов;
- многослойный армированный напорный рукав имеет удельное сопротивление  $\sim 1,3 \cdot 10^3$  Ом·м, что соответствует требованиям, установленным в авиационной промышленности.

Таким образом, в ходе проведения исследования разработана методика измерения удельного электрического сопротивления на отрезке образца напорного рукава, содержащего в своем составе высокопроводящие компоненты, позволяющие минимизировать накопление статического электричества.

## Выводы

1. Проведен анализ теоретических моделей протекания тока через материалы и существующей нормативной документации по определению удельного электрического сопротивления трубчатых образцов.
2. Разработана методика измерения удельного электрического сопротивления напорных рукавов и проведен сравнительный анализ полученных результатов при использовании стальных и медных хомутов.
3. Проведены измерения при установившемся токе (время электризации 60 С) и последующий расчет полного удельного сопротивления образцов, которое составляет  $\sim 1,3 \cdot 10^3$  Ом·м для многослойного армированного напорного рукава, что соответствует требованиям, установленным в авиационной промышленности.
4. Обоснована возможность проведения измерений и расчета удельного сопротивления образцов многослойного армированного напорного рукава на имеющемся оборудовании без приобретения специальных измерительных средств.

Список источников

1. Хорват Т., Берта И. Нейтрализация статического электричества. М.: Энергоатомиздат, 1987. 104 с.
2. Гуль В.Е., Шенфиль Л.З. Электропроводящие полимерные композиции. М.: Химия, 1984. 240 с.
3. Волков О.Е., Корнев В.А., Колесников А.А. Перспективные рукава для технических средств перекачки горючего // Наука, техника и образование. 2015. №7(13). С. 8-13.
4. Ларионов С.А., Деев И.С., Петрова Г.Н., Бейдер Э.Я. Влияние углеродных наполнителей на электрофизические, механические и реологические свойства полиэтилена // Труды ВИАМ. 2013. №9. С. 4-14.
5. Делекторский А.А., Зубов В.Е., Стефов Н.В. Измерение удельного электрического сопротивления анизотропной цилиндрической токопроводящей резины в радиальном направлении // Территория НЕФТЕГАЗ. 2010. №12. С. 34-38.

Информация об авторах

Р.Р. Саетгалиев – кандидат технических наук.  
В.А. Анискович – доктор технических наук.  
М.И. Марченко – ORCID 0009-0002-1083-6787.

Научная статья  
УДК 697.9

## Оптимизация процесса принятия решений о техническом состоянии систем вентиляции и кондиционирования воздуха сооружений наземной инфраструктуры ракетно-космического комплекса

Дмитрий Николаевич Гула, Виктор Михайлович Моторин,  
Ольга Витальевна Якубенко

**Аннотация.** В статье предложен метод оптимизации программы диагностирования систем вентиляции и кондиционирования воздуха сооружений наземной инфраструктуры ракетно-космического комплекса. Критерием оптимизации выступает максимум средней вероятности правильного определения технического состояния. Разработанный метод обеспечивает максимальную достоверность и функциональную эффективность процесса принятия решений о техническом состоянии объекта при контроле и диагностировании военно-технических систем – в частности, систем вентиляции и кондиционирования воздуха, – что позволяет поддерживать нормальные условия функционирования технологического оборудования и жизнедеятельности личного состава.

**Ключевые слова:** оптимизация; диагностирование; техническое состояние; системы вентиляции и кондиционирования воздуха

**Для цитирования:** Гула Д.Н., Моторин В.М., Якубенко О.В. Оптимизация процесса принятия решений о техническом состоянии систем вентиляции и кондиционирования воздуха сооружений наземной инфраструктуры ракетно-космического комплекса // Вооружение и экономика. 2026. №2(76). С. 59-63.

Original article

## Decision-Making Process Optimization of Ventilation and Air Conditioning Systems Technical Conditioning of the Rocket and Space Complex Ground Infrastructure

Dmitrii N. Gula, Viktor M. Motorin, Olga V. Yakubenko

**Abstract.** The article proposes a method for optimizing the diagnostic program for ventilation and air-conditioning systems in facilities belonging to the ground infrastructure of a rocket and space complex. The optimization criterion is the maximum average probability of correctly identifying the technical condition. The developed method ensures the highest reliability and functional efficiency of decision-making on the technical condition of military systems during their monitoring and diagnosis – particularly ventilation and air-conditioning systems – thereby helping to maintain normal operating conditions for technological equipment and suitable living and working conditions for personnel.

**Keywords:** optimization; diagnostics; technical condition; ventilation and air conditioning systems

**For citation:** Gula D.N., Motorin V.M., Yakubenko O.V. Decision-Making Process Optimization of Ventilation and Air Conditioning Systems Technical Conditioning of the Rocket and Space Complex Ground Infrastructure. Vooruzhenie i ekonomika = Armament and Economics. 2026; 76(2): 59-63. (In Russ.).

Сооружения наземной инфраструктуры ракетно-космического комплекса (РКК) предназначены для обработки всей собранной информации о состоянии и готовности всех технологических и технических систем РКК [1], бортовой аппаратуры и агрегатов ракеты-носителя и космического аппарата, кондиционности и количестве компонентов ракетных топлив, газов и спецжидкостей, а также о готовности всех служб РКК к предстоящим работам.

Одной из важнейших технических систем сооружений наземной инфраструктуры РКК являются системы вентиляции и кондиционирования воздуха (СВиКВ), предназначенные для создания и поддержания нормальных условий функционирования технологического оборудования и жизнедеятельности личного состава [1; 2].

Одним из фундаментальных свойств любого процесса является его эффективность, под которой понимается приспособленность данного процесса к достижению поставленной цели, его результативность, соотносённая с затратами всех видов ресурсов<sup>1</sup>. Для оценивания эффективности процесса принятия решений о техническом состоянии (ТС) объекта

<sup>1</sup> Дмитриев А.К., Юсупов Р.М. Идентификация и техническая диагностика: учебник. М.: Воениздат, 1987. 521 с.

необходимо выбрать показатель эффективности и сформировать критерий, по которому оцениваются различные варианты программы диагностирования СВиКВ. Из трёх известных видов критериев – пригодности, оптимальности и превосходства<sup>2</sup> в рассматриваемой задаче целесообразно использовать второй. В соответствии с данным критерием должен быть найден такой вариант ветвления граф-дерева, на котором выбранный показатель эффективности  $\Pi_i$  принимает экстремальное значение при условии выполнения заданных ограничений (рисунок 1) [3; 4].

Типовая схема СВиКВ сооружений наземной инфраструктуры РКК включает в себя различное энергомеханическое, сеть воздухопроводов и иное оборудование (рисунок 2).

Под эффективностью процесса принятия решений о ТС элементов СВиКВ в дальнейшем понимается его достоверность. И если универсальным показателем эффективности является вероятность достижения цели, то показатель достоверности – это вероятность  $D$  получения правильного решения о ТС СВиКВ. Естественно, что оптимизация должна выполняться по критерию максимума указанного показателя.

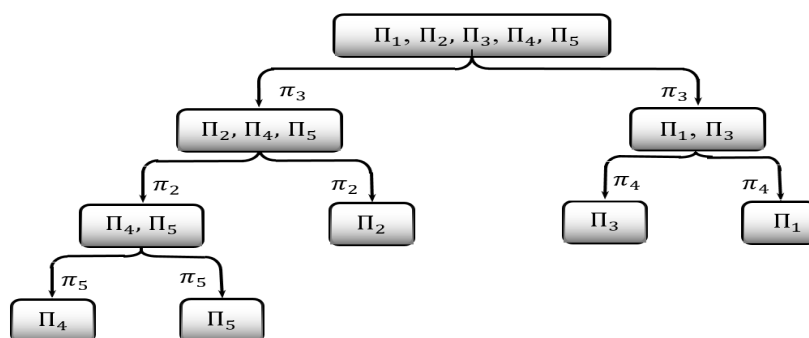
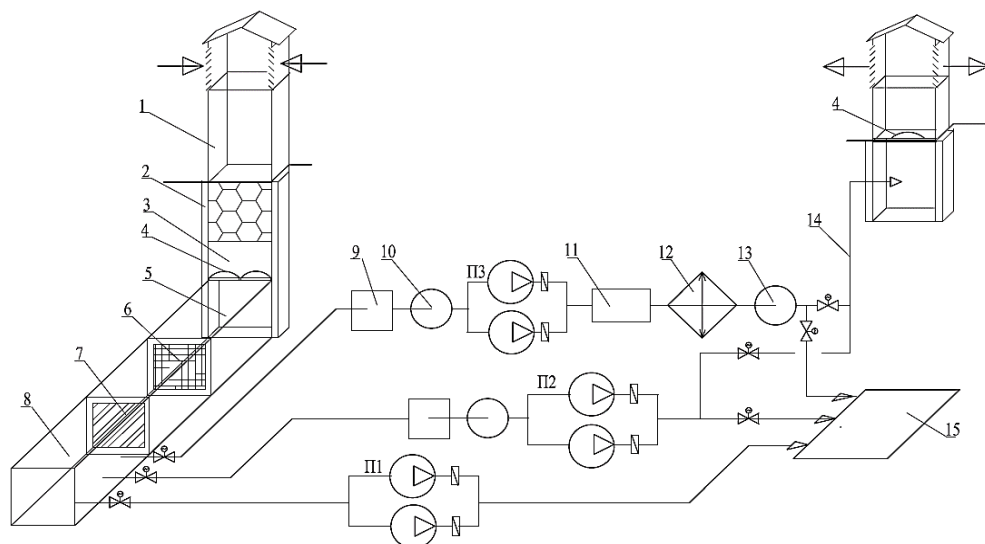


Рисунок 1 – Граф-дерево оптимального алгоритма распознавания технических состояний системы



1 – воздухозаборное устройство; 2 – тепловогнательное устройство; 3 – камера защитных клапанов; 4 – защитные клапаны; 5 – расширительная камера; 6 – фильтр предварительной очистки воздуха; 7 – воздухонагреватель предварительного подогрева воздуха; 8 – камера распределительная; 9 – пакетный фильтр противопоыльный ПФП-1000; 10 – фильтр-поглотитель ФП-300; 11 – фильтр морской термокаталитический ФМТ-200; 12 – воздухоохладитель; 13 – регенеративный патрон РП-100; 14 – продувочная линия; 15 – воздухоприемная камера центрального кондиционера

Рисунок 2 – Принципиальная схема СВиКВ сооружения

<sup>2</sup> Калинин В.Н., Резников Б.А., Варакин Е.И. Теория систем и оптимального управления: учебник. Ч.2: Понятия, модели, методы и алгоритмы оптимального выбора. М.: Воениздат, 1987. 589 с.

Чтобы сформулировать данную задачу на математическом уровне, необходимо на упорядоченном множестве проверок контролируемых признаков (КП)  $\Pi = \{\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_j\}$  задать множество перестановок  $m\Pi$ . Данное множество содержит все возможные упорядоченные сочетания проверок КП. Следовательно, экстремальное значение показателя  $D$  необходимо искать именно на множестве  $m\Pi$ , которое является множеством альтернатив<sup>3</sup>. Реализация всех перестановок даёт всевозможные варианты ветвления граф-дерева, при этом формируются все подмножества проверок  $\Pi_i$ . Для каждого варианта ветвления можно вычислить значение показателя  $D$ , и максимальное из всех полученных значений соответствует оптимальному варианту ветвления.

Пусть множество видов ТС объекта, как и прежде<sup>4</sup>, индексируется множеством  $F$ , мощность которого равна количеству рассматриваемых видов ТС:  $|F| = m$ . С учётом данного обозначения оптимизационная задача формулируется следующим образом. Найти последовательность  $(\Pi_f)_{f \in F}$  упорядоченных подмножеств проверок КП такую, что:

$$D(\Pi_f)_{f \in F} = \max_{p \in m\Pi} D\{(D(\Pi_f)_{f \in F})_p\}. \quad (1)$$

Ограничением на состав КП является условие попарной различимости изображений видов ТС объекта<sup>5</sup>. При этом должны выполняться и ограничения на временные и трудовые ресурсы. В явном виде последние ограничения будут сформированы ниже.

Для решения оптимизационной задачи (1) целевая функция должна быть задана в явном виде. Её построение осуществляется на основе следующих рассуждений.

В соответствии с принятой ранее вероятностной моделью:

$$M = (E, A_E, P, \Theta), \quad (2)$$

где:  $E$  – множество изображений видов ТС объекта, сформированных в результате обучения (множество исходов эксперимента);

$A_E = \{R | R \subset E\}$  – алгебра подмножеств множества  $E$ , в которой элементы  $R$  имеют смысл фазовых состояний моделируемого процесса;

$P = \{P(R) | P(R) = \sum_{E_i \in R} P(E_i), R \in A_E\}$  – вероятностная мера, заданная на алгебре  $A_E$ ;

$\Theta = \{\Theta_i | \Theta_i: E \rightarrow R_i, i = \overline{1, m}\}$  – множество операторов, описывающих переходы из начального фазового состояния  $R = E$  к конечным фазовым состояниям  $R_i = \{E_i\}$ , каждое из которых содержит единственный элемент  $E_i$ , представляющий опознанный вид ТС объекта, событие, заключающееся в том, что объект находится в  $i$ -м виде ТС будет обозначаться через  $E_i$ .

Вероятность такого события  $P(E_i)$  полагается заданной. Событие, заключающееся в том, что в результате выполнения проверок КП зафиксирован  $i$ -й вид ТС, будет обозначаться через  $R_i$ .

Пусть зафиксирован  $i$ -й вид ТС при условии, что реальное состояние объекта также соответствует  $i$ -му виду ТС, т.е. одновременно произошли события  $E_i$  и  $R_i$ . Следует заметить, что событие  $R_i$  – это не вполне достоверный результат из-за наличия инструментальных и методических погрешностей при выполнении проверок.

Очевидно, что условная вероятность  $P(R_i | E_i)$  представляет собой вероятность  $D_i$  получения правильного решения для  $i$ -го вида ТС:

$$D_i = P(R_i | E_i).$$

Так как при идентификации  $i$ -го вида ТС реализуются проверки из упорядоченного подмножества  $\Pi_i$ , можно записать, что:

<sup>3</sup> Калинин В.Н., Резников Б.А., Варакин Е.И. Теория систем... Указ. соч.

<sup>4</sup> Сеньченков В.И. Модели, методы и алгоритмы анализа технического состояния. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. 377 с.

<sup>5</sup> Там же.

$$D_i = D\Pi_i.$$

Вероятность  $D$  правильного решения в целом по программе определяется как средняя вероятность, которая аппроксимирует математическое ожидание величины  $D_i$ :

$$D = ED(\Pi_i)_{i=\overline{1,m}} = \sum_{i=1}^m P(E_i)P(R_i|E_i). \quad (3)$$

Структура ограничений оптимизационной задачи формируется из аналогичных рассуждений. Если  $\sum_{\pi_j \in \Pi_i} t(\pi_j)$  и  $\sum_{\pi_j \in \Pi_i} c(\pi_j)$  – суммарные затраты времени и ресурсов на выполнение проверок КП, необходимых для определения  $i$ -го вида ТС, то математическое ожидание затрат в целом по программе определяется из выражений:

$$ET = \sum_{i=1}^m P(E_i) \sum_{\pi_j \in \Pi_i} t(\pi_j), \quad (4)$$

$$EC = \sum_{i=1}^m P(E_i) \sum_{\pi_j \in \Pi_i} c(\pi_j). \quad (5)$$

Для того чтобы производить оптимизацию процесса принятия решений о ТС объекта, необходимо оперировать выражением (3). Следовательно, должны быть выведены соотношения для определения вероятностей типа  $P(R_i|E_f)$ , которые характеризуют вероятности как правильных решений о ТС объекта при  $i = f$ , так и ошибочных решений ( $i \neq f$ ).

Для идентификации произвольного вида ТС объекта необходимо выполнить ряд проверок КП. Возникающие при этом вероятности ошибок первого и второго рода зависят только от точностных характеристик контрольно-измерительных приборов и значений допусков на КП. Поэтому вероятности этих ошибок для разных проверок статистически независимы. Исходя из этого выражение для вычисления  $P(R_i|E_f)$  можно записать в виде произведения:

$$P(R_i|E_f) = \prod_{\pi_j \in \Pi_i} \gamma_{if}(\pi_j), \quad (6)$$

в котором сомножители  $\gamma_{if}(\pi_j)$  определяются на основе решающего правила и вероятностей ошибок первого и второго рода производимых проверок. С учётом определения указанных ошибок, которое приведено выше, вытекает правило вычисления данных сомножителей при контроле работоспособности и диагностировании:

$$\gamma_{if}(\pi_j) = \begin{cases} 1 - \alpha_j, & \text{если } |y_{ij} - e_{ij}| = \min_{f=\overline{0,m}} \{|y_{ij} - e_{fj}|\}, i = 0; \\ 1 - \beta_j, & \text{если } |y_{ij} - e_{ij}| = \min_{f=\overline{0,m}} \{|y_{ij} - e_{fj}|\}, i = \overline{1,m}; \\ \alpha_j, & \text{если } |y_{ij} - e_{ij}| = \min_{f=\overline{0,m}} \{|y_{ij} - e_{fj}|\}, i = 0; \\ \beta_j, & \text{если } |y_{ij} - e_{ij}| = \min_{f=\overline{0,m}} \{|y_{ij} - e_{fj}|\}, f = 0. \end{cases} \quad (7)$$

Таким образом, учитывая соотношения (6) и (7), математическая формулировка задачи оптимизации по критерию максимума средней вероятности получения правильного решения о ТС объекта при ограничениях на временной и трудовой ресурсы состоит в следующем. Найти упорядоченные подмножества  $\Pi_i \subseteq \Pi$ ,  $i = \overline{1,m}$  такие, что:

$$ED = \max_{p \in m\Pi} \left\{ \sum_{i=1}^m P(E_i) \left( \prod_{\pi_j \in \Pi_i} \gamma_{ij}(\pi_j) \right)_p \right\};$$

$$\sum_{i=1}^m P(E_i) \sum_{\pi_j \in \Pi_i} t(\pi_j) \leq M_t; \sum_{i=1}^m P(E_i) \sum_{\pi_j \in \Pi_i} c(\pi_j) \leq M_c, \quad (8)$$

где:  $M_t$ ,  $M_c$  – максимально допустимые расходы временного и трудового ресурсов соответственно.

