

2019
№ 4 (50)

**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> | <p>Вооружение и экономика № 4 (50) / 2019 Электронный научный журнал</p> <p>http://www.viek.ru</p> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Издается с 2008 года</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. № ФС77-52083</p> <p>ISSN 2071-0151</p> <p>Издатель: Российская академия ракетных и артиллерийских наук: 107564, г. Москва, 1-я Мясниковская ул., дом 3, стр. 3</p> <p>rk@viek.ru</p> | <p style="text-align: center;">Содержание</p> <p style="text-align: center;"><u>Военно-техническая политика</u></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td data-bbox="499 745 1401 875"> <p>Буренок В.М. Определение облика перспективной экипировки солдата</p> </td> <td data-bbox="1401 745 1471 875" style="text-align: right; vertical-align: top;">6</td> </tr> <tr> <td data-bbox="499 875 1401 1043"> <p>Брайткрайц С.Г., Евдокимов В.А., Бухтияров В.В. Научно-методический подход к обоснованию рационального облика гиперзвукового оружия</p> </td> <td data-bbox="1401 875 1471 1043" style="text-align: right; vertical-align: top;">11</td> </tr> <tr> <td data-bbox="499 1043 1401 1211"> <p>Головачев Г.И., Дулепа В.В. Методика оценки военно-экономической эффективности создаваемых (модернизируемых) образцов бронетанкового вооружения</p> </td> <td data-bbox="1401 1043 1471 1211" style="text-align: right; vertical-align: top;">21</td> </tr> <tr> <td data-bbox="499 1211 1401 1379"> <p>Гула Д.Н. Логико-лингвистическая модель прогнозирования изменения технического состояния металлооблицовки нулевой отметки стартового комплекса</p> </td> <td data-bbox="1401 1211 1471 1379" style="text-align: right; vertical-align: top;">30</td> </tr> <tr> <td data-bbox="499 1379 1401 1509"> <p>Наумочкин Д.В., Петухов А.И., Полуян М.М. Анализ тенденций развития сверхмалых космических аппаратов</p> </td> <td data-bbox="1401 1379 1471 1509" style="text-align: right; vertical-align: top;">37</td> </tr> <tr> <td data-bbox="499 1509 1401 1680"> <p>Чумичкин А.А., Толчков А.Н. Методический подход к обоснованию требований к информационным системам военного назначения</p> </td> <td data-bbox="1401 1509 1471 1680" style="text-align: right; vertical-align: top;">44</td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="499 1680 1471 1787" style="text-align: center;"><u>Военная экономика</u></td> </tr> <tr> <td data-bbox="499 1787 1401 2027"> <p>Лавринов Г.А., Подольский А.Г. Роль и место неопределенности при разработке и применении экономико-математических моделей оценки продолжительности и стоимости мероприятий дорожных карт</p> </td> <td data-bbox="1401 1787 1471 2027" style="text-align: right; vertical-align: top;">55</td> </tr> </table> | <p>Буренок В.М. Определение облика перспективной экипировки солдата</p> | 6 | <p>Брайткрайц С.Г., Евдокимов В.А., Бухтияров В.В. Научно-методический подход к обоснованию рационального облика гиперзвукового оружия</p> | 11 | <p>Головачев Г.И., Дулепа В.В. Методика оценки военно-экономической эффективности создаваемых (модернизируемых) образцов бронетанкового вооружения</p> | 21 | <p>Гула Д.Н. Логико-лингвистическая модель прогнозирования изменения технического состояния металлооблицовки нулевой отметки стартового комплекса</p> | 30 | <p>Наумочкин Д.В., Петухов А.И., Полуян М.М. Анализ тенденций развития сверхмалых космических аппаратов</p> | 37 | <p>Чумичкин А.А., Толчков А.Н. Методический подход к обоснованию требований к информационным системам военного назначения</p> | 44 | <u>Военная экономика</u> | | <p>Лавринов Г.А., Подольский А.Г. Роль и место неопределенности при разработке и применении экономико-математических моделей оценки продолжительности и стоимости мероприятий дорожных карт</p> | 55 |
| <p>Буренок В.М. Определение облика перспективной экипировки солдата</p> | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Брайткрайц С.Г., Евдокимов В.А., Бухтияров В.В. Научно-методический подход к обоснованию рационального облика гиперзвукового оружия</p> | 11 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Головачев Г.И., Дулепа В.В. Методика оценки военно-экономической эффективности создаваемых (модернизируемых) образцов бронетанкового вооружения</p> | 21 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Гула Д.Н. Логико-лингвистическая модель прогнозирования изменения технического состояния металлооблицовки нулевой отметки стартового комплекса</p> | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Наумочкин Д.В., Петухов А.И., Полуян М.М. Анализ тенденций развития сверхмалых космических аппаратов</p> | 37 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Чумичкин А.А., Толчков А.Н. Методический подход к обоснованию требований к информационным системам военного назначения</p> | 44 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <u>Военная экономика</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Лавринов Г.А., Подольский А.Г. Роль и место неопределенности при разработке и применении экономико-математических моделей оценки продолжительности и стоимости мероприятий дорожных карт</p> | 55 | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|---|--|------------|
| Главный редактор В.М. Буренок | Буравлев А.И. Модели управления ресурсным обеспечением проектов создания высокотехнологичной продукции | 62 |
| Редакционная коллегия А.А. Александров О.Б. Ачасов О.И. Бочкарев А.В. Быстров А.А. Венедиктов (зам. гл. ред. – уч. секр.) С.Ф. Викулов (зам. гл. ред.) В.Л. Гладышевский Г.И. Горчица В.А. Горшков В.М. Кашин А.А. Кокошин Г.А. Лавринов (зам. гл. ред.) А.В. Леонов Ю.М. Михайлов А.А. Рахманов Е.Ю. Хрусталеv А.А. Целыковских | Гула Д.Н., Марченко М.А. Алгоритм технико-экономического обоснования необходимости внедрения инновационных технологий по продлению назначенных показателей ресурса и срока службы грузоподъемных механизмов наземной космической инфраструктуры космодромов | 72 |
| | Топчий П.П., Терехухин А.В., Подольский А.Г., Назырова Д.Р. К вопросу о создании модели анализа целесообразности внедрения цифровых технологий в систему управления ресурсами предприятия ОПК | 76 |
| | Венедиктов А.А. Нелетальные войны – опыт философского и экономического осмысления современных проблем обеспечения национальной безопасности | 83 |
| | Сведения об авторах | 89 |
| | Аннотации и ключевые слова | 93 |
| | Правила представления авторами рукописей | 98 |
| | Порядок рецензирования рукописей | 100 |
| Оформление, верстка М.М. Венедиктова | Карточка статьи | 101 |
| Редактор Т.М. Молчанова | Карточка автора | 101 |
| Перевод О.В. Криворучко | Условия подписки на полнотекстовую версию в Интернете | 101 |
| | Сведения о членах редакционной коллегии | 102 |