Решение задачи (8) обеспечивает максимальную достоверность, т.е. функциональную эффективность процесса принятия решений о ТС объекта. Данное свойство имеет особенно важное значение при контроле и диагностировании военно-технических систем, в частности, СВикВ [5; 6]. Это объясняется высокой ответственностью решений, принимаемых по результатам анализа ТС. Если работоспособный объект признаётся

неработоспособным, то он выводится из эксплуатации, что ведёт к неоправданным затратам по производству ремонтных работ.

Попытка применения по назначению неработоспособного объекта, ошибочно принятого как работоспособный, ведёт к срыву выполнения боевой задачи. Кроме этого, возможные последствия чрезвычайно опасны для обслуживающего персонала, если объекты представляют собой тепломеханические или электромеханические системы с высокими значениями температур и давлений рабочих тел, подвижными инерционными массами. Поэтому обеспечение максимальной достоверности диагностирования СВикВ является весьма актуальной задачей.

Диагностирование можно рассматривать как управляемый дискретный многошаговый процесс стохастического типа. Он обладает свойствами Марковского процесса<sup>6</sup>, так как переход из любого его состояния в другое полностью определяется предыдущим состоянием и выбранной в нём проверкой. Кроме этого, задача диагностирования допускает декомпозицию на относительно самостоятельные подзадачи меньшей размерности. Любая программа диагностирования может быть представлена как композиция отдельных подпрограмм, которые начинаются с промежуточных фазовых состояний [5].

Оптимизация таких процессов производится различными методами дискретного программирования [7], в частности, динамического программирования. Другой способ нахождения оптимального решения состоит в построении всех возможных гибких программ диагностирования путём задания различных вариантов ветвления. Указанные варианты реализуются при изменении порядка проверок. В связи с тем, что в рассматриваемом случае число видов ТС СВикВ и количество проверок невелико, для поиска оптимального решения применяется метод прямого перебора вариантов ветвления.

Таким образом, формализация последовательности выполнения проверок и оптимизация процессов принятия решений о ТС СВикВ выполнена для различной формы представления и физической природы выходных процессов объекта, что является дальнейшим развитием известных разработок в области контроля и диагностирования.

#### Список источников

1. Абрамов О.В., Розенбаум А.Н. Прогнозирование состояния технических систем. М.: Наука, 1990. 126 с.
2. Сенченков В.И. Теоретические основы моделирования контроля и технического диагностирования: монография. М.: Воениздат, 1998. 78 с.
3. Сеньченков В.И. Решающие правила в алгоритмах определения технического состояния системы // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2013. Т.56. №3. С. 5-11.
4. Сеньченков В.И., Моторин В.М., Грушковский П.А. Построение оптимальных алгоритмов диагностирования с ограничениями методом динамического программирования // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2015. Т.58. №10. С. 783-791.
5. Биргер И.А. Техническая диагностика. М.: Машиностроение, 1978. 240 с.
6. Теоретические основы системного анализа / Под ред. В.И. Новосельцева. М.: Майор, 2006. 591 с.
7. Беллман Р., Калаба Р. Динамическое программирование и современная теория управления. М.: Наука, 1969. 120 с.

#### Информация об авторах

Д.Н. Гула – кандидат технических наук, SPIN 9147-9805.  
В.М. Моторин – кандидат технических наук, доцент, SPIN 6215-0267.  
О.В. Якубенко – кандидат технических наук, доцент, SPIN 4215-0563.

<sup>6</sup> Феллер В. Введение в теорию вероятностей и её приложения: учебник в 2-х т. М.: Мир, 1984.

## ***ВОЕННАЯ ЭКОНОМИКА***

Научная статья  
УДК 338.984

## Экономико-математическая модель оценки эффективности расходования финансовых ресурсов на накопление и хранение запасов центра

Алексей Вячеславович Михалкин, Александр Геннадьевич Подольский

**Аннотация.** В статье приведена экономико-математическая модель оценки эффективности расходования финансовых ресурсов на накопление и хранение запасов центра. Показано, что при оценке эффективности расходования финансовых ресурсов необходимо комплексно учитывать затратную и результативную стороны реализации мероприятий, направленных на накопление и хранение запасов центра. Применение разработанной модели на практике позволит повысить эффективность расходования бюджетных средств, направляемых на организацию системы накопления и хранения запасов центра.

**Ключевые слова:** военно-технический уровень; вооружение и военная техника; запасы центра; накопление; программный период; хранение; эффективность

**Для цитирования:** Михалкин А.В., Подольский А.Г. Экономико-математическая модель оценки эффективности расходования финансовых ресурсов на накопление и хранение запасов центра // Вооружение и экономика. 2026. №2(76). С. 65-79.

Original article

## Economic and Mathematical Assessment Model of the Financial Resources Expenditure Efficiency for Center Stock and Storage Holding

Aleksei V. Mikhalkin, Aleksandr G. Podolskii

**Abstract.** This article presents an economic and mathematical assessment model of financial resource expenditure efficiency for the center inventory storage. It demonstrates that in the course of assessment of financial resource expenditure efficiency, it is necessary to comprehensively consider the implementation measures costs and benefits aimed at center inventory stock and storage. Practical application of the developed model will improve the efficiency of budgetary funds allocated to organizing the center's inventory stock and storage system.

**Keywords:** military-technical level; weapons and military equipment; central reserves; accumulation; program period; storage; efficiency

**For citation:** Mikhalkin A.V., Podolskii A.G. Economic and Mathematical Assessment Model of the Financial Resources Expenditure Efficiency for Center Stock and Storage Holding. Vooruzhenie i ekonomika = Armament and Economics. 2026; 76(2): 65-79. (In Russ.).

Вопросам обеспечения эффективности расходования финансовых ресурсов уделяется значительное внимание в научных публикациях, среди которых необходимо отметить монографию [1], в которой приведены модели и методы регулирования и прогнозирования экономической динамики создания военно-технической продукции в условиях диверсификации предприятий оборонно-промышленного комплекса; монографию [2], посвященную вопросам управления экономикой отраслей и регионов и прогнозированию развития региональных социально-экономических систем; [3], в которой изложены методы оценки эффективности объектов военного назначения, операционные модели вооруженного противоборства, а также приложение методов эффективности вооружения и военной техники к задачам военного планирования [4].

Анализ указанных работ показал, что их целесообразно дополнить результатами работ по разработке экономико-математической модели оценки эффективности расходования финансовых ресурсов на накопление и хранение запасов центра, в том числе с учетом неопределенности.

Необходимость ее разработки обусловлена тем, что на накопление (восполнение) и хранение образцов ВВТ на арсеналах, складах и базах (далее – объектах хранения) затрачиваются значительные финансовые ресурсы, которые необходимо эффективно расходовать. Одним из инструментов, который позволяет этого достичь, является проверка их плановых значений на эффективность использования финансовых ресурсов по критерию «эффект-затраты».

Правило, в соответствии с которым осуществляется указанная проверка, формулируется так: эффективность использования финансовых ресурсов на накопление и хранение образцов ВВТ на объектах хранения на предстоящем программном периоде должна быть не меньше, чем на прошедшем периоде времени, то есть должно выполняться неравенство:

$$\mathcal{E}_{\Pi}(t_p) \geq \mathcal{E}_p(t_p),$$

где:  $\mathcal{E}_{\Pi}(t_p)$  – ожидаемый показатель эффективности использования финансовых ресурсов, определяемых в ценах расчетного года  $t_p$ , на накопление и хранение запасов центра на предстоящем программном периоде;

$\mathcal{E}_p(t_p)$  – показатель эффективности израсходованных финансовых ресурсов, определенных в ценах расчетного года  $t_p$ , на накопление и хранение ранее созданных запасов центра, определяемый на основе ретроспективного анализа.

Значения показателей эффективности  $\mathcal{E}_{\Pi}(t_p)$  и  $\mathcal{E}_p(t_p)$  определяются с использованием двух частных показателей, первый из которых отражает потребительскую (военно-техническую) сторону хранящихся образцов, а второй показатель – затратную сторону процесса накопления и хранения образцов ВВТ.

Фиксация параметра  $t_p$  необходима для обеспечения сопоставимости разновременных затрат на накопление и хранение образцов ВВТ на плановом и прошедшем периодах времени, которые являются аналогами или принадлежат к одной группе образцов в соответствии с Единым кодификатором предметов снабжения<sup>1</sup>. Это обеспечивает сходный состав требований к хранению образцов ВВТ, их обслуживанию и ремонту, а также состав работ, выполняемых в процессе хранения, что в свою очередь способствует обеспечению объективности сопоставления эффективности использования финансовых ресурсов на хранение образцов ВВТ на прошедшем и предстоящем периодах времени.

При определении показателя, характеризующего затратную сторону процесса накопления и хранения образцов ВВТ, важным является обеспечение сопоставимости прошлых (фактических) и предстоящих (прогнозных) затрат, которое достигается помимо фиксации параметра  $t_p$  учетом продолжительности отрезка времени, на котором формируются указанные затраты.

В качестве такой продолжительности целесообразно выбрать значение, которое отражает длительность программного периода, в течение которого осуществляются мероприятия, связанные с поставками образцов ВВТ на хранение, а также с их капитальным ремонтом (капитальным ремонтом с модернизацией). Кроме того, значительная часть затрат на накопление и хранение образцов ВВТ носит дискретный во времени характер, что обусловлено периодичностью проведения мероприятий по техническому обслуживанию образцов, в том числе ремонтных работ, а также периодичностью поставок с целью накопления (восполнения) запасов центра в течение указанного срока и обеспечения возможности покрытия потребности воинских формирований в образцах ВВТ.

В качестве показателя, отражающего потребительскую (военно-техническую) сторону образцов ВВТ, находящихся на хранении, используется показатель интегрального военно-технического уровня совокупности образцов ВВТ, хранящихся на типовых объектах.

Для определения указанного интегрального показателя оцениваются частные показатели, характеризующие военно-технический уровень каждого типа образца, находящегося на хранении на прошедшем и предстоящем периодах времени.

Так как характеристики образца имеют в общем случае различную размерность, то для определения указанного интегрального показателя проводится нормирование характеристик образцов ВВТ. Для этого для каждого типа хранящихся образцов ВВТ определяется базовый образец. Для упрощения расчетов в качестве базового образца ВВТ, который планируется хранить на предстоящем программном периоде, выбирается образец ВВТ, для

<sup>1</sup> Приказ Росстандарта от 22 декабря 2023 г. №1-ек «Об утверждении Единого кодификатора предметов снабжения для федеральных государственных нужд» (ЕК 001-2023).

образца, который находился на хранении на прошедшем периоде и является образцом-аналогом, а при его отсутствии – образцом, принадлежащим к одной группе Единого кодификатора предметов снабжения.

Нормирование характеристик образца  $i$ -го типа, который планируется размещать на объектах хранения на предстоящем программном периоде, осуществляется по формулам:

- если при увеличении значения  $k$ -й характеристики технический уровень образца возрастает:

$$x_{\text{НПБ } ik} = \frac{x_{\text{П } ik}}{x_{\text{Б } ik}},$$

где:  $x_{\text{П } ik}$  – значение  $k$ -й характеристики образца ВВТ  $i$ -го типа, который планируется разместить на хранение на предстоящем программном периоде;

$x_{\text{Б } ik}$  –  $k$ -я характеристика базового образца для образца ВВТ  $i$ -го типа;

- если при снижении значения  $k$ -й характеристики технический уровень образца возрастает:

$$x_{\text{НПБ } ik} = \frac{x_{\text{Б } ik}}{x_{\text{П } ik}}.$$

Нормирование характеристик образца ВВТ  $j$ -го типа, который фактически размещается на объекте хранения на прошедшем периоде времени, осуществляется относительно базового образца для образца ВВТ  $i$ -го типа. Для этого применяются формулы:

- если при увеличении значения  $k$ -й характеристики технический уровень образца ВВТ возрастает:

$$x_{\text{НФБ } jk} = \frac{x_{\text{Ф } jk}}{x_{\text{Б } jk}},$$

где:  $x_{\text{Ф } jk}$  – значение  $k$ -й характеристики образца ВВТ  $j$ -го типа, который находился на хранении на прошедшем периоде времени;

- если при снижении значения  $k$ -й характеристики технический уровень образца ВВТ возрастает:

$$x_{\text{НПБ } jk} = \frac{x_{\text{Б } jk}}{x_{\text{Ф } jk}}.$$

После проведения нормирования характеристик образцов ВВТ определяются:

- военно-технический уровень единичного образца ВВТ  $i$ -го типа, который планируется разместить на объекте хранения на предстоящем программном периоде:

$$V_{\text{ПЕ } i}(X_{\text{Б } i}, X_{\text{П } i}) = \sum_{k=1}^{N_X} b_{3X\ ijk} x_{\text{НПБ } ik},$$

где:  $X_{\text{П } i}$  – вектор характеристик образца ВВТ  $i$ -го типа, который планируется разместить на объекте хранения на предстоящем программном периоде;

$X_{\text{Б } i}$  – вектор характеристик базового образца для образца ВВТ  $i$ -го типа;

$N_X$  – количество характеристик образца ВВТ, определяющих его технический уровень;

$b_{3X\ ijk}$  – коэффициент, характеризующий значимость  $k$ -й характеристики образцов ВВТ  $i$ -го и  $j$ -го типов,  $0 < b_{3X\ ijk} \leq 1$ ,  $\sum_{k=1}^{N_X} b_{3X\ ijk} = 1$ ;

- военно-технический уровень образцов ВВТ  $j$ -го типа, находившихся на хранении на прошедшем периоде времени:

$$V_{\text{РЕ } j}(X_{\text{Б } i}, X_{\text{Р } j}) = \sum_{k=1}^{N_X} b_{3X\ ijk} x_{\text{НРБ } jk},$$

где:  $X_{\text{Р } j}$  – вектор характеристик образца ВВТ  $j$ -го типа, который находился на хранении на прошедшем периоде времени.

Для обеспечения сопоставимости показателей эффективности  $\mathcal{E}_n(t_p)$  и  $\mathcal{E}_p(t_p)$  примем, что на прошедшем и предстоящем периодах времени на объектах условно находится на хранении одинаковое количество идентичных образцов ВВТ или образцов, являющихся друг для друга образцами-аналогами или принадлежащих к одной группе образцов ВВТ в соответствии с Единым кодификатором предметов снабжения.

Каждому типу образцов ВВТ, которые планируется разместить на типовых объектах хранения, можно поставить в соответствие только один тип образца ВВТ, находившегося на хранении в прошедшем периоде, в качестве которого может рассматриваться идентичный образец, образец-аналог, а при его отсутствии – образец ВВТ, принадлежащий к одной с ним группе в соответствии с Единым кодификатором предметов снабжения, и наоборот, каждому типу образца ВВТ, находившемуся на хранении на прошедшем периоде на типовом объекте хранения, можно поставить в соответствие только один тип образца ВВТ, который планируется разместить на типовом объекте хранения на предстоящем периоде, в качестве которого может рассматриваться идентичный образец, образец-аналог, а при его отсутствии – образец ВВТ, принадлежащий к одной с ним группе в соответствии с Единым кодификатором предметов снабжения. То есть имеет место взаимно однозначное соответствие образцов ВВТ, которые планируется разместить на объектах хранения на предстоящем программном периоде, и образцов, которые размещались на объектах хранения на прошедшем периоде времени.

Тогда значение интегрального среднегодового на отрезке времени фиксированной продолжительности показателя военно-технического уровня совокупности образцов ВВТ, размещаемых на всех объектах хранения, определяется по формулам:

- на предстоящем программном периоде  $[t_H, t_K]$ , где:  $t_H, t_K$  – соответственно первый и последний годы предстоящего программного периода, продолжительностью  $T$ :

$$\bar{V}_{ГП}(T) = \sum_{i=1}^{N_{ТО}} V_{ПЕ\ i} (X_{Б\ i}, X_{П\ i}) \bar{N}_{Г\ i/j}(T), \quad (1)$$

где:  $\bar{N}_{Г\ i/j}(T)$  – среднегодовое (на отрезке времени продолжительностью  $T$ ) количество образцов ВВТ  $i$ -го типа, планируемых к размещению на всех объектах хранения на предстоящем программном периоде, которым соответствуют образцы ВВТ  $j$ -го типа (идентичный образец, образец-аналог, а при его отсутствии – образец, входящий в одну группу с образцом ВВТ  $i$ -го типа в соответствии с Единым кодификатором предметов снабжения), которые размещались на объектах хранения на прошедшем периоде времени продолжительностью  $T$ ;

$N_{ТО}$  – количество типов образцов ВВТ, которые планируется разместить на типовых объектах хранения на предстоящем (прошедшем) периоде времени (в соответствии с введенным допущением о взаимно однозначном соответствии между образцами, размещаемыми на объектах хранения на предстоящем и прошедшем периодах времени (количество типов образцов ВВТ, размещаемых на предстоящем и прошедшем периодах времени принимается одинаковым);

- на прошедшем периоде времени продолжительностью  $T$ :

$$\bar{V}_{ГП}(T) = \sum_{j=1}^{N_{ТО}} V_{ПЕ\ j} (X_{Б\ i}, X_{П\ j}) \bar{N}_{Г\ j/i}(T), \quad (2)$$

где:  $\bar{N}_{Г\ j/i}(T)$  – количество образцов ВВТ  $j$ -го типа, находящихся на объектах хранения на прошедшем периоде времени продолжительностью  $T$ , которым соответствуют образцы ВВТ  $i$ -го типа, являющиеся для них либо идентичными образцами, либо образцами-аналогами, либо образцами, принадлежащими к одной группе Единого кодификатора предметов снабжения, которые планируется разместить на объектах хранения на предстоящем программном периоде  $[t_H, t_K]$  продолжительностью  $T$ .

Исходя из сути показателей, входящих в формулы (1) и (2), следует, что показатели  $\bar{V}_{ГП}(T)$  и  $\bar{V}_{ГП}(T)$  можно трактовать как интегральные среднегодовые военно-технические

уровни совокупности образцов, находящихся на базах хранения соответственно на предстоящем и прошедшем периодах времени.

Использование интегрального среднегодового военно-технического уровня совокупности образцов, находящихся на хранении, позволяет адекватно отразить то обстоятельство, что их количество на прошедшем и предстоящем периодах времени является динамичным, то есть меняется из-за реализации процессов накопления и естественной убыли ВВТ из запасов центра.

Исходными данными для определения значений показателей  $\bar{N}_{\Gamma i/j}(T)$  и  $\bar{N}_{\Gamma j/i}(T)$  являются:

- количество образцов ВВТ  $i$ -го типа, которые находятся на объектах хранения на начало программного периода  $t_H$ ,  $N_{0i}(t_H)$ ;
- количество образцов ВВТ  $j$ -го типа, которые находятся на объектах хранения на начало года  $t_H - 10$ ,  $N_{0j}(t_H - 10)$ ;
- динамика поступления образцов ВВТ  $i$ -го типа на объекты хранения, начиная с года  $t_H$ ,  $N_{\Pi 0 i}(t)$ ,  $t \geq t_H$ ;
- динамика поступления образцов ВВТ  $j$ -го типа на объекты хранения, начиная с года  $t_H$ ,  $N_{\Pi 0 j}(t)$ ,  $t \geq t_H$ ;
- динамика выбытия образцов ВВТ  $i$ -го типа с объектов хранения, начиная с года  $t_H$ ,  $N_{\text{В}0 i}(t)$ ,  $t \geq t_H$ ;
- динамика выбытия образцов ВВТ  $j$ -го типа с объектов хранения, начиная с года  $t_H - 10$ ,  $N_{\text{В}0 j}(t)$ ,  $t \geq t_H - 10$ .

Исходя из этого, определяется количество образцов ВВТ  $i$ -го типа, находящихся на хранении на конец  $t$ -го года по формулам:

- для предстоящего программного периода:

$$N_{0i}(t) = N_{0i}(t_H) + N_{\Pi 0 i}(t) - N_{\text{В}0 i}(t), t \in [t_H, t_K],$$

- для прошедшего периода времени:

$$N_{0j}(t) = N_{0j}(t_H - 10) + N_{\Pi 0 j}(t) - N_{\text{В}0 j}(t), t \in [t_H - 10, t_H - 1].$$

Среднегодовое количество образцов ВВТ  $i$ -го типа, находящихся на хранении на предстоящем программном периоде  $[t_H, t_K]$ , определяются по формуле:

$$\bar{N}_{\Gamma i/j}(T) = \frac{1}{t_K - t_H + 1} \sum_{t=t_H}^{t_K} N_{0i}(t) = \frac{1}{10} \sum_{t=t_H}^{t_K} N_{0i}(t),$$

где  $t_K$  – последний год предстоящего программного периода.

Среднегодовое количество образцов ВВТ  $j$ -го типа, находившихся на хранении на прошедшем периоде времени, определяются по формуле:

$$\bar{N}_{\Gamma j/i}(T) = \frac{1}{10} \sum_{t=t_H-10}^{t_H-1} N_{0j}(t).$$

Помимо рассмотренной потребительской (военно-технической) стороны процесса формирования запасов центра, важную роль в оценке эффективности расходования финансовых ресурсов на реализацию указанного процесса играет затратная сторона.

Поскольку в работе проводится оценка эффективности использования финансовых ресурсов на накопление и хранение запасов центра в интересах формирования государственной программы вооружения, то при рассмотрении затратной стороны реализации указанного процесса учитываются затраты на поставки образцов ВВТ, их капитальный ремонт (капитальный ремонт с модернизацией) и сервисное обслуживание.

Аналитическое выражение для определения суммарных затрат (в ценах расчетного года  $t_p$ ) на поставки образцов ВВТ  $i$ -го типа на объекты хранения, а также на капитальный ремонт (капитальный ремонт с модернизацией) и сервисное обслуживание образцов ВВТ, находящихся на хранении в  $t$ -м году программного периода, имеет следующий вид:

$$C_i(t_p, t) = C_{\Pi i}(t_p, t, N_{\Pi o i}(t)) + C_{KP i}(t_p, t, N_{KP i}(t)) + C_{KPM i}(t_p, t, N_{KPM i}(t)) + C_{CO i}(t_p, t, N_{CO i}(t)), \\ t \in [t_H, t_K],$$

где:  $C_{\Pi i}(t_p, t, N_{\Pi o i}(t))$  – ожидаемые суммарные затраты (в ценах расчетного года  $t_p$ ) на поставки образцов ВВТ  $i$ -го типа в  $t$ -м году предстоящего программного периода для размещения их на объектах хранения;

$C_{KP i}(t_p, t, N_{KP i}(t))$  – ожидаемые суммарные затраты (в ценах расчетного года  $t_p$ ) на капитальный ремонт (капитальный ремонт с модернизацией) образцов ВВТ  $i$ -го типа в  $t$ -м году предстоящего программного периода, размещаемых на объектах хранения;

$N_{KP i}(t)$  – количество капитально отремонтированных (капитально отремонтированных с модернизацией) образцов ВВТ  $i$ -го типа, которые планируется разместить на объектах хранения в  $t$ -м году предстоящего программного периода;

$C_{KPM i}(t_p, t, N_{KPM i}(t))$  – ожидаемые суммарные затраты (в ценах расчетного года  $t_p$ ) на капитальный ремонт с модернизацией образцов ВВТ  $i$ -го типа в  $t$ -м году предстоящего программного периода, размещаемых на объектах хранения;

$N_{KPM i}(t)$  – количество капитально отремонтированных с модернизацией образцов ВВТ  $i$ -го типа, которые планируется разместить на объектах хранения в  $t$ -м году предстоящего программного периода;

$C_{CO i}(t_p, t, N_{CO i}(t))$  – ожидаемые суммарные затраты (в ценах расчетного года  $t_p$ ) на сервисное обслуживание образцов ВВТ  $i$ -го типа в  $t$ -м году предстоящего программного периода, размещаемых на объектах хранения;

$N_{CO i}(t)$  – количество сервисных обслуживаний образцов ВВТ  $i$ -го типа, которые планируется выполнить в  $t$ -м году предстоящего программного периода на объектах хранения.

Ожидаемые суммарные затраты (в ценах расчетного года  $t_p$ ) на поставки образцов ВВТ  $i$ -го типа в  $t$ -м году предстоящего программного периода для размещения их на объектах хранения определяются по формуле:

$$C_{\Pi i}(t_p, t, N_{\Pi o i}(t)) = C_{\Pi e i}(t_p, t) N_{\Pi o i}(t),$$

где:  $C_{\Pi e i}(t_p, t, X_{\Pi i})$  – стоимость (в ценах расчетного года  $t_p$ ) поставки единичного образца ВВТ  $i$ -го типа в  $t$ -м году предстоящего программного периода для размещения на объекте хранения.

Ожидаемые суммарные затраты (в ценах расчетного года  $t_p$ ) на капитальный ремонт образцов ВВТ  $i$ -го типа в  $t$ -м году предстоящего программного периода, размещенных на объектах хранения, определяются по формуле:

$$C_{KP i}(t_p, t, N_{KP i}(t)) = C_{KPE i}(t_p, t) N_{KP i}(t),$$

где:  $C_{KPE i}(t_p, t)$  – стоимость (в ценах расчетного года  $t_p$ ) капитального ремонта единичного образца ВВТ  $i$ -го типа в  $t$ -м году предстоящего программного периода, размещаемого на объекте хранения.

Ожидаемые суммарные затраты (в ценах расчетного года  $t_p$ ) на капитальный ремонт с модернизацией образцов ВВТ  $i$ -го типа в  $t$ -м году предстоящего программного периода, размещенных на объектах хранения, определяются по формуле:

$$C_{KPM i}(t_p, t, N_{KPM i}(t)) = C_{KPM e i}(t_p, t) N_{KPM i}(t),$$

где:  $C_{KPM e i}(t_p, t)$  – стоимость (в ценах расчетного года  $t_p$ ) капитального ремонта с модернизацией единичного образца ВВТ  $i$ -го типа в  $t$ -м году предстоящего программного периода, размещаемого на объекте хранения.

Ожидаемые суммарные затраты (в ценах расчетного года  $t_p$ ) на сервисное обслуживание образцов ВВТ  $i$ -го типа  $t$ -м году предстоящего программного периода, размещенных на объектах хранения, определяются по формуле:

$$C_{CO\ i}(t_p, t, N_{CO\ i}(t)) = C_{COE\ i}(t_p, t) N_{CO\ i}(t),$$

где:  $C_{COE\ i}(t_p, t)$  – стоимость (в ценах расчетного года  $t_p$ ) сервисного обслуживания единичного образца ВВТ  $i$ -го типа в  $t$ -м году предстоящего программного периода, размещаемого на объекте хранения.

В качестве оценок стоимости капитального ремонта и сервисного обслуживания единичного образца ВВТ  $i$ -го типа в  $t$ -м году программного периода используются значения, содержащиеся в Единой системе исходных данных.

Если указанные значения еще не сформированы, то используются приближенные зависимости, построенные на основании статистических данных по уже завершенным на прошедшем периоде времени мероприятиям, связанным с капитальным ремонтом (капитальным ремонтом с модернизацией) и сервисным обслуживанием идентичных образцов ВВТ, образцов-аналогов, а при их отсутствии – образцов ВВТ, принадлежащих к одной группе Единого кодификатора предметов снабжения с образцом ВВТ, который планируется капитально отремонтировать (выполнить сервисное обслуживание) на плановом периоде.

Проведенный анализ показал, что для приближенной оценки стоимости капитального ремонта (капитального ремонта с модернизацией) и сервисного обслуживания единичного образца ВВТ  $i$ -го типа в  $t$ -м году программного периода могут быть использованы линейные модели, позволяющие получить адекватные прогнозные оценки указанных видов стоимостных показателей.

Была выявлена тесная связь между статистическими данными, характеризующими стоимость производства образца ВВТ, и стоимостными показателями капитального ремонта (капитального ремонта с модернизацией) и сервисного обслуживания образца: коэффициенты корреляции варьируются в диапазоне 0,8 – 0,9.

Аналитические зависимости для оценки стоимости капитального ремонта (капитального ремонта с модернизацией) и сервисного обслуживания единичного образца ВВТ  $i$ -го типа записываются в следующем общем виде:

- для оценки стоимости (в ценах расчетного года  $t_p$ ) капитального ремонта без модернизации единичного образца ВВТ  $i$ -го типа в  $t$ -м году предстоящего программного периода, размещаемого на объекте хранения:

$$C_{КРЕ\ i}(t_p, t) = a_{КРЕ\ i} C_{ПЕ\ i}(t_p, t),$$

где:  $a_{КРЕ\ i}$  – коэффициент, характеризующий соотношение затрат между стоимостью производства образца ВВТ  $i$ -го типа и его капитальным ремонтом без модернизации;

- для оценки стоимости (в ценах расчетного года  $t_p$ ) капитального ремонта с модернизацией единичного образца ВВТ  $i$ -го типа в  $t$ -м году предстоящего программного периода, размещаемого на объекте хранения:

$$C_{КРМЕ\ i}(t_p, t) = a_{КРМЕ\ i} C_{ПЕ\ i}(t_p, t),$$

где:  $a_{КРМЕ\ i}$  – коэффициент, характеризующий соотношение затрат между стоимостью производства образца ВВТ  $i$ -го типа и его капитальным ремонтом с модернизацией;

- для оценки стоимости (в ценах расчетного года  $t_p$ ) сервисного обслуживания единичного образца ВВТ  $i$ -го типа в  $t$ -м году программного периода, размещаемого на объекте хранения:

$$C_{COE\ i}(t_p, t) = a_{COE\ i} C_{ПЕ\ i}(t_p, t),$$

где:  $a_{COE i}$  – коэффициент, характеризующий соотношение затрат между стоимостью производства образца ВВТ  $i$ -го типа и его сервисным обслуживанием.

Значения коэффициентов  $a_{KPE i}$  и  $a_{KPM i}$  для некоторых типовых образцов ВВТ, входящих в формулы (3) и (4), приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения коэффициентов  $a_{KPE i}$  и  $a_{KPM i}$  и  $a_{COE i}$

| Тип образца ВВТ | Значения коэффициента $a_{KPE i}$ | Значения коэффициента $a_{KPM i}$ |
|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Тип 1           | 0,83                              | 0,9                               |
| Тип 2           | 0,81                              | 0,87                              |
| Тип 3           | 0,8                               | 0,84                              |

Для обеспечения сопоставимости потребительской (военно-технической) стороны процесса формирования запасов центра, которая характеризуется интегральными среднегодовыми показателями военно-технического уровня совокупности образцов ВВТ, размещаемых на всех объектах хранения на предстоящем программном периоде и прошедшем периоде времени, которые определяются по формулам (1) и (2) соответственно, и затратной стороны процесса накопления и хранения запасов центра, необходимо чтобы стоимостные показатели характеризовали среднегодовые затраты на реализацию рассматриваемых мероприятий на идентичных по протяженности отрезках времени.

Пусть спрогнозирована динамика реализации рассматриваемых мероприятий по годам:

- а) предстоящего программного периода
  - количество образцов ВВТ  $i$ -го типа, поставляемых на объекты хранения,  $N_{Pi}(t)$ ,  $i = \overline{1, N_{TO}}$ ,  $t \geq t_H$ ;
  - количество капитальных ремонтов образцов ВВТ  $i$ -го типа без модернизации, выполняемых на объектах хранения,  $N_{KPi}(t)$ ,  $i = \overline{1, N_{TO}}$ ,  $t \geq t_H$ ;
  - количество капитальных ремонтов образцов ВВТ  $i$ -го типа с модернизацией, выполняемых на объектах хранения,  $N_{KPM i}(t)$ ,  $i = \overline{1, N_{TO}}$ ,  $t \geq t_H$ ;
  - количество сервисных обслуживаний образцов ВВТ  $i$ -го типа, размещаемых на объектах хранения,  $N_{CO i}(t)$ ,  $i = \overline{1, N_{TO}}$ ,  $t \geq t_H$ ;
- б) прошедшего периода времени
  - количество образцов ВВТ  $j$ -го типа, поставленных на объекты хранения,  $N_{Pj}(t)$ ,  $j = \overline{1, N_{TO}}$ ,  $t \geq t_H - 10$ ;
  - количество капитальных ремонтов образцов ВВТ  $j$ -го типа без модернизации, выполненных на объектах хранения,  $N_{KPi}(t)$ ,  $j = \overline{1, N_{TO}}$ ,  $t \geq t_H - 10$ ;
  - количество капитальных ремонтов образцов ВВТ  $j$ -го типа с модернизацией, выполненных на объектах хранения,  $N_{KPM j}(t)$ ,  $j = \overline{1, N_{TO}}$ ,  $t \geq t_H - 10$ ;
  - количество выполненных сервисных обслуживаний образцов ВВТ  $j$ -го типа, размещаемых на объектах хранения,  $N_{CO j}(t)$ ,  $j = \overline{1, N_{TO}}$ ,  $t \geq t_H - 10$ .

Это позволяет спрогнозировать суммарные затраты (в ценах расчетного года  $t_p$ ) на поставки образцов ВВТ  $i$ -го типа на объекты хранения, а также на капитальный ремонт (капитальный ремонт с модернизацией) и сервисное обслуживание:

- образцов ВВТ  $i$ -го типа, размещаемых на хранение на предстоящем программном периоде  $[t_H, t_K]$  продолжительностью  $T$ , по формуле:

$$\begin{aligned}
 C_{Pi}(t_p, T) &= \sum_{t=t_H}^{t_K} (C_{Pi}(t_p, t)N_{Pi}(t) + C_{KPE i}(t_p, t)N_{KPi}(t) + \\
 &\quad + C_{KPM i}(t_p, t)N_{KPM i}(t) + C_{COE i}(t_p, t)N_{CO i}(t)) = \\
 &= \sum_{t=t_H}^{t_K} [C_{Pi}(t_p, t)(N_{Pi}(t) + a_{KPE i}N_{KPi}(t) + a_{KPM i}N_{KPM i}(t) + a_{COE i}N_{CO i}(t))];
 \end{aligned}$$

- образцов ВВТ  $j$ -го типа, которые были размещены на хранение на прошедшем периоде времени продолжительностью  $T$ , по формуле:

$$C_{Pj}(t_p, T) = \sum_{t=t_H-10}^{t_H-1} (C_{ПЕj}(t_p, t)N_{Пj}(t) + C_{КРЕj}(t_p, t)N_{КРj}(t) + C_{КРМЕj}(t_p, t)N_{КРМj}(t) + C_{СОЕj}(t_p, t)N_{СОj}(t)) = \\ = \sum_{t=t_H-10}^{t_H-1} [C_{ПЕj}(t_p, t)(N_{Пj}(t) + a_{КРЕj}N_{КРj}(t) + a_{КРМЕj}N_{КРМj}(t) + a_{СОЕj}N_{СОj}(t))].$$

Суммарные затраты (в ценах расчетного года  $t_p$ ) на поставки образцов ВВТ различных типов на предстоящем программном периоде  $[t_H, t_K]$  продолжительностью  $T$  определяются по формуле:

$$C_{П}(t_p, T) = \sum_{i=1}^{N_{TO}} C_{Пi}(t_p, T).$$

Суммарные затраты (в ценах расчетного года  $t_p$ ) на поставки образцов ВВТ различных типов на прошедшем периоде времени  $[t_H - 10, t_H - 1]$  продолжительностью  $T$  определяются по формуле:

$$C_P(t_p, T) = \sum_{j=1}^{N_{TO}} C_{Pj}(t_p, T).$$

Значения среднегодовых затрат (в ценах расчетного года  $t_p$ ) на поставки образцов ВВТ  $i$ -го типа на объекты хранения на предстоящем программном периоде  $[t_H, t_K]$  продолжительностью  $T$ , а также на капитальный ремонт (капитальный ремонт с модернизацией) и сервисное обслуживание образцов ВВТ  $i$ -го типа, размещаемых на объектах хранения, при заданной динамике реализации во времени на указанном отрезке времени рассматриваемых мероприятий, определяются по формуле:

$$\bar{C}_{П}(t_p, T) = \frac{C_{П}(t_p, T)}{10}. \quad (3)$$

Значения среднегодовых затрат (в ценах расчетного года  $t_p$ ) на поставки образцов ВВТ  $j$ -го типа на объекты хранения на прошедшем периоде времени продолжительностью  $T$ , а также на капитальный ремонт (капитальный ремонт с модернизацией) и сервисное обслуживание образцов ВВТ  $j$ -го типа, размещаемых на объектах хранения, при заданной динамике реализации во времени на отрезке продолжительностью  $T$  указанных мероприятий, определяются по формуле:

$$\bar{C}_{П}(t_p, T) = \frac{C_P(t_p, T)}{10}. \quad (4)$$

Используя показатели, отражающие потребительскую (военно-техническую) сторону создания запасов центра, значения которых определяются по формулам (1) и (2), и затратную сторону создания запасов центра, значения которых определяются по формулам (3) и (4), определяются значения показателей среднегодовой эффективности использования финансовых ресурсов (в ценах расчетного года  $t_p$ ):

- на предстоящем программном периоде  $[t_H, t_K]$  продолжительностью  $T$ :

$$\bar{\Xi}_{П}(t_p, T) = \frac{\bar{V}_{П}(t)}{\bar{C}_{П}(t_p, T)};$$

- на прошедшем периоде времени продолжительностью  $T$ :

$$\bar{\Xi}_{П}(t_p, T) = \frac{\bar{V}_{П}(t)}{\bar{C}_{П}(t_p, T)}.$$

Для обеспечения эффективного расходования финансовых ресурсов на накопление (восполнение) и хранение запасов центра необходимо, чтобы эффективность использования на предстоящем программном периоде  $[t_H, t_K]$  продолжительностью  $T$  была не меньше достигнутой эффективности израсходованных финансовых средств на прошедшем периоде времени продолжительностью  $T$ , то есть должно выполняться условие:

$$\bar{\Xi}_{\Pi}(t_p, T) \geq \bar{\Xi}_p(t_p, T). \quad (5)$$

Таким образом, значение показателя эффективности  $\bar{\Xi}_p(t_p, T)$  выполняет роль порогового значения среднегодовой эффективности на отрезке времени продолжительностью  $T$ , которое обозначим  $\bar{\Xi}^{\circ}(t_p, T)$ .