90 лет доктору технических наук профессору генерал-лейтенанту в отставке Шибанову Георгию Петровичу

Исполнилось 90 лет заслуженному деятелю науки и техники Российской Федерации, заслуженному изобретателю РСФСР доктору технических наук профессору генерал-лейтенанту в отставке Шибанову Георгию Петровичу.

Георгий Петрович родился 29 октября 1929 г. в семье преподавателей Кабардино-Балкарского педагогического института (г. Нальчик). Его трудовая деятельность началась в 1942 году (в 13 лет) в качестве слесаря на военной базе ВВС (г. Москва). До призыва в армию в 1950 году он окончил Московский авиационный техникум. Совмещал учебу с занятиями боксом, стал кандидатом в мастера спорта СССР. Учился в Центральном аэроклубе имени В.П. Чкалова, где самостоятельно пилотировал самолет У-2 и более сложные летательные аппараты, в частности, МиГ-15. Работал в Центральном аэрогидродинамическом институте имени Н.Е. Жуковского конструктором, получил свое первое авторское свидетельство на изобретение, в 1949 году стал лауреатом Сталинской премии, учился в Московском вечернем машиностроительном институте.

Военную службу начал в 1950 году в должности матроса-стрелка дивизиона торпедных катеров Южно-Балтийского флота. Окончил с отличием Киевское военное авиационно-техническое училище, а затем прошел переподготовку в Качинском военном авиационном училище летчиков. Получил квалификацию пилота-техника и назначение в разведывательный истребительный авиационный полк, базирующийся на Дальнем Востоке недалеко от границы с Северной Кореей. Боевые действия в Корее не обошли Георгия Петровича, он получил боевое крещение в этой войне.

В 1959 году Г.П. Шибанов с отличием окончил факультет авиационного вооружения Военно-воздушной инженерной академии имени профессора Н.Е. Жуковского и был направлен для прохождения дальнейшей службы в Государственный научно-исследовательский институт эксплуатации и ремонта авиационной техники (ГНИИ ЭРА) ВВС. В 1967 году после защиты кандидатской диссертации был назначен начальником отделения безопасности полетов Центра подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина. После защиты докторской диссертации в 1974 году Георгий Петрович становится начальником управления проблем эксплуатации вооружения и авиационного оборудования ГНИИ ЭРАТ, а в 1982 году – начальником Управления перспективных исследований и разработок 46 Центрального научно-исследовательского института Министерства обороны СССР.

После увольнения в запас в 1989 году продолжает свою активную деятельность в качестве ведущего научного сотрудника Государственного летно-испытательного центра Министерства обороны Российской Федерации (ГЛИЦ) имени В.П. Чкалова.