Тогда неравенство (5) записывается в следующем виде:

$$\frac{\bar{V}_{\Pi}(t)}{\bar{C}_{\Pi}(t_p, T)} = \bar{\Xi}^{\circ}(t_p, T).$$

Из приведенного равенства следует, что значения показателя среднегодовых верхних лимитных затрат (в ценах расчетного года  $t_p$ ) на накопление (восполнение) и хранение запасов центра, которые обозначим  $\bar{\Xi}^{BL3}(t_p, T)$ , определяются по формуле:

$$\bar{C}_{\Gamma}^{BL3}(t_p, T) = \frac{\bar{V}_{\Pi}(t)}{\bar{\Xi}^{\circ}(t_p, T)}. \quad (6)$$

Среднегодовые верхние лимитные затраты на накопление (восполнение) и хранение запасов центра представляют собой значение, при превышении которого среднегодовая эффективность использования финансовых ресурсов на реализацию указанных мероприятий на предстоящем программном периоде становится ниже, чем на прошедшем периоде времени.

Изложенное позволяет сформулировать правило: *среднегодовые затраты (в ценах расчетного года  $t_p$ ) на накопление (восполнение) и хранение запасов центра на предстоящем программном периоде  $[t_H, t_K]$  продолжительностью  $T$  для фиксированного интегрального среднегодового военно-технического уровня совокупности образцов ВВТ, размещаемых на всех объектах хранения запасов центра, обеспечивают среднегодовой уровень эффективности использования финансовых ресурсов не ниже достигнутого на прошедшем отрезке времени аналогичной продолжительности  $T$ , если выполняется неравенство:*

$$\bar{C}_{\Pi}(t_p, T) \leq \bar{C}_{\Gamma}^{BL3}(t_p, T). \quad (7)$$

Правомерность сопоставления среднегодовых на отрезках времени, принадлежащих программному периоду  $[t_H, t_K]$ , и среднегодовых верхних лимитных затрат на накопление и хранение запасов центра за прошедший период времени  $[t_H - 10, t_H - 1]$  обусловлена тем, что, во-первых, исправность образцов ВВТ, находящихся на хранении, а следовательно, и поддержание их военно-технического уровня с использованием материально-технических, человеческих и финансовых ресурсов осуществляется независимо от длительности отрезка времени, принадлежащего программному периоду  $[t_H, t_K]$ . Во-вторых, так как образцы в общем случае поступают на хранение в различное время, то их сервисное обслуживание и капитальный ремонт также производится в различное время, что способствует сглаживанию удельных (приходящихся на один образец) годовых затрат на реализацию мероприятий, связанных с поставкой и хранением образцов ВВТ, а следовательно, и сглаживанию динамики отношения среднегодового военно-технического уровня образцов ВВТ, находящихся на хранении, и среднегодовых затрат (в ценах расчетного года  $t_p$ ) на реализацию указанных мероприятий, значения которых пропорциональны количеству образцов, находящихся на хранении.

При определении среднегодовых верхних лимитных затрат на накопление (восполнение) и хранение запасов центра значение показателя  $\bar{C}_{\Gamma}^{BL3}(t_p, T)$ , стоящего в правой части неравенства (7), может рассматриваться как детерминированная величина, так как она рассчитывается на основании фактических статистических данных за прошедший период.

Для получения значения показателя  $\bar{C}_{\Pi}(t_p, T)$ , стоящего в левой части неравенства (7) используется прогнозное значение стоимостных показателей планируемых к реализации мероприятий. Вследствие этого указанный показатель носит случайный характер, а следовательно, имеет место риск того, что даже, если при планировании мероприятия

неравенство (7) выполняется, при его реализации оно может не выполняться. Для учета стохастического характера значения показателя  $\bar{C}_{\Gamma\Pi}(t_p, T)$  вместо неравенства (7) в приведенном выше правиле должно выполняться неравенство:

$$P\left(\bar{C}_{\Gamma\Pi}(t_p, T) > \bar{C}_{\Gamma}^{\text{ВЛЗ}}(t_p, T)\right) \leq P_p^{\circ},$$

где:  $P_p^{\circ}$  – допустимый риск;

$\bar{C}_{\Gamma\Pi}(t_p, T)$  – фактическое значение среднегодовых затрат на накопление (восполнение) и хранение запасов центра на предстоящем программном периоде  $[t_H, t_K]$  продолжительностью  $T$ .

Предположим, что значение показателя  $\bar{C}_{\Gamma\Pi}(t_p, T)$  определяется с применением методического аппарата, который адекватно отражает процесс формирования затрат на накопление (восполнение) и хранение запасов центра, то есть его применение не приводит к грубым и систематическим погрешностям. Тогда расчетное значение показателя  $\bar{C}_{\Gamma\Pi}(t_p, T)$  можно рассматривать в качестве оценки математического ожидания затрат на реализацию мероприятия.

Примем, что погрешность определения рассматриваемого стоимостного показателя приближенно характеризуется нормальным законом распределения. Правомерность такого предположения обусловлена следующим:

- возможные фактические значения затрат на накопление (восполнение) и хранение запасов центра могут быть как больше, так и меньше расчетного значения  $\bar{C}_{\Gamma\Pi}(t_p, T)$ ;
- увеличением отклонения возможного значения затрат на накопление (восполнение) и хранение запасов центра вероятность фактического отклонения уменьшается.

Анализ результатов сопоставления прогнозных и фактических значений стоимостных показателей программных мероприятий показал, что расхождение, превышающее относительное отклонение на 50%, можно считать практически невозможным событием.

Тогда на основании правила трех сигм [1] оценка среднего квадратического отклонения (в ценах расчетного года  $t_p$ ) определяется по формуле:

$$\sigma_{\Gamma\Pi}(t_p, T) = \frac{0,5 \bar{C}_{\Gamma\Pi}(t_p, T)}{3}.$$

Определяется значение правой границы доверительного интервала, вероятность превышения которого составляет  $P_p^{\circ}$ . Указанная граница определяется по формуле:

$$\bar{C}_{\Gamma\Pi}^{\text{ПГДИ}}(t_p, T) = \bar{C}_{\Gamma\Pi}(t_p, T) + \mu_{P_{\text{ДВ}}} \sigma_{\Gamma\Pi}(t_p, T),$$

где:  $P_{\text{ДВ}}$  – доверительная вероятность, равная  $2P_p^{\circ}$ ;

$\mu_{P_{\text{ДВ}}}$  – квантиль нормального стандартного распределения, соответствующий доверительной вероятности  $P_{\text{ДВ}}$ .

Таким образом, при учете стохастического характера формирования стоимостного показателя  $\bar{C}_{\Gamma\Pi}(t_p, T)$ , стоящего в левой части неравенства (7), приведенное выше правило формулируется в следующем виде: *среднегодовые затраты (в ценах расчетного года  $t_p$ ) на накопление (восполнение) и хранение запасов центра на предстоящем программном периоде  $[t_H, t_K]$  продолжительностью  $T$  для фиксированного интегрального среднегодового военно-технического уровня совокупности образцов ВВТ, размещаемых на всех объектах хранения запасов центра, обеспечивают среднегодовой уровень эффективности использования финансовых ресурсов не ниже достигнутого на прошедшем отрезке времени аналогичной продолжительности  $T$ , с вероятностью  $P = 1 - 2P_p^{\circ}$ , если выполняется неравенство:*

$$\bar{C}_{\Gamma\Pi}(t_p, T) + \mu_{1-2P_p^{\circ}} \sigma_{\Gamma\Pi}(t_p, T) \leq \bar{C}_{\Gamma}^{\text{ВЛЗ}}(t_p, T),$$

где:  $P_p^\circ$  – допустимый риск наступления события, для которого выполняется неравенство  $\bar{C}_{\text{ФГП}}(t_p, T) > \bar{C}_r^{\text{ВЛЗ}}(t_p, T)$ ;  
 $\bar{C}_{\text{ФГП}}(t_p, T)$  – фактическое значение среднегодовых затрат (в ценах расчетного года  $t_p$ ) на накопление (восполнение) и хранение запасов центра на предстоящем программном периоде  $[t_H, t_K]$  продолжительностью  $T$ .

Графическая иллюстрация указанного правила представлена на рисунке 1.

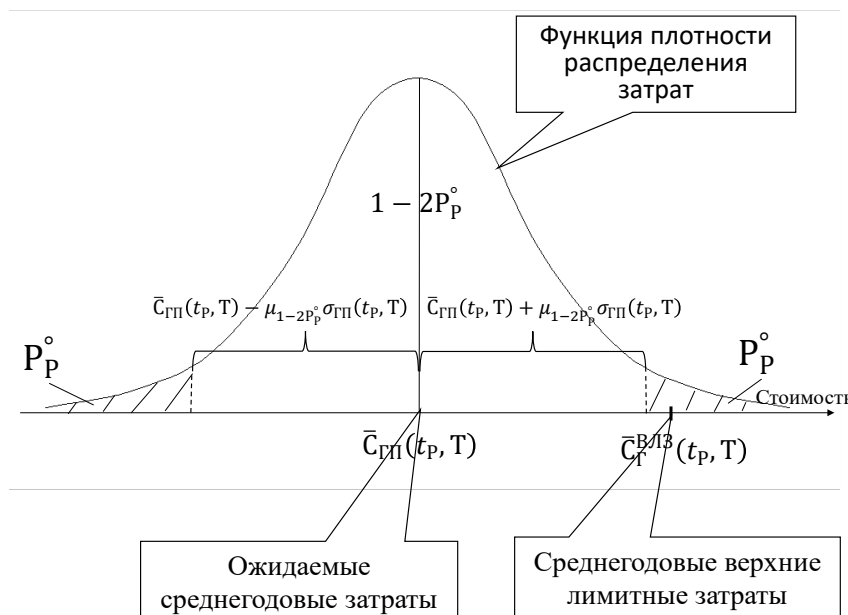


Рисунок 1 – Соотношение возможных значений среднегодовых затрат на накопление (восполнение) и хранение запасов центра и среднегодовых верхних лимитных затрат

Квантили стандартного нормального распределения, соответствующие различным значениям допустимого риска, приведены в таблице 2.

В практике военно-экономических исследований изложенный методический подход может применяться не только для оценки порогового значения среднегодовой эффективности использования финансовых ресурсов на накопление (восполнение) и хранение запасов центра при формировании планового документа и для определения среднегодовых верхних лимитных затрат на накопление (восполнение) и хранение запасов центра, но и для мониторинга фактической среднегодовой эффективности израсходованных финансовых ресурсов в ходе реализации планового документа.

Таблица 2 – Квантили стандартного нормального распределения

| Допустимый риск $P_p^\circ$ | Квантиль стандартного нормального распределения $\mu_{1-2P_p^\circ}$ |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 0,05                        | 1,64                                                                 |
| 0,25                        | 1,96                                                                 |
| 0,01                        | 2,33                                                                 |
| 0,005                       | 2,58                                                                 |

Мониторинг среднегодовой эффективности израсходованных финансовых ресурсов на накопление (восполнение) и хранение запасов центра проводится после завершения каждого года программного периода  $[t_H, t_K]$  продолжительностью  $T$ .

Для этого после завершения  $T_{\Pi}$ -го по порядку года программного периода ( $T_{\Pi} \leq T$ ) осуществляется оценка двух показателей.

Во-первых, определяется интегральный среднегодовой на отрезке времени  $[t_H, t_H + T_{\Pi} - 1]$  показатель военно-технического уровня совокупности образцов ВВТ, размещенных на объектах хранения по формуле:

$$\bar{V}_{\Phi\Pi}(T_{\Pi}) = \sum_{i=1}^{N_{\text{ТО}}} V_{\Pi i}(X_{\text{Б} i}, X_{\Pi i}) \bar{N}_{\Gamma i/j}(T_{\Pi}), \quad (8)$$

где  $\bar{N}_{\Gamma i/j}(T_{\Pi})$  – среднегодовое (на отрезке времени продолжительностью  $T_{\Pi}$ ) количество образцов ВВТ  $i$ -го типа, фактически размещенных на всех объектах хранения на отрезке программного периода  $[t_H, t_H + T_{\Pi} - 1]$ , которым соответствуют образцы ВВТ  $j$ -го типа (идентичный образец, образец-аналог, а при его отсутствии – образец, входящий в одну группу с образцом ВВТ  $i$ -го типа в соответствии с Единым кодификатором предметов снабжения), которые размещались на объектах хранения на прошедшем периоде времени продолжительностью  $T$ .

Фактические суммарные затраты (в ценах расчетного года  $t_p$ ) на накопление (восполнение) и хранение запасов центра на отрезке времени  $[t_H, t_H + T_{\Pi} - 1]$  определяются по формуле:

$$C_{\Phi}(t_p, T_{\Pi}) = \sum_{i=1}^{N_{\text{ТО}}} \sum_{t=t_H}^{t_H+T_{\Pi}-1} (C_{\Phi\Pi i}(t_p, t) N_{\Phi\Pi i}(t) + C_{\Phi\text{КРЕ} i}(t_p, t) N_{\Phi\text{КР} i}(t) + \\ + C_{\Phi\text{КРМЕ} i}(t_p, t) N_{\Phi\text{КРМ} i}(t) + C_{\Phi\text{СОЕ} i}(t_p, t) N_{\Phi\text{СО} i}(t)),$$

где:  $C_{\Phi\Pi i}(t_p, t)$  – фактическая стоимость (в ценах расчетного года  $t_p$ ) поставки единичного образца ВВТ  $i$ -го типа в  $t$ -м году отрезка времени  $[t_H, t_H + T_{\Pi} - 1]$  для размещения на объекте хранения;

$C_{\Phi\text{КРЕ} i}(t_p, t)$ ,  $C_{\Phi\text{КРМЕ} i}(t_p, t)$  – фактические значения стоимостных показателей (в ценах расчетного года  $t_p$ ) соответственно капитального ремонта и капитального ремонта с модернизацией единичных образцов ВВТ  $i$ -го типа в  $t$ -м году отрезка времени  $[t_H, t_H + T_{\Pi} - 1]$ , размещенных на объектах хранения;

$C_{\Phi\text{СОЕ} i}(t_p, t)$  – фактическая стоимость (в ценах расчетного года  $t_p$ ) сервисного обслуживания единичного образца ВВТ  $i$ -го типа в  $t$ -м году отрезка времени  $[t_H, t_H + T_{\Pi} - 1]$ , размещенного на объекте хранения;

$N_{\Phi\Pi i}(t)$  – фактическое количество образцов ВВТ  $i$ -го типа, которые размещены на объектах хранения в  $t$ -м году отрезка времени  $[t_H, t_H + T_{\Pi} - 1]$ ;

$N_{\Phi\text{КР} i}(t)$ ,  $N_{\Phi\text{КРМ} i}(t)$  – фактические количества соответственно капитально отремонтированных и капитально отремонтированных с модернизацией образцов ВВТ  $i$ -го типа, которые размещены на объектах хранения в  $t$ -м году отрезка времени  $[t_H, t_H + T_{\Pi} - 1]$ ;

$N_{\Phi\text{СО} i}(t)$  – фактическое количество сервисных обслуживаний единичного образца ВВТ  $i$ -го типа, которое планируется выполнить в  $t$ -м году отрезка времени  $[t_H, t_H + T_{\Pi} - 1]$  на объекте хранения.

Фактические среднегодовые затраты (в ценах расчетного года  $t_p$ ) на накопление (восполнение) и хранение запасов центра на отрезке времени  $[t_H, t_H + T_{\Pi} - 1]$  определяются по формуле:

$$\bar{C}_{\Phi\Gamma}(t_p, T_{\Pi}) = \frac{C_{\Phi}(t_p, T_{\Pi})}{T_{\Pi}}. \quad (9)$$

Используя показатели, определяемые по формулам (8) и (9), рассчитывается значение показателя среднегодовой эффективности использования финансовых ресурсов на отрезке времени  $[t_H, t_H + T_{\Pi} - 1]$  продолжительностью  $T_{\Pi}$  по формуле:

$$\bar{\Xi}_{\Phi}(t_p, T_{\Pi}) = \frac{\bar{V}_{\Phi\Pi}(T_{\Pi})}{\bar{C}_{\Phi\Gamma}(t_p, T_{\Pi})}.$$

На основе вышеизложенного формулируется правило: фактическая среднегодовая эффективность израсходованных на отрезке времени  $[t_H, t_H + T_{\Pi} - 1]$  продолжительностью  $T_{\Pi}$  финансовых ресурсов не ниже среднегодовой эффективности израсходованных финансовых средств на прошедшем отрезке времени продолжительностью  $T$ , если выполняется неравенство:

$$\bar{\Xi}_{\Phi}(t_p, T_{\Pi}) \geq \bar{\Xi}^{\circ}(t_p, T).$$

На рисунке 2 приведены возможные соотношения между фактически достигнутыми среднегодовыми значениями эффективности расходования финансовых ресурсов на отрезках времени  $[t_H, t_H + T_{\Pi} - 1]$  продолжительностью  $T_{\Pi}$  и на прошедшем периоде времени продолжительностью  $T$ .

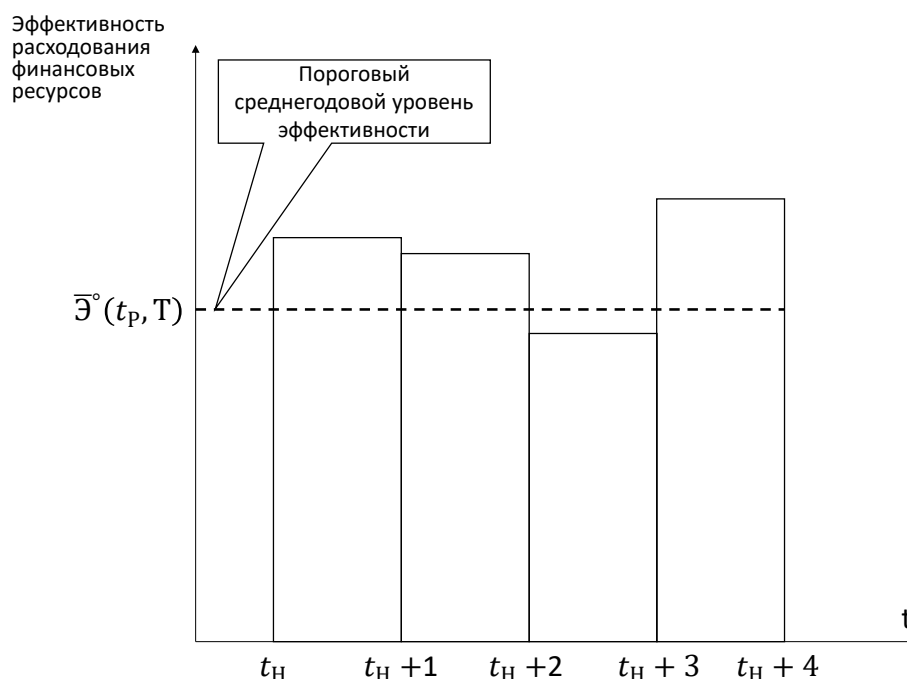


Рисунок 2 – Динамика показателя эффективности израсходованных финансовых ресурсов на накопление (восполнение) и хранение запасов центра

Практическое применение разработанной экономико-математической модели оценки эффективности расходования финансовых ресурсов на накопление (восстановление) и хранение запасов центра будет способствовать повышению эффективности использования финансовых ресурсов при формировании планового документа, а также обеспечит мониторинг эффективности расходования финансовых средств на реализацию запланированных программных мероприятий.

#### Список источников

1. Леонов А.В., Пронин А.Ю. Проблемы и пути создания высокотехнологичной продукции в условиях диверсификации предприятий оборонно-промышленного комплекса. М.: ИНФРА-М, 2019. 351 с.
2. Голубев С.С., Цивилева А.Е. Управления региональной и отраслевой экономикой в современных условиях: монография. М.: Ваш формат, 2023. 212 с.
3. Методы оценки эффективности вооружения и военной техники: монография / Под ред. В.М. Буренка. 2-е изд., доп. М.: Граница, 2022. 264 с.
4. Довгучиц С.И., Подольский А.Г., Ростовцев С.А. К вопросу об эффективности расходования бюджетных средств, направляемых на создание продукции военного назначения // Научный вестник оборонно-промышленного комплекса России. 2025. №1. С. 5-12.
5. Четыркин Е.М., Калихман И.Л. Вероятность и статистика. М.: Финансы и статистика, 1982. 319 с.

#### Информация об авторах

А.В. Михалкин – SPIN 8081-3284, ORCID 0009-0008-2754-9788.

А.Г. Подольский – доктор экономических наук, профессор, SPIN 4731-0270.

Научная статья  
УДК 623.76

## Военно-экономический эффект от внедрения методики проектирования тренажера зенитного ракетного комплекса ближнего действия

Дмитрий Вячеславович Самойлов

**Аннотация.** В статье предложен подход к оценке экономического эффекта от внедрения разработанной методики создания тренажеров зенитного ракетного комплекса ближнего действия в категориях не просто экономической, а военно-экономической эффективности. Изложенный подход сочетает характерные для военно-экономического анализа учет целевого и ресурсного аспектов, а также триады показателей «эффект-затраты-время», с широко применяемым в настоящее время в финансовом анализе принципом существенности. Предложенный подход позволяет оценить годовой экономический эффект в расчёте на одного обучаемого.

**Ключевые слова:** военно-экономический анализ; тренажер; переносной зенитный ракетный комплекс; стоимость подготовки; принцип существенности

**Для цитирования:** Самойлов Д.В. Военно-экономический эффект от внедрения методики проектирования тренажера зенитного ракетного комплекса ближнего действия // Вооружение и экономика. 2026. №2(76). С. 80-83.

Original article

## Military-Economic Impact of the Simulator Design Methodology Implementation for a Short-Range Air Defense Missile System

Dmitrii V. Samoilov

**Abstract.** This article proposes an approach to the economic impact analysis of a developed simulator creation methodology implementation for a short-range air defense missile system, based on not only economic efficiency but also on military-economic effectiveness. This approach combines the target and resource aspects, as well as the «effect-cost-time» triad of indicators, military-economic analysis characteristic, and the materiality principle that is currently widely used in financial analysis. The proposed approach allows to estimate an annual economic impact the per trainee.

**Keywords:** military-economic analysis; simulator; portable anti-aircraft missile system; training costs; materiality principle

**For citation:** Samoilov D.V. Military-Economic Impact of the Simulator Design Methodology Implementation for a Short-Range Air Defense Missile System. Vooruzhenie i ekonomika = Armament and Economics. 2026; 76(2): 80-83. (In Russ.).

Современные и перспективные зенитные комплексы представляют собой дорогостоящие, технически сложные системы вооружения, эффективное использование которых требует высокого уровня подготовленности. Особое значение подготовка имеет для операторов зенитных ракетных комплексов ближнего действия, поскольку в этих системах с оптическим обнаружением цели на человека помимо управления возложены задачи, решаемые аппаратурой в комплексах большей дальности, в частности, обнаружение целей, определение их параметров и возможности обстрела.

Как показывает анализ опыта организации процесса подготовки военнослужащих в Вооруженных Силах РФ и других развитых стран мира, формирование у операторов сложных систем вооружения необходимых навыков и умений ведения боевой работы, а также поддержание их на высоком уровне невозможно без использования различных учебно-тренировочных средств, в первую очередь комплексных тренажеров.

Для того, чтобы тренажер зенитного ракетного комплекса (ЗРК) мог выступать в качестве материальной основы системы боевой подготовки, он должен обеспечивать формирование у стрелков-зенитчиков всех навыков и умений боевой работы в полном объеме алгоритмов их деятельности и условий боевых действий, что требует решения целого комплекса взаимосвязанных задач: инженерно-психологических, технических, эргономических и учебно-методических.

Основной научной проблемой проектирования тренажера ЗРК ближнего действия является отсутствие соответствующей методики. Ситуация усугубляется сложившейся в последние два десятилетия практикой организации работ по созданию тренажеров для Вооруженных Сил РФ, при которой разработка начинается непосредственно с этапа ОКР без выполнения поисковых и прикладных НИР и зачастую осуществляется без должного военно-научного сопровождения.

Разработанная автором методика создания тренажера ЗРК ближнего действия учитывает задачи обучения, вопросы организации учебного процесса с его использованием и ключевые аспекты эксплуатации, а также действующие государственные стандарты, регламентирующие разработку продукции военного назначения. Данная методика позволила создать унифицированный классный тренажер, позволяющий проводить подготовку операторов ПЗРК «Игла», «Игла-С» и «Верба».

Разработанная методика предназначена для создания изделий военной техники, которые не являются прямым источником дохода. Потребность в такой продукции формируется не на рынке, а через программы вооружения и государственный оборонный заказ.

Эффект от внедрения разработанной методики целесообразно оценивать по результатам ее использования, то есть как эффект от применения созданных с ее помощью тренажеров.

Оснащение учебных центров и воинских частей вооруженных сил тренажерами и подготовка с их помощью личного состава являются частью военного строительства. Специфика этой военно-экономической деятельности состоит в том, что при ее осуществлении необходимо эффективно расходовать ресурсы, однако конечный ее результат не обладает чисто экономическим характером. Целью военного строительства является обеспечение обороноспособности страны путем создания требуемого уровня боевого потенциала и боевой готовности войск.

В этой связи следует рассмотреть эффект от внедрения разработанной методики в категориях не просто экономической, а военно-экономической эффективности, а в качестве методического инструмента использовать военно-экономический анализ [1], обеспечивающий учет целевого и ресурсного аспектов военного строительства.

Принцип эффективности расходования ресурсов, являющийся основополагающим для военного строительства [2; 3], закреплен в ст.34 Бюджетного кодекса РФ, декларирующей что «...участники бюджетного процесса ... должны исходить из необходимости достижения заданных результатов с использованием наименьшего объема средств»<sup>1</sup>.

Военно-экономический анализ предполагает в общем случае оценку триады показателей «эффект-затраты-время» [1], конкретное содержание которых может быть различным и определяется характером решаемой задачи.

При оценке мероприятий по организации боевой подготовки целью является достижение уровня обученности, обеспечивающего требуемую боевую готовность войск. Объем выделенных ресурсов при этом минимизируется, а время, отведенное для обучения, выступает в роли ограничивающего условия.

Из опыта обучения известно, что для формирования навыков боевого применения ЗРК ближнего действия каждому стрелку-зенитчику при начальном обучении необходимо выполнить от 40 до 60 пусков в различных условиях стрельбы<sup>2</sup>. Для поддержания полученных навыков военному служащему требуется выполнять не менее 50 пусков ежегодно.

Таким образом, можно сделать вывод, что для обеспечения требуемого уровня боевой подготовки стрелков-зенитчик каждый год должен выполнять порядка 50 пусков.

Разработанная методика обеспечивает создание тренажеров, которые благодаря своим характеристикам и дидактическим возможностям позволяют полностью отказаться от использования в учебном процессе боевой техники и имитаторов воздушных целей, заменив реальные пуски виртуальными.

<sup>1</sup> «Бюджетный кодекс Российской Федерации» от 31 июля 1998 г. №145-ФЗ.

<sup>2</sup> Учебник сержанта войсковой ПВО: учеб. пособие. М.: Минобороны России, 2005. 295 с.

Потенциальный экономический эффект от внедрения разработанной методики может быть определен как сокращение затрат на боевую подготовку за счет использования созданных с ее помощью тренажеров.

Годовой экономический эффект в расчёте на одного обучаемого может быть определен по формуле:

$$P_{\text{Э,Тр}} = n(C_{\text{РП}} - C_{\text{ВП}}), \quad (1)$$

где:  $n$  – количество пусков, которое стрелку-зенитчику необходимо выполнить за год;

$C_{\text{РП}}$  – стоимость реального пуска;

$C_{\text{ВП}}$  – стоимость виртуального пуска (на тренажере).

Стоимость реального пуска определяется как сумма затрат на расходующие средства:

$$C_{\text{РП}} = C_{\text{ЗУР}} + C_{\text{НИП}} + C_{\text{ИВЦ}}, \quad (2)$$

где:  $C_{\text{ЗУР}}$  – стоимость зенитной ракеты;

$C_{\text{НИП}}$  – стоимость наземного источника питания;

$C_{\text{ИВЦ}}$  – стоимость имитатора воздушной цели.

Стоимость виртуального пуска в соответствии с методикой военно-экономического анализа<sup>3</sup> определяется расходом ресурса тренажера  $C_{\text{Р,Тр}}$  и затратами на электроэнергию  $C_{\text{ЭЛ}}$ :

$$C_{\text{ВП}} = C_{\text{Р,Тр}} + C_{\text{ЭЛ}}. \quad (3)$$

Расход ресурса тренажера рассчитывается как:

$$C_{\text{Р,Тр}} = \frac{C_{\text{Тр}}}{\tau_{\text{р}}} t_{\text{УП}}, \quad (4)$$

где:  $C_{\text{Тр}}$  – стоимость тренажера;

$\tau_{\text{р}}$  – гарантийный ресурс, т.е. наработка изделия в часах, в пределах которой изготовитель гарантирует нормальную работу и обеспечивает бесплатное восстановление отказавших изделий при условии соблюдения правил эксплуатации, хранения, транспортирования;

$t_{\text{УП}}$  – время, затрачиваемое на выполнение упражнения с виртуальным пуском.

Затраты на электроэнергию определяются по формуле:

$$C_{\text{ЭЛ}} = S_{\text{Э}} W_{\text{Тр}} t_{\text{УП}}, \quad (5)$$

где:  $S_{\text{Э}}$  – тарифная цена за 1 кВт·ч;

$W_{\text{Тр}}$  – мощность, потребляемая тренажером, кВт;

$t_{\text{УП}}$  – время, затрачиваемое на выполнение упражнения с виртуальным пуском.

Исходя из широко применяемого в настоящее время в финансовом анализе принципа существенности [4; 5], в расчеты достаточно включать только те доходы и расходы, которые существенны – составляют более 5% относительно суммарного годового размера экономии.

В результате получаем окончательную формулу для расчета годового экономического эффекта:

$$P_{\text{Э,Тр}} = n \left( C_{\text{ЗУР}} - \frac{C_{\text{Тр}}}{\tau_{\text{р}}} t_{\text{УП}} \right). \quad (6)$$

<sup>3</sup> С.м. : Военная экономика: учебник / Под общ. ред. С.Ф. Викулова. Минск: ВА РБ, 2018. 459 с.; с.м. также [1].

Для рассматриваемого тренажера  $C_{\text{ТР}} \approx 4$  млн руб.,  $\tau_p = 1000$  ч,  $t_{\text{уп}} \approx 0,1$  ч (с учетом детального разбора результатов стрельбы).  $C_{\text{ЗУР}} \approx 1,8$  млн руб. для ЗУР «Игла-С» и 2 млн руб. для ЗУР «Вербана».

В результате годовая экономия на одного стрелка-зенитчика составит от 90 до 100 млн руб.

Учитывая, что тренажеры для боевых машин ПВО ближнего действия «Лучник-Э» и «Гибка-С» близки по стоимости к рассматриваемому тренажеру, а также то, что указанные ЗРК используют те же самые ЗУР, можно сделать вывод, что и годовой экономический эффект в расчете на одного стрелка-зенитчика будет аналогичным.

Таким образом, внедрение разработанной методики укрепляет обороноспособность страны, обеспечивая заданный уровень подготовленности стрелков-зенитчиков ПВО ближнего действия, обеспечивая при этом экономию от 90 до 100 млн руб. на каждого обучаемого ежегодно.

#### Список источников

1. Военно-экономический анализ / Под ред. С.Ф. Викулова. М.: Воениздат, 2001. 350 с.
2. Военно-экономический анализ в экономике военного строительства: современные проблемы и тенденции развития / Под ред. С.Ф. Викулова. М.: ЯВФЭИ, 2007. 215 с.
3. Викулов С.Ф., Хрусталева Е.Ю. Методы оценки военно-экономической эффективности военного строительства // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2010. Т.6. №21(78). С. 8-13.
4. Долженко Р.А. Методические подходы к оценке экономической эффективности инновационных предложений в организации // Инновации. 2017. №5(223). С. 99-104.
5. Ковач С.И. Концепция существенности в учете и отчетности // Бизнес Информ. 2014. №6(437). С. 259-264.

#### Информация об авторе

Д.В. Самойлов – кандидат технических наук.

Научная статья  
УДК 339.972

## О понятии «двойное назначение» в отношении промышленной продукции

Сергей Аркадьевич Захаров

**Аннотация.** Рассматривается логическое раскрытие областей употребления понятия «двойное назначение». Показана аналогия с законодательно установленным понятием «военное назначение». Проанализировано использование этих понятий в международной практике. Определены границы употребления понятия «двойное назначение». Раскрыта на практических примерах эволюция перехода инновационных научно-технических разработок в продукцию двойного назначения. Обоснована применимость понятия «двойное назначение» исключительно в сфере внешнеэкономической деятельности. Материалы статьи могут представлять интерес для практической деятельности российских компаний, разрабатывающих и экспортирующих высокотехнологичную промышленную продукцию.

**Ключевые слова:** внешнеэкономическая деятельность; товары (услуги) двойного применения; система экспортного контроля; продукция военного и двойного назначения; вооружение и военная техника

**Для цитирования:** Захаров С.А. О понятии «двойное назначение» в отношении промышленной продукции // Вооружение и экономика. 2026. №2(76). С. 84-91.

Original article

### On the «Dual Purpose» Concept in Relation to Industrial Products

Sergei A. Zakharov

**Abstract.** The logical disclosure of the «dual purpose» fields concept is considered. The analogy with the legally established «military assignment» concept is shown. The usage of these concepts in international practice is analyzed. The boundaries of the «dual purpose» concept usage are defined. The transition evolution of innovative scientific and technical developments into dual-use products is revealed by practical examples. The applicability of the «dual purpose» concept is substantiated exclusively in the field of foreign economic activity. The materials of the article may be of interest for the practical activities of Russian companies that develop and export high-tech industrial products.

**Keywords:** foreign economic activity; dual-use goods (services); export control system; military and dual purpose products; weapon and military equipment

**For citation:** Zakharov S.A. On the «Dual Purpose» Concept in Relation to Industrial Products. Vooruzhenie i ekonomika = Armament and Economics. 2026; 76(2): 84-91. (In Russ.).

## Введение

В настоящее время в российском высокотехнологичном производстве прослеживается тенденция широкого употребления понятия «двойное назначение» в отношении разработки и производства технических средств в областях фотоники, микроэлектроники, систем телекоммуникаций, навигации и геодезии, применяемых в различных сферах человеческой деятельности. Априори пользователи данного понятия видимо подразумевают возможности применения разрабатываемой продукции как в гражданских, так и в военных сферах деятельности. А так ли это? Какое толкование у понятия «двойное назначение» в современной справочной и нормативной литературе?

## Основная часть

Используя возможности современных поисковых систем, нетрудно убедиться в отсутствии однозначного толкования для данного словосочетания. При этом слово «назначение» имеет синонимы: «использование», «применение», «употребление». Очевидно, что для предполагаемой сути понятия «двойное назначение» подходящим синонимом слова «назначение» может быть только слово «применение». А вот термин «товары (услуги) двойного применения» в российской нормативной базе регламентирован. Постановлением

Совета Министров – Правительства РФ 1993 года №1030<sup>1</sup> утверждено Положение о контроле за выполнением обязательств по гарантиям использования импортируемых и экспортируемых товаров (услуг) двойного применения в заявленных целях, которым установлено значение употребляемого в Положении термина «товары (услуги) двойного применения» – сырье, материалы, оборудование, научно-техническая информация, работы, услуги, результаты интеллектуальной деятельности, которые могут быть использованы при создании оружия массового поражения, средств его доставки, иных видов вооружения и военной техники и в отношении которых установлен экспортный контроль. И там же определено, что номенклатура товаров (услуг) двойного применения определяется в списках (перечнях) контролируемых товаров и технологий, утверждаемых постановлениями Правительства РФ<sup>2</sup>. Именно поэтому постановлением Верховного Суда РФ от 25 ноября 2015 г.<sup>3</sup> в качестве отличительных признаков товаров двойного назначения выделены: технические характеристики, область возможного использования, а также их наличие в соответствующих списках (перечнях) [1].

Как следует из определения, упомянутые списки (перечни) относятся исключительно к сфере законодательства Российской Федерации в области экспортного контроля – комплексу мер, обеспечивающих реализацию установленного порядка осуществления внешнеэкономической деятельности в отношении контролируемых товаров и технологий. Кроме того, документ датирован 1993 годом. Эта дата подтверждает, что данное понятие было введено в период формирования в Российской Федерации системы экспортного контроля, днем образования которой считается 11 апреля 1992 г.<sup>4</sup> Будет уместно акцентировать, что иерархически в законодательстве Российской Федерации в области экспортного контроля списки контролируемых товаров и технологий содержат как продукцию двойного назначения, так и продукцию, специально разработанную для целей создания оружия массового поражения, средств его доставки, иных видов вооружения и военной техники, но безусловно участвующую во внешнеторговой деятельности [2-6].

Учитывая, что в основу национальной системы экспортного контроля положена нормативная база зарубежных стран, будет правильным и интересным ознакомиться с терминологией, использованной в европейских первоисточниках.

Согласно Регламенту<sup>5</sup>, под термином «продукция двойного назначения» понимается продукция, в том числе программное обеспечение и технологии, которая может быть использована в гражданских и в военных целях. Сюда относится продукция, которая может использоваться в целях проектирования, разработки, производства и применения ядерного, химического или биологического оружия или средств его доставки, включая всю продукцию, которая может использоваться в невзрывоопасных областях и применяться для какого-либо содействия производству ядерного оружия или иных ядерных взрывных устройств. В этом же документе под термином «конечное использование в военных целях» понимается: 1) включение в продукцию военного назначения, перечисленную в Перечне продукции военного назначения государств-членов ЕС<sup>6</sup>; 2) использование производственного, испытательного или аналитического оборудования и его компонентов для разработки,

<sup>1</sup> Постановление Совета Министров – Правительства РФ от 11 октября 1993 г. №1030 «О контроле за выполнением обязательств по гарантиям использования импортируемых и экспортируемых товаров (услуг) двойного применения в заявленных целях».

<sup>2</sup> Якимов С.Ф., Захаров С.А., Никольский А.А., Шевченко А.Г., Кузьминых В.В., Вакарев И.В., Астащенко Л.В., Демин В.М. Сборник информационно-методических материалов по экспортному контролю: неофициальное издание. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Аквариус, 2015. 772 с.

<sup>3</sup> Решение Верховного Суда РФ от 25 ноября 2015 г. №АКПИ15-1110 // СПС «Контур Норматив».

<sup>4</sup> Указ Президента РФ от 11 апреля 1992 г. №388 «О мерах по созданию системы экспортного контроля в России» (утратил силу).

<sup>5</sup> Регламент Европейского Парламента и Совета Европейского Союза 2021/821 от 20 мая 2021 г. об установлении режима Союза для контроля экспорта, брокерской деятельности, технической помощи, транзита и трансфера в отношении продукции двойного назначения // СПС «Гарант».

<sup>6</sup> Common military list of the European Union adopted by the Council on 17 February 2020 // Official Journal of the European Union. 2020. С 85. Р. 1-37.

производства или технического обслуживания продукции военного назначения, перечисленной в Перечне продукции военного назначения государств-членов ЕС; 3) использование любых незавершенных изделий на заводе по производству продукции военного назначения, перечисленной в Перечне продукции военного назначения государств-членов ЕС. Содержание Перечня продукции двойного назначения, подпадающей в государствах-членах ЕС под меры экспортного контроля<sup>7</sup>, идентично спискам (перечням) контролируемых товаров и технологий, утверждаемых постановлениями Правительства Российской Федерации, за исключением продукции, контролируемой в интересах национальной безопасности.

Именно ссылка в отношении продукции двойного назначения на списки (перечни) контролируемых товаров и технологий является общей как для российского, так и для европейского терминов. Говоря другими словами, продукцией двойного назначения может быть только продукция, включенная в списки (перечни) товаров и технологий, в отношении которых установлен экспортный контроль. Важно отметить и существенное отличие российского термина от европейского. Если в европейском термине четко определены возможные цели использования продукции двойного назначения – гражданская и военная, то в российском термине отсутствует упоминание об аналогичном конечном использовании и акценты представлены исключительно в отношении товаров и услуг, для которых установлен экспортный контроль. Более того, в российском термине отсутствует понятие «продукция». В нем упомянуты товары (услуги), связанные с внешнеторговой деятельностью. Внешнеторговые сделки с такими товарами возможны при условии соблюдения законодательно установленных запретов и ограничений.

Дополнительным примером иерархии термина «двойное назначение» может служить его трактование в нормативной базе Республики Беларусь (РБ). Согласно совместному постановлению Государственного военно-промышленного комитета РБ и Государственного таможенного комитета РБ<sup>8</sup>, перечни всех режимов экспортного контроля, включая товары двойного назначения, а также перечни продукции военного назначения и товаров, контролируемых в интересах национальной безопасности РБ, объединены под общим названием «специфические товары». Экспорт специфических товаров возможен при условии соблюдения законодательно установленных запретов и ограничений.

Также следует отметить, что именно в период начала 1990-х гг. в нормативных документах кроме термина «продукция двойного назначения» стал использоваться и термин «продукция военного назначения». Его появление обусловлено принятием Федерального закона 1998 года №114-ФЗ<sup>9</sup>. В свою очередь военно-техническое сотрудничество является элементом внешнеторговой деятельности. Поэтому продукция военного назначения – это продукция, предназначенная для поставок на экспорт иностранным заказчикам, разрабатываемая и производимая за счёт бюджета иностранных государств или в порядке оказания военно-технической помощи и подлежащая экспортному контролю.

Согласно современному российскому законодательству к продукции военного назначения относится в том числе «вооружение и военная техника». Этот термин использовался задолго до появления термина «продукция военного назначения». Следует отметить, что в период до 1990-х гг. в военно-промышленном комплексе страны также имел распространение термин «продукция военная». В узком смысле – продукция, обладающая специфической потребительной стоимостью и специально предназначенная для использования в вооруженных силах – различные виды вооружения, снаряжения, транспортные средства,

<sup>7</sup> Приложение 1 Регламента Европейского Парламента и Совета Европейского Союза № 2021/821 от 20 мая 2021 г. Об установлении режима Союза для контроля экспорта, брокерской деятельности, технической помощи, транзита и трансфера в отношении продукции двойного назначения (пер. с англ.) – Система «Гарант», инфоблок: Международное право, 2022.

<sup>8</sup> Постановление Государственного военно-промышленного комитета Республики Беларусь и Государственного таможенного комитета Республики Беларусь 28 декабря 2007 г. № 15/137 «Об установлении перечней специфических товаров (работ, услуг)».

<sup>9</sup> Федеральный закон от 19 июля 1998 г. №114-ФЗ «О военно-техническом сотрудничестве Российской Федерации с иностранными государствами».

приспособленные для военных целей и т.п. В широком смысле – все товары и услуги, используемые в военных целях, независимо от их материально-вещественной формы<sup>10</sup>.

На международном уровне экспортный контроль за обычными вооружениями, товарами и технологиями двойного назначения регламентируется Вассенаарскими договоренностями [7]. Главной целью этого многостороннего экспортно-контрольного режима является «повышение ответственности в области передач обычных вооружений, товаров и технологий двойного применения, чтобы препятствовать таким образом дестабилизирующим накоплениям». Страны-участницы Вассенаарских договоренностей осуществляют на национальном уровне контроль за экспортом всей номенклатуры из Списка товаров и технологий двойного применения, а также из Списка вооружений<sup>11</sup>.

На примере формирования в Вассенаарских договоренностях Списка товаров и технологий двойного применения можно наглядно проследить механизм возникновения продукции двойного назначения. В режиме Вассенаарских договоренностей группа технических экспертов на постоянной основе осуществляет обзор контрольных списков, внося в них изменения с учетом последних научно-технических достижений. На текущий момент среди актуальных выделяются следующие темы: системы квантовых вычислений, методы гибридного аддитивного производства, технология инокулянтов аддитивного порошка, системы оптических линий связи в космосе, подводные беспроводные системы электроснабжения, космические антенны и отражатели.

На рисунке 1 представлен образ квантового вычислителя<sup>12</sup>. В настоящее время на рынке квантовых компьютеров уже работают больше 400 компаний. В разработку и выпуск аппаратной (самой дорогой) составляющей инвестируют Amazon, Archer, Atos, Fujitsu, Google, Hitachi, Honeywell, IBM, Intel, NEC, Nvidia, Quantum Computing Inc., Quantum Numbers Corporation, Toshiba.

В режиме Вассенаарских договоренностей, с учетом просматривающейся тенденции использования их для военных целей, после пяти лет дискуссий предложено дополнить контрольный Список товаров и технологий двойного применения квантовыми компьютерами, поддерживающими от 34 полностью контролируемых, подключенных и работающих физических кубитов (для систем, содержащих менее 2000 кубитов, добавлен еще один контрольный параметр – средняя частота ошибок элемента).

Традиционное оборудование для аддитивного производства [8] основано на использовании порошка только из одного сплава, позволяет изготавливать компоненты только из одного материала.

В современном мировом машиностроении активно развиваются технологии гибридного аддитивного производства. После выращивания деталей по технологии аддитивного производства происходит их механическая обработка. Конечные изделия, изображенные на рисунках 2 и 3<sup>13</sup>, являются компонентами в том числе вооружения и военной техники.

Поэтому в режиме Вассенаарских договоренностей дискутируется необходимость контроля оборудования для гибридного аддитивного производства, предназначенного для изготовления компонентов из металла или металлических сплавов, имеющих источник спекания (лазер или иной) с контролируемой технологической атмосферой и комбинацией производственных процессов: аддитивного и механической обработки.

<sup>10</sup> Военный энциклопедический словарь. М.: Воениздат, 1984. 863 с.

<sup>11</sup> List of Dual-Use Goods and Technologies and Munitions List. Volume II / Wassenaar Arrangement on Export Controls for Conventional Arms and Dual-Use Goods and Technologies. 2022. URL: <https://www.wassenaar.org/app/uploads/2022/12/List-of-Dual-Use-Goods-and-Technologies-Munitions-List-Dec-2022.pdf>

<sup>12</sup> Толстых К.И. Особенности внешнеэкономической деятельности с продукцией двойного и специального назначения // Особенности экспорта продукции военного, двойного и специального назначения: лицензирование, таможенные и логистические процедуры: материалы программы повышения квалификации АНО «КСА». 2024. URL: <https://nextcloud.rt-academy.ru/s/dCptftxJJ8axiao>

<sup>13</sup> Там же.

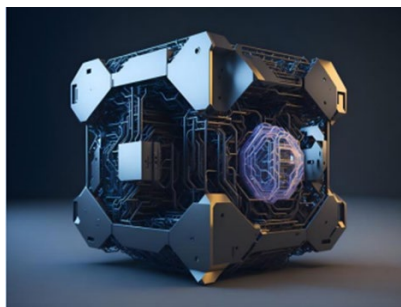


Рисунок 1 – Система квантовых вычислений



Рисунок 2 – Корпус турбины и лопатка с внутренней структурой, изготовленные методом гибридного аддитивного производства



Рисунок 3 – Компоненты сложно-профильных деталей, предварительно выращенные по технологии аддитивного производства и механически обработанные

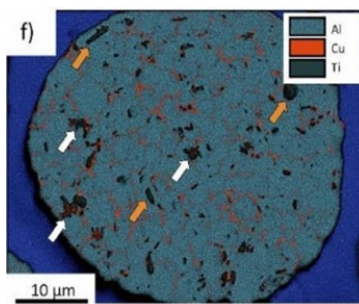


Рисунок 4 – Изображения аддитивного порошка, содержащего модификаторы внутри его отдельных частиц

Традиционные сплавы, используемые в аддитивном производстве, не подходят для военных целей. При выпекании деталей горячей части газотурбинных двигателей, деталей ракет и ракетных комплексов, а также деталей гиперзвуковых транспортных средств возникают дефекты затвердевания, такие как растрескивание. Научно-техническим достижением является технология инокулянтов, схематично изображенная на рисунке 4<sup>14</sup>.

Модификаторы, попадающие внутрь отдельных частиц аддитивного порошка, способствуют зарождению зерен и увеличению общей площади границ зерен для предотвращения дефектов затвердевания и предотвращения растрескивания изготавливаемых деталей.

Эксперты Вассенаарских договоренностей предлагают введение экспортного контроля за порошками высокоэнтропийных сплавов или тугоплавких металлов и сплавов, содержащих или имеющих поверхность, модифицированную инокулянтами.

Использование лазера для двунаправленной связи между спутниками или между спутником и наземной станцией обеспечивает дальность связи между спутниками (учитывая расхождение интерферометрических сигналов) примерно в 2 000 км. Для космических аппаратов или космических станций дальность связи оценивается до 10 000 км. Оптические линии связи перспективны для соединения спутников и предоставления услуг передачи данных общегражданских наземных сетей связи 5G. Примеры системы оптических линий связи в космосе изображены на рисунке 5<sup>15</sup>.

Учитывая также перспективы военного использования данных систем, техническая группа Вассенаарских договоренностей обсуждает введение экспортного контроля за системами, использующими лазер для двунаправленной связи между спутниками или между спутником и наземной станцией.

На рисунках 6 и 7<sup>16</sup> изображены соответственно подводная беспроводная система электроснабжения – беспроводное оборудование (специально разработанное для зарядки аккумуляторов беспилотных подводных аппаратов через беспроводной приемник энергии) и космические антенны и отражатели, развертываемые в космосе, оснащенные специально разработанными для них узлами развертывания. Эти научно-технические разработки были созданы для коммерческого использования, но в современных условиях у экспертов Вассенаарских договоренностей имеются основания полагать их применение в военной сфере. Следовательно, для внешнеэкономической деятельности государств, обладающих такими технологиями, их экспорт станет контролируемым, так как они имеют перспективу включения в Список товаров и технологий двойного применения.

Аналогичным образом происходит трансфер из коммерческой сферы в разряд подпадающих под экспортный контроль оборудования и технологий. Недавнее заявление Министерства коммерции КНР о введении мер экспортного контроля в отношении оборудования и технологий, связанных с редкоземельными элементами, является этому наглядным подтверждением. В промышленности Китая технологии и оборудование, связанные с добычей, плавкой и разделением редкоземельных металлов, а также производством магнитных материалов и повторной переработкой вторичных ресурсов, содержащих редкоземельные элементы, применялись беспрепятственно как на внутреннем, так и на внешнем рынках. Соответственно, до принятия данного решения экспорт оборудования и технологий, связанных с редкоземельными элементами, не имел ограничений. В целях более эффективной защиты национальной безопасности и интересов страны, а также для более эффективного выполнения международных обязательств, таких как нераспространение, иностранные организации и физические лица обязали получать лицензии на экспорт товаров, связанных с редкоземельными элементами. Причина – отнесение данной категории оборудования и технологий к подпадающим под определение товаров двойного назначения. Согласно решению Министерства коммерции КНР, под экспортный контроль попали 14-нанометровые и

<sup>14</sup> Толстых К.И. Особенности внешнеэкономической деятельности... Указ. соч.

<sup>15</sup> Там же.

<sup>16</sup> Там же.

более продвинутые чипы, а также твердотельная память с количеством слоев 256+. Меры экспортного контроля коснулись технологий производства критически важных редкоземельных металлов и их применения за рубежом, включая военные и полупроводниковые отрасли. Ограничение доступа к этим металлам ставит под угрозу работу многих предприятий и даже целых отраслей промышленности других стран, включая компании в сфере искусственного интеллекта и оборонной промышленности, которые сильно зависят от китайских поставок<sup>17</sup>.

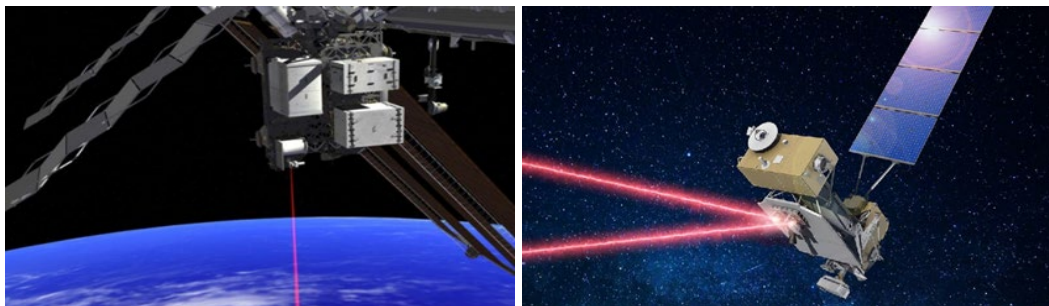


Рисунок 5 – Системы оптических линий связи в космосе

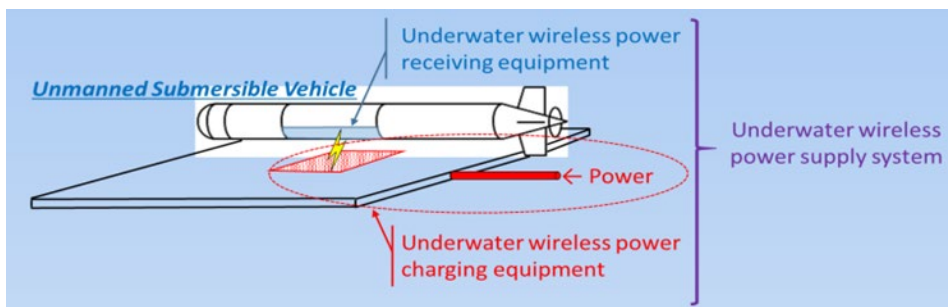


Рисунок 6 – Подводная беспроводная система электроснабжения



Рисунок 7 – Космические антенны и отражатели, разворачиваемые в космосе

Подобный подход, где также употребляется понятие «товары двойного использования», сформирован и в Группе ядерных поставщиков, действующей с 1975 года с целью укрепления режима ядерного нераспространения. В этом международном экспортно-контрольном режиме Руководящие принципы для передач, имеющих отношение к ядерной деятельности оборудования, материалов, программного обеспечения и соответствующей

<sup>17</sup> Квятык Е. Пекин затягивает металлические гайки: как Си Цзиньпин использует редкоземы для давления на Дональда Трампа // Московские Новости. 2025. 09 октября. URL: <https://www.mn.ru/smart/pekin-zatyagivaet-metallicheskie-gajki-kak-si-czzinpin-ispolzuet-redkozemy-dlya-davleniya-na-donald-trampa>

технологии двойного использования<sup>18</sup>, были разработаны только в 1991 году. До начала девяностых годов в среде поставщиков и производителей ядерных материалов, оборудования и технологий, неядерных материалов для реакторов, понятие «товары двойного использования» не применялось. Первоначально данный режим базировался на Руководящих принципах экспорта ядерных материалов, оборудования и технологий, которые были специально разработаны или подготовлены для использования в ядерных реакторах<sup>19</sup>.

## Заключение

Таким образом, резюмируя логику толкования понятий «военное и двойное назначение» можно сделать следующие выводы:

*во-первых*, оба термина связаны с периодом формирования в Российской Федерации системы экспортного контроля вооружений, товаров и технологий двойного назначения;

*во-вторых*, они для целей экспортного контроля являются элементами внешнеторговой деятельности, но также могут участвовать во внутригосударственном обороте продукции;

*в-третьих*, они сопоставимы по техническим характеристикам и областям возможного использования с продукцией, включенной в списки (перечни) контролируемых товаров и технологий, в отношении которых установлен экспортный контроль;

*в-четвертых*, понятие «двойное назначение» употребляется в связке с вариантами конечного использования продукции на стадии жизненного цикла «применение», но не уместно для стадий жизненного цикла «разработка» или «производство».

## Список источников

1. Щербаков М.Г. Режим товаров двойного назначения как результат развития режима экспортного контроля // Вестник Российской правовой академии. 2020. №1. С. 65-71.
2. Малькевич В.Л. Экспортный контроль: от противостояния к сотрудничеству. М.: Общество сохранения литературного наследия, 2012. 512 с.
3. Ревенко Л.С., Ревенко Н.С. Политические и экономические аспекты участия России в Вассенаарских договоренностях // Вестник МГИМО-Университета. 2016. №1(46). С. 169-179.
4. Терехин Н.В. Международные механизмы контроля за экспортом продукции военного и двойного назначения // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Международные отношения. 2004. №1. С. 209-216.
5. Щербаков М.Г. Проблемы режима товаров и технологий двойного назначения // Вестник Казанского юридического института МВД России. 2018. №2(32). С. 203-209.
6. Щербаков М.Г. Гражданско-правовой аспект режима товаров двойного назначения // Актуальные проблемы российского права. 2019. №3(100). С. 99-106.
7. Роскошная М.С., Харьковский Е.К. 3D-печать и экспортный контроль: на перегонки со временем // Индекс безопасности. 2016. Т.21. №4(115). С. 87-98.
8. Саввиди К.М. Понятие и идентификация товаров и технологий двойного назначения в контексте права // Современное право. 2025. №1. С. 33-39.

## Информация об авторе

С.А. Захаров – кандидат технических наук, доцент.

<sup>18</sup> Guidelines for Transfers of Nuclear-related Dual-use Equipment, Materials, Software and Related Technology (INFCIRC/254/Rev.12/Part.2) // IAEA Information Circular. 2013. URL: <https://www.nuclearsuppliersgroup.org/images/Files%20and%20Documents/Guidelines/infirc254r12p2.pdf>

<sup>19</sup> Guidelines for nuclear transfers (INFCIRC/254/Rev.14/Part.1) // IAEA Information Circular. 2019. URL: <https://www.nuclearsuppliersgroup.org/images/Files%20and%20Documents/Guidelines/infirc254r14p1.pdf>

# ***МЕНЕДЖМЕНТ***

Научная статья  
УДК 355/359

## **10 лет базовой кафедре менеджмента в сфере систем вооружений: итоги и перспективы**

**Сергей Иванович Боков, Кирилл Геннадьевич Серебряков,  
Алексей Юрьевич Пронин**

*Аннотация.* Рассматриваются вопросы целевой подготовки квалифицированных гражданских специалистов на базовых кафедрах в интересах научно-исследовательских организаций Минобороны России и оборонно-промышленного комплекса. На примере базовой кафедры ФГБУ «46 Центральный научно-исследовательский институт» Минобороны России проанализирован опыт подготовки молодых специалистов для комплектования научно-исследовательских институтов Минобороны России и предприятий оборонно-промышленного комплекса. Обозначены перспективные направления развития базовой кафедры менеджмента в сфере систем вооружений.

*Ключевые слова:* целевая подготовка; целевой набор; практико-ориентированное образование; научные кадры; научно-исследовательская организация; базовая кафедра; базовая организация

*Для цитирования:* Боков С.И., Серебряков К.Г., Пронин А.Ю. 10 лет базовой кафедре менеджмента в сфере систем вооружений: итоги и перспективы // Вооружение и экономика. 2026. №2(76). С. 93-98.

*Original article*

## **10 Years of the Basic Department of Management in the Area of Weapons Systems: Results and Prospects**

**Sergei I. Bokov, Kirill G. Serebriakov, Aleksei I. Pronin**

*Abstract.* This article considers the targeted training of qualified civilian specialists at specialized departments for research organizations within the Ministry of Defense of the Russian Federation and the defense industry enterprises. The specialized department of the 46th Central Research Institute of the Ministry of Defense of the Russian Federation is an example of such activities provision. Authors analyze the experience of young specialists training. Advanced areas for the specialized department of weapons systems management development are outlined.

*Keywords:* targeted training; targeted recruitment; practice-oriented education; scientific personnel; research organization; basic department; basic organization

*For citation:* Bokov S.I., Serebriakov K.G., Pronin A.I. 10 Years of the Basic Department of Management in the Area of Weapons Systems: Results and Prospects. Vooruzhenie i ekonomika = Armament and Economics. 2026; 76(2): 93-98. (In Russ.).

Современное высшее профессиональное образование отождествляется со «...слабой практической направленностью подготовки молодых специалистов...» [1]. Причем эта проблема далеко не сегодняшнего дня и существует еще с советских времен. Сложившаяся ситуация является, безусловно, проблемной, так как отражает противоречие, согласно которому требования экономики, производства по повышению качества практической подготовки системой образования не в полной мере удовлетворяются существующей подготовкой специалистов в образовательных организациях.

Усиление практической составляющей профессионального образования сегодня, как один из вариантов ее решения, призвано осуществить путем создания «базовых кафедр» в соответствии со статьями 27 и 72 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. №273-ФЗ «Об образовании Российской Федерации», на базе предприятий (организаций), осуществляющих деятельность по профилю соответствующей образовательной программы. Эти организации получили название «базовые организации» и позволяют обеспечить качественную практическую подготовку обучающихся при реализации образовательных программ.

Базовая кафедра, таким образом, становится одной из приоритетных форм развития взаимодействия в системе «вуз – базовое предприятие (организация)» [2]. Она представляет собой определенную концентрацию собственных ресурсов вуза и базового

предприятия (организации), позволяющих повысить качество практической подготовки специалистов. Организация базовой кафедры на предприятии (организации) может рассматриваться через различные аспекты деятельности по повышению качества практической подготовки и в первую очередь – это приближение процесса подготовки к будущему рабочему месту, а также привлечение высококвалифицированных специалистов предприятия (организации) для практической подготовки.

Особо остро стоит проблема подготовки гражданских специалистов-практиков как для научно-исследовательских организаций (НИО) силовых ведомств, так и для организаций оборонно-промышленного комплекса (ОПК).

Например, в течение ряда лет НИО Минобороны России комплектовались выпускниками военно-учебных заведений, проходивших обучение по специальным программам. Гражданские специалисты для военных НИО вообще целенаправленно не готовились, но такое положение было до 2016 года [3]. А поскольку в течение 2006-2015 гг. во многих НИО количество научно-исследовательских отделов сокращено более чем в 1,5 раза, количество научных сотрудников сократилось в 2-3 раза, при этом количество направлений исследований увеличилось на 10%, и в последние годы, когда активизировались исследования по передовым инновационным направлениям, проблема кадров в НИО Минобороны России значительно обострилась [4].

В результате сложилась ситуация, когда по отдельным направлениям исследований НИО пытаются самостоятельно найти пути решения предстоящих проблем, особенно связанных с новыми задачами: развитие инновационных технологий, внедрение систем с элементами искусственного интеллекта, цифровизация предприятий ОПК и др.

Представляется, что подготовку гражданских специалистов в современных условиях целесообразно организовать путём целевого заказа, согласованного с заинтересованными органами и организациями. С этой целью ведущие высшие учебные заведения России для подготовки специалистов определенной направленности непосредственно на предприятиях ОПК и в НИО начинают создавать базовые кафедры.

Решением ученого совета ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» 12 апреля 2016 г. создана базовая кафедра «Менеджмент в сфере систем вооружений»<sup>1</sup>. Инициатором создания базовой кафедры, при поддержке руководства Министерства обороны Российской Федерации, было ФГБУ «46 Центральный научно-исследовательский институт» Минобороны России [5]. С 2016 года заведующим кафедрой является С.И. Боков (рисунок 1).

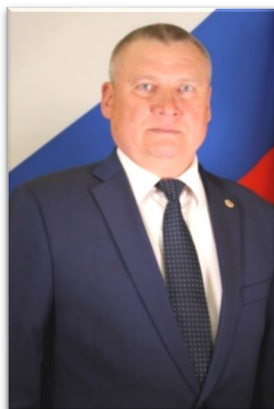


Рисунок 1 – Боков Сергей Иванович, заведующий кафедрой менеджмента в сфере систем вооружений РТУ МИРЭА доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ

<sup>1</sup> Официальный сайт РТУ МИРЭА. URL: <https://www.mirea.ru/education/the-institutes-and-faculties/institut-tehnologii-upravleniya/struktura-instituta/bazovaya-kafedra-menedzhmenta-v-sfere-sistem-vooruzheniy>; официальный сайт Минобороны России. URL: <https://mil.ru/activity/science/SRI/46-centralnyj-nauchno-issledovatel'skij-institut>

Целью функционирования кафедры является реализация образовательного процесса в интересах подготовки специалистов для НИО Минобороны России и организаций ОПК, владеющих необходимыми компетенциями, для самостоятельной профессиональной деятельности. Основная особенность обучения на кафедре – обеспечение практико-ориентированной подготовки за счет привлечения к образовательному процессу высококвалифицированных специалистов-практиков.

Для реализации данной цели базовой кафедрой совместно с базовой организацией решаются следующие задачи:

проведение всех видов учебных занятий по дисциплинам, закрепленным за базовой кафедрой, руководство самостоятельной работой обучающихся, проведение текущего контроля знаний, зачетов и экзаменов;

организация и проведение всех видов практик обучающихся в организации с использованием технологических возможностей предприятия (организации);

руководство курсовыми и дипломными работами обучающихся;

руководство исследовательской работой обучающихся;

чтение специальных курсов, обеспечивающих углубленную подготовку и специализацию по профилю отрасли и организации.

Осуществляется проведение учебно-методической работы, в том числе:

участие специалистов НИО Минобороны России в разработке учебных планов для подготовки специалистов по соответствующим направлениям;

разработка на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования и учебных планов, рабочих программ по закрепленным за базовой кафедрой дисциплинам;

подготовка учебников, учебно-методических пособий по дисциплинам кафедры. На рисунках 2 и 3 приведены некоторые печатные и электронные издания, подготовленные преподавателями кафедры в 2016-2026 гг.;

разработка и внедрение новых технологий обучения.

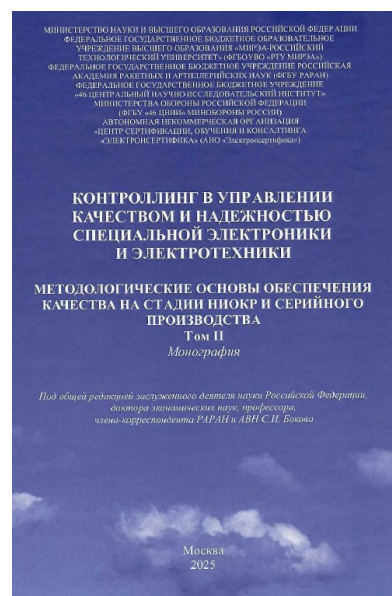
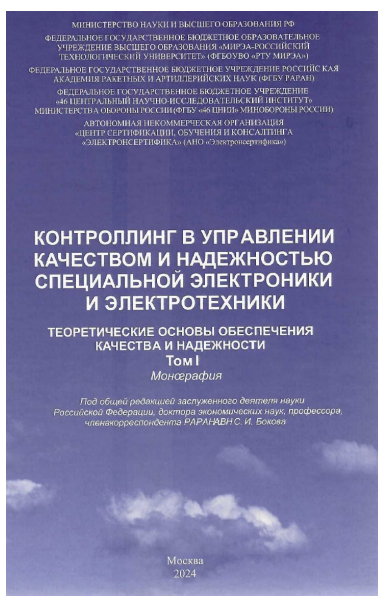


Рисунок 2 – Монографии, подготовленные сотрудниками кафедры



Рисунок 3 – Электронные учебные издания, подготовленные сотрудниками кафедры

За 10 лет работы кафедры сотрудниками было подготовлено 12 монографий, 10 учебных пособий, более 100 статей в различных журналах, в том числе включенных в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук. Сотрудники кафедры на постоянной основе принимают участие в работах международных, всероссийских, ведомственных конференций, форумах и семинарах, выступая с докладами и сообщениями на актуальные темы. С момента создания кафедры 11 преподавателей получили ученые звания «профессор» и «доцент».

В настоящее время кафедра ведет подготовку студентов по очной форме обучения на базе среднего (полного) общего образования в соответствии с образовательной программой высшего образования – программой бакалавриата – по направлению подготовки 27.03.05 «Инноватика» и профилю «Менеджмент в сфере систем вооружений».

Кафедра является выпускающей. Образовательная программа (ОП) направления «Инноватика» (квалификация (степень) «бакалавр») имеет своей целью развитие у студентов личностных качеств, а также формирование общекультурных (универсальных), профессиональных и профильных компетенций в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) для подготовки профессиональных менеджеров в сфере систем вооружений и специалистов по управлению технологическими и продуктовыми инновациями в соответствии с потребностями рынка труда.

Студенты базовой кафедры с первого и до последнего курса получают широкий спектр знаний по различным направлениям. Для реализации учебного процесса привлекается профессорско-преподавательский состав двадцати одной кафедры РТУ МИРЭА. Организовано обучение по 30 дисциплинам (модулям) базовой части ОП (история, философия, иностранный язык, экономика, физика, химия и материаловедение, теоретическая инноватика, основы менеджмента, методы принятия управленческих решений, управление инновационной деятельностью и др.), 19 обязательным дисциплинам вариативной части ОП (исследовательская и изобретательская деятельность в инноватике, патентоведение и основы научно-исследовательской работы, автоматизация производственных процессов, финансовое обеспечение инновационной деятельности, основы робототехники и гибкие производственные системы, управление качеством и конкурентоспособностью и др.), 21 дисциплине вариативной части ОП по выбору (экономика предприятия или управление

предприятием, бизнес-планирование или стратегический менеджмент, деловое общение или бизнес-риторика, алгоритмы решения нестандартных задач или методы оптимальных решений и др.).

С 2016 года подготовка студентов на базовой кафедре осуществляется по следующим дисциплинам:

- теория развития сложных технических систем;
- основы каталогизации и стандартизации продукции;
- военная экономика;
- организация управления предприятиями оборонно-промышленного комплекса;
- информационное обеспечение сложных технических систем;
- научно-технический задел и трансфер технологий;
- управление качеством сложных технических систем;
- управление правами на результаты интеллектуальной деятельности;
- программно-целевое планирование развития сложных технических систем;
- основы военно-технической политики Российской Федерации;
- основы теории и организации специального управления.

С 2026 года в учебный план включен ряд новых дисциплин:

экономико-математические методы обоснования развития сложных технических систем;

правовое обеспечение профессиональной деятельности;

основы системы менеджмента качества на предприятиях оборонно-промышленного комплекса;

организация и этапы научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

В течение 4 лет у студентов предусмотрены 3 практики, причем первая из них – по получению первичных профессиональных умений и навыков – проходит в конце 1 курса на базе НИО Минобороны России. Две другие – организационно-управленческая и преддипломная практика – проходят под руководством ведущих специалистов НИО Минобороны России и других организаций ОПК и посвящены решению конкретных задач, стоящих перед соответствующими организациями – потенциальными работодателями.

Студенты на третьем и четвертом курсах выполняют по основным дисциплинам 4 курсовые работы. За 4 года обучения студенты сдают более 60 зачетов и экзаменов.

Государственная итоговая аттестация предусматривает подготовку и защиту выпускной квалификационной работы.

В результате освоения программы обучения на базовой кафедре у выпускника формируются общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции, т.е. способности применять знания, умения и личные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

Используя полученные знания, выпускники базовой кафедры в своей дальнейшей работе смогут:

- проводить научные исследования по различным направлениям;
- проводить диссертационные исследования;
- осуществлять сопровождение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, выполняемых организациями ОПК, Российской академии наук и высшей школы;
- формировать отчетную научно-техническую документацию;
- готовить расчетно-калькуляционные материалы;
- участвовать в изобретательской, рационализаторской и патентно-лицензионной работе;
- работать в коллективах ученых;
- координировать научно-исследовательскую деятельность в сфере взаимоотношений: научно-исследовательские институты – производство.

В других вузах России подготовка по аналогичному профилю в настоящее время не проводится.

Выпускники кафедры, подготовленные «целевым порядком», распределяются в НИО Минобороны России, предприятия (организации) ОПК (в научные подразделения, подразделения программно-целевого планирования, управления качеством, организационно-плановые и т.п.).

В качестве перспективного направления развития кафедры можно выделить открытие с 2026 года лаборатории моделирования экономических процессов в области оборонно-промышленного комплекса. Цель работы лаборатории – формирование у студентов необходимых компетенций в области экономического моделирования и анализа, необходимых для успешного решения задач, стоящих перед ОПК. Исходя из цели, основными задачами лаборатории являются:

проведение научных исследований, направленных на разработку и совершенствование моделей экономических процессов в ОПК, а также выявление и анализ факторов, влияющих на эффективность деятельности предприятий;

развитие у студентов углубленных знаний в области экономического моделирования, анализа данных и стратегического планирования в интересах ОПК.

За 10 лет существования кафедры было подготовлено более 30 специалистов, из них 25 трудоустроены в НИО Минобороны России и другие организации оборонно-промышленного комплекса – АО «Российские космические системы», АО «РусБиТех» и др. В настоящее время на базовой кафедре обучается более 60 студентов.

Помимо целевого обучения выпускники кафедры могут по запросу либо самостоятельно распределиться как в органы государственного управления, так и в научно-технические, экономические подразделения предприятий (организаций), занимающихся по роду своей деятельности вопросами, связанными с разработкой оборонной продукции.

#### Список источников

1. Базовая кафедра вуза как основа развития территориальных систем профессионально-педагогического образования: монография / Под ред. Г.Н. Жукова, В.Т. Сопегиной, Е.А. Шакуто. Уфа: Аэтерна, 2018. 290 с.
2. Шевелева Н.А., Лаврикова М.Ю., Васильев И.А Базовая кафедра и сетевая форма реализации образовательных программ: проблемы соотношения // Петербургский юрист. 2016. №4. С. 196-202.
3. Буренок В.М., Викулов С.Ф. Проблемы кадровой политики в обеспечении научного развития военной организации России // Военная мысль. 2017. №7. С. 51-58.
4. Викулов С.Ф., Косенко А.А., Хрусталева Е.Ю. Кадровое обеспечение обороноспособности страны // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2017. Т.13. №1. С. 4-19.
5. Боков С.И., Серебряков К.Г., Гладышевский В.Л., Стифеев А.Л., Полярус А.Н. Базовые кафедры при вузах как направление развития кадрового обеспечения научно-исследовательских организаций Минобороны России // Военная мысль. 2018. №7. С. 55-65.

#### Информация об авторах

С.И. Боков – доктор экономических наук, профессор.

К.Г. Серебряков – кандидат военных наук, доцент.

А.Ю. Пронин – кандидат технических наук, доцент, SPIN 6833-7914.

## ***Дополнительные материалы***

## Правила предоставления авторами рукописей

1. Для опубликования в журнале «Вооружение и экономика» (Журнал) принимаются научные статьи и рецензии преимущественно по тематике военно-технической политики, экономики военного строительства, программно-целевого планирования вооружения, военной и специальной техники и государственного оборонного заказа, экономической и военно-экономической безопасности, военных финансов, военно-социальной политики, правовых основ экономики военного строительства, подготовки научных кадров.

Статья должна соответствовать одной из следующих научных специальностей:

*Вооружение и военная техника (Военные науки)*

*Военная экономика, оборонно-промышленный потенциал (Военные науки)*

*Менеджмент (Социальные и гуманитарные науки, Экономика, 5.2.6. Менеджмент)*

2. Файл статьи и сканы (файлы) прилагаемых документов (материалов) направляются авторами по электронной почте в адрес редакции – [rk@viek.ru](mailto:rk@viek.ru). Одновременно экземпляр рукописи, подписанный авторами, и оригиналы прилагаемых документов и материалов высылаются на почтовый адрес:

*129327, г. Москва, Чукотский проезд, д. 10, ФГБУ «46 ЦНИИ» Минобороны России.*

*В редакцию журнала «Вооружение и экономика»*

(не следует указывать в почтовом адресе фамилии получателей – это осложняет получение корреспонденции установленным порядком).

Рассмотрение статьи начинается с момента получения полного комплекта материалов в электронном виде. Принятие окончательного решения об опубликовании возможно не ранее получения редакцией оригиналов сопроводительных документов статьи (см. п.5).

3. Текст статьи должен быть набран на русском языке в файле одного из следующих форматов – docx (предпочтительнее), odt, doc, rtf. Параметры оформления:

- размер листа – А4; ориентация – книжная;
- поля – верхнее и нижнее по 30 мм, левое и правое по 20 мм;
- отступ первой строки абзацев – 1,25 см;
- выравнивание – «по ширине»; интервал – 1,0-1,15 («одинарный» предпочтительнее);
- расстановка переносов – автоматическая или без переноса. Не рекомендуется использовать спецсимволы «мягкого переноса»;
- шрифт – Arial (предпочтительнее), Times New Roman, Helvetica, Pt Sans. Выбранный шрифт, как правило, должен быть единственным в основном тексте статьи, в т.ч. использоваться в заголовках, надписях, текстовых элементах рисунков и схем, ячейках таблиц, за исключением формул и их элементов внутри абзацев, где, как правило, должен использоваться шрифт Cambria Math (только для формул);
- размер шрифта основного текста статьи – 11-12 пт («11 пт» предпочтительнее);
- для выделения по смыслу текстовых элементов внутри абзацев статьи следует использовать *курсив* (предпочтительно) или **р а з р я д к у** (в исключительных случаях);
- не рекомендуется использовать в основном тексте статьи такие способы форматирования как подчеркивание, **полужирный** шрифт, кернинг (разреженный или уплотненный шрифт). Подстрочные/надстрочные символы не следует применять вне формул;
- списки и разного рода перечни следует оформлять «обычным текстом», при необходимости добавив в начале абзаца порядковый номер или дефис. Например, в файле не рекомендуется использовать «маркированный/нумерованный список» Microsoft Word;
- ссылки на интернет-ресурсы (например, в сносках) следует оформлять «обычным текстом» без возможности непосредственного перехода по ссылке из файла статьи;
- не рекомендуется использовать в файле такие специальные символы как «неразрывный пробел», «неразрывный дефис», «мягкий перенос», вместо «условно длинных/коротких» тире рекомендуется использовать стандартный символ «дефис» («минус»).

Структура файла статьи:

- код и наименование научной специальности;
- тип статьи – указать «*Научная статья*»;
- индекс Универсальной десятичной классификации (УДК);
- заглавие (тема) статьи без сокращений/аббревиатур;
- имя, отчество, фамилия каждого автора – как правило, не более трёх авторов;
- *аннотация* (резюме) – как правило, не менее 50, не более 250 слов;
- *ключевые слова* (словосочетания) – не менее 3, не более 15 – должны соответствовать теме статьи и отражать её предметную, терминологическую область без использования обобщённых и многозначных слов, а также словосочетаний с причастными оборотами;
- заглавие, *аннотация*, *ключевые слова на английском языке*;
- благодарности и/или сведения о финансировании (при необходимости) – благодарности организациям, научным руководителям, другим лицам, оказавшим помощь в подготовке статьи; сведения о финансировании подготовки и публикации статьи, грантах, проектах, научно-исследовательских работах, в рамках или по результатам которых подготовлена статья (также и *на английском языке*);
- основной текст статьи – может быть структурирован и состоять из введения, текста статьи (например, с выделением разделов «Материалы и методы», «Результаты», «Обсуждение» и др.) и заключения, также допускается деление основного текста статьи на тематические рубрики и подрубрики;
- перечень затекстовых библиографических ссылок с заголовком «Список источников» – как правило, не менее пяти источников.

В файле статьи допускается наличие формул, рисунков и таблиц (размер шрифта внутри – не менее 9 пт). При их наличии обязательна сквозная нумерация (отдельно формул, отдельно рисунков, отдельно таблиц) и ссылки на них из текста статьи.

Математические формулы, в т.ч. их элементы, должны быть редактируемы и вставлены в файл статьи как «уравнение» (не «рисунок») Microsoft Word или как «объект MathType» либо как «объект Math» OpenOffice.org (LibreOffice.org).

Рисунки (иллюстрации, схемы, графики, диаграммы и т.п.) должны быть вставлены в файл статьи отдельными объектами «изображение» (или «рисунок»).

Таблицы должны быть набраны средствами того же текстового редактора, который использовался для набора текста файла статьи. Ячейки таблицы должны быть редактируемы (не должны быть вставлены в текст файла статьи как «рисунок»).

Обозначения математических формул, подписи рисунков, заголовки таблиц, а также сноски и ссылки на литературу оформляются в текстовом виде в соответствии с ГОСТом.

**4.** Статья должна оканчиваться списком источников (как правило, не менее 5 наименований), в котором указываются только авторские научные произведения (опубликованные статьи, монографии, материалы очных конференций, а также патенты), подлежащие включению в систему Российского индекса научного цитирования (более подробную информацию см. <http://www.elibrary.ru>). Объём самоцитирования, если авторы ссылаются на собственные работы, как правило, не должен превышать 20% от общего количества источников в списке.

Список составляется в том порядке, в котором источники упоминаются в тексте статьи, и оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».

Ссылки на другие источники (любые электронные ресурсы, нормативные документы, статистические сборники, учебная литература, любые справочники, авторефераты и диссертации, ненаучные публикации и т.п.) оформляются только в формате подстрочных библиографических ссылок – сносок внизу страницы.

**5.** Среди авторского коллектива определяется ответственное контактное лицо, которое непосредственно будет взаимодействовать с редакцией журнала по всем вопросам опубликования статьи, с чьего личного адреса (как электронного, так и почтового) должны быть отправлены в редакцию журнала следующие материалы:

*на почтовый адрес редакции (либо нарочным) – оригиналы документов:*

- распечатка (рукопись) статьи с личными подписями авторов;
- заключение о возможности открытого опубликования статьи, подготовленное в соответствии с требованиями приложения № 2 к приказу Министра обороны РФ от 5 июня 2015 г. № 320дсп (для авторов-представителей Минобороны России) или в соответствии с требованиями решения Межведомственной комиссии по защите государственной тайны от 30 октября 2014 г. № 293 (для авторов-представителей других ведомств);
- рецензия на статью, подписанная, как правило, доктором наук, подпись которого заверена установленным порядком;

*на электронную почту редакции – файлы:*

- файл статьи, соответствующий п.п.3,4 настоящих Правил;
- файл с карточками авторов (отдельная карточка на каждого автора);
- исходные файлы рисунков, имеющих в тексте статьи;
- файлы фотографий каждого автора в одном из общепринятых графических форматов: портретная, без посторонних людей в кадре, размер фотографии не менее 300 пикселей по горизонтали и 400 пикселей по вертикали (предоставляется по желанию).

### Карточка автора

|                                                                                                            |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Имя                                                                                                        |  |
| Отчество                                                                                                   |  |
| Фамилия                                                                                                    |  |
| Ученая степень                                                                                             |  |
| Ученое звание                                                                                              |  |
| Детализация личного вклада автора в написание статьи                                                       |  |
| Указание об отсутствии или наличии конфликта интересов и детализация такого конфликта в случае его наличия |  |
| Основное место работы автора, в т.ч. адрес                                                                 |  |
| Должность                                                                                                  |  |
| Контактный телефон                                                                                         |  |
| Адрес электронной почты                                                                                    |  |
| SPIN-код автора                                                                                            |  |
| ORCID-идентификатор автора                                                                                 |  |
| Дополнительная информация                                                                                  |  |

### Особенности распространения журнала

Доступ ко всем номерам электронного научного журнала «Вооружение и экономика» осуществляется на его сайте (<https://www.viek.ru>), в Российском индексе научного цитирования (<https://www.elibrary.ru>), а также на сайте Минобороны России.

## **Порядок рецензирования рукописей**

1. Рукописи, поступающие в редакцию журнала «Вооружение и экономика» (Журнал), подлежат обязательному рецензированию (экспертной оценке).

2. Перечень специалистов, привлекаемых к рецензированию, утверждается главным редактором Журнала. В рецензировании рукописей вправе участвовать члены редакционной коллегии и научно-редакционного совета Журнала. По решению редакционной коллегии для рецензирования могут привлекаться также иные специалисты, если среди перечисленных лиц отсутствуют эксперты по проблематике данной статьи.

3. В течение десяти рабочих дней с момента получения рукописи и прилагаемых материалов, оформленных в соответствии с требованиями Правил предоставления авторами рукописей, редакция направляет статью на рецензирование одному или нескольким экспертам, указанным в п.2 настоящего Порядка. При направлении статьи на рецензирование из нее удаляется информация об авторе.

4. Рецензент проводит рецензирование работы в течение одного месяца с момента поступления к нему рукописи. Если по каким-либо причинам рецензент не в состоянии провести экспертную оценку рукописи в установленный срок, он должен сообщить об этом главному редактору (заместителю главного редактора). Главный редактор (заместитель главного редактора) в этом случае вправе продлить срок рецензирования работы либо передать рукопись на рецензирование другому рецензенту.

5. Если рецензент полагает, что он не может объективно оценить рукопись (вследствие конфликта интересов или по иным причинам), он в течение пяти рабочих дней с момента получения рукописи возвращает ее в редакцию с указанием причины, по которой он не может выступить рецензентом.

6. После получения рецензии главный редактор (заместитель главного редактора) вправе направить рукопись на дополнительное рецензирование другому рецензенту.

7. Основные положения отрицательной рецензии доводятся авторам рукописи без указания лица, проводившего рецензирование, вместе с решением редакционной коллегии об отклонении статьи, как правило, на указанные в карточках авторов адреса электронной почты. При опубликовании статьи в Журнале редакция вправе указать информацию о лице, давшем на нее положительную рецензию.

8. Рецензии представляются редакцией по запросам Минобрнауки России.

9. Авторы отклонённой статьи вправе в тридцатидневный срок с момента доведения им основных положений отрицательной рецензии сообщить свои возражения по данному поводу либо уведомить редакцию о намерении переработки отклонённой статьи, что предполагает подготовку нового комплекта материалов, указанных в п.5 Правил предоставления авторами рукописей.

10. После получения рецензии рукопись представляется ученым секретарем на ближайшем заседании редакционной коллегии для планирования сроков опубликования статьи. В случае если рецензия не является положительной (содержит замечания, указания на необходимость переработки, вывод о нецелесообразности опубликования в текущем виде и т.п.), представление статьи на заседании редакционной коллегии производится не раньше, чем по истечении срока, указанного в п.9 настоящего Порядка.

## Сведения о членах редакционной коллегии

**АЛЕКСАНДРОВ Анатолий Александрович**

доктор технических наук, профессор

**АЧАСОВ Олег Борисович**

кандидат технических наук, доцент

**БАБЕНКОВ Валерий Иванович**

доктор военных наук, профессор

**БАТЬКОВСКИЙ Александр Михайлович**

доктор экономических наук, старший научный сотрудник

**БОКОВ Сергей Иванович**

доктор экономических наук, профессор

**БРАЙТКРАЙЦ Сергей Гарриевич**

доктор технических наук, старший научный сотрудник

**БУРАВЛЕВ Александр Иванович**

доктор технических наук, профессор

**БУРЕНОК Василий Михайлович**

доктор технических наук, профессор – *главный редактор*

**ГЛАДЫШЕВСКИЙ Владимир Леонидович**

доктор экономических наук, доцент – *заместитель главного редактора*

**ГОРГОЛА Евгений Викторович**

доктор экономических наук, профессор

**ДРОГОВОЗ Павел Анатольевич**

доктор экономических наук, профессор

**ДУРНЕВ Роман Александрович**

доктор технических наук, доцент

**ИЗОНОВ Виктор Владимирович**

доктор исторических наук, профессор

**ЛАВРИНОВ Геннадий Алексеевич**

доктор экономических наук, профессор – *заместитель главного редактора*

**ЛЕОНОВ Александр Васильевич**

доктор экономических наук, профессор

**НАЙДЕНОВ Владимир Герасимович**

доктор технических наук, старший научный сотрудник

**ПОДОЛЬСКИЙ Александр Геннадьевич**

доктор экономических наук, профессор – *заместитель главного редактора*

**СИВКОВ Константин Валентинович**

доктор военных наук, профессор

**ХРУСТАЛЕВ Евгений Юрьевич**

доктор экономических наук, профессор

**ХУДЯКОВ Дмитрий Владимирович**

кандидат экономических наук, доцент – *заместитель главного редактора – ученый секретарь*

**ЦЕЛЫКОВСКИХ Александр Александрович**

доктор военных наук, профессор

**ЧИСТОВ Игорь Вадимович**

доктор экономических наук, профессор

# 2026 №2(76)

В номере:

46 Центральный научно-исследовательский институт  
Министерства обороны  
Российской Федерации

Российская академия  
ракетных и артиллерийских  
наук

Академия проблем военной  
экономики и финансов

Издается с 2008 года

Журнал «Вооружение  
и экономика» включен  
в Перечень ведущих  
рецензируемых научных  
изданий, в которых должны  
быть опубликованы  
основные научные  
результаты диссертаций на  
соискание ученых степеней  
доктора и кандидата наук

Св-во о рег. СМИ  
от 07.12.2012 г.  
№ФС77-52083  
ISSN 2071-0151

Главный редактор  
Буренок В.М.

Заместители гл. ред.  
Гладышевский В.Л.  
Лавринов Г.А.  
Подольский А.Г.

Ученый секретарь  
Худяков Д.В.

Редактор  
Молчанова Т.М.

Перевод  
Криворучко О.В.

## ВООРУЖЕНИЕ И ВОЕННАЯ ТЕХНИКА

**Буренок В.М., Лавринов Г.А., Бабкин Г.В.** Новый облик системы вооружения – проблемы и пути их решения

**Дурнев Р.А., Маркелов Е.Б., Свиридок Е.В.** Система комплексной оценки эффективности боевой экипировки военнослужащих: предложения в концепцию построения

**Найденков В.Г.** Методика формирования предложений в потребный вариант развития средств траекторных измерительных комплексов испытательных центров в части их номенклатурного ряда

**Буравлев А.И., Чаткин И.М.** Применение логистических моделей в задачах программно-целевого планирования и управления жизненным циклом вооружения и военной техники

**Афанасьев А.С., Матюхин Д.В., Милосердов С.С.** Планирование разработки электронной компонентной базы для сложных технических систем: проблемы и возможные пути их решения

**Саегалиев Р.Р., Анискович В.А., Марченко М.И.** Методика измерения удельного электрического сопротивления напорных рукавов

**Гула Д.Н., Моторин В.М., Якубенко О.В.** Оптимизация процесса принятия решений о техническом состоянии систем вентиляции и кондиционирования воздуха сооружений наземной инфраструктуры ракетно-космического комплекса

## ВОЕННАЯ ЭКОНОМИКА

**Михалкин А.В., Подольский А.Г.** Экономико-математическая модель оценки эффективности расходования финансовых ресурсов на накопление и хранение запасов центра

**Самойлов Д.В.** Военно-экономический эффект от внедрения методики проектирования тренажера зенитного ракетного комплекса ближнего действия

**Захаров С.А.** О понятии «двойное назначение» в отношении промышленной продукции

## МЕНЕДЖМЕНТ

**Боков С.И., Серебряков К.Г., Пронин А.Ю.** 10 лет базовой кафедры менеджмента в сфере систем вооружений: итоги и перспективы

# Вооружение и экономика