Георгий Петрович Шибанов – основоположник научной школы автоматизированных испытаний сложных авиационных и космических систем. Научные труды профессора Г.П. Шибанова сыграли большую роль в формировании современных методов теории распознавания образцов, оказали существенное влияние на развитие теории систем автоматического контроля и испытаний авиационной и космической техники, теории безопасности полетов, основ аналитической оценки эффективности деятельности человека в эргатических системах.

Результаты исследований Г.П. Шибанова использовались в строевых частях ВВС, на вооружение которых поступили различные модификации самолетов МиГ-23, МиГ-25, МиГ-27, Су-24, С-17, вертолеты Ми-24, а также на заводах изготовителей авиационной техники и в арсеналах.

Большое внимание Г.П. Шибанов уделяет общественно-научной работе, он является редактором ряда монографий, научных сборников и изданных в Военно-воздушных силах страны методических пособий, председателем диссертационного совета ГЛИЦ им. В.П. Чкалова и членом еще двух диссертационных советов. Им лично подготовлено 8 докторов и более 50 кандидатов технических наук. Кроме того, при его непосредственном участии в интересах ВВС подготовлено 27 докторов и более 300 кандидатов технических наук.

За свою 77-летнюю активную творческую деятельность Г.П. Шибанов опубликовал более 560 научных и публицистических работ, в том числе 17 научно-технических монографий, 4 словаря-справочника, получил более 40 авторских свидетельств и патентов на изобретения, большинство из которых внедрено в России и в других странах.

Является лауреатом Сталинской премии (1949 г.) и конкурсов научных работ Высшей школы (1980, 1985, 1988 гг.). Награжден дипломом 1 степени и золотой медалью Госкомитета СССР по народному образованию и профсоюза работников народного образования и науки «За лучшую научную работу» по циклу работ в области автоматизированных испытаний авиационной и космической техники (1990 г.). В 2007 году Георгий Петрович был удостоен премии Президента Российской Федерации за выдающиеся заслуги в становлении крупной научной школы, научное и практическое решение проблемы автоматизированных испытаний сложных авиакосмических комплексов и обеспечения безопасности их функционирования.

Георгий Петрович – неутомимый и плодотворный труженик и всю свою жизнь работает с полной отдачей на благо нашего Отечества. Верится, что у Георгия Петровича Шибанова будет еще немало творческих достижений, которые обогатят российскую военную науку.

Коллектив 46 ЦНИИ МО РФ и редакция журнала «Вооружение и экономика»

В.М. Буренок, доктор технических наук,
профессор

Определение облика перспективной экипировки солдата

Рассмотрен методический подход к обоснованию облика перспективной боевой экипировки. Показана целесообразность формирования на основе индивидуальной экипировки бойцов подразделения интегрированной разведывательно-информационно-огневой системы подразделения.

Созданию эффективной и функциональной экипировки солдата уделяется повышенное внимание во всех странах мира. В последние годы были созданы образцы, которые интегрируют в себе все элементы, необходимые для выживания солдата в бою и обеспечения максимально эффективных его действий: средства ближнего боя, защиты, связи, управления, энерго- и жизнеобеспечения. Причем каждый из перечисленных элементов частично выполняет функции других элементов, что и составляет суть интегрирования экипировки. За счет этого удалось существенно уменьшить ее вес, а применение новых технологий и современных технических решений и средств обеспечило существенное повышение эффективности действий солдата (бойца) в ходе боя.

Российские конструкторы также достигли значительных успехов в этой области. Удалось преодолеть отставание по средствам связи, управления и энергообеспечения. Можно констатировать тот факт, что по элементам защиты бойца, средствам ближнего боя наша экипировка ни в чем не уступает лучшим зарубежным образцам, а по отдельным характеристикам превосходит их [1].

На повестке дня сейчас стоит разработка облика нового поколения экипировки. Как уже сказано выше, она представляет собой интеграцию многих элементов (защиты, оружия ближнего боя, связи, управления, энергообеспечения, жизнеобеспечения). Естественно, что дальнейшее развитие будет идти как по пути развития каждого этих элементов в отдельности, так и повышения степени их интеграции. Но, как представляется, этим не следует ограничиваться, поскольку такой подход уже не сможет обеспечить существенный прирост эффективности, особенно если речь идет о действиях не одиночного бойца или небольшой группы, а о действиях подразделений (отделения, взвода, роты, батальона). Применительно к этим условиям необходимо рассматривать экипировку бойца как элемент системы более высокого порядка – подразделения. В этом случае проявятся новые требования к ней, ранее не учитывавшиеся в тактико-техническом задании (ТТЗ) на опытно-конструкторскую работу (ОКР) по созданию экипировки.

Суть проблемы заключается в следующем. Невзирая на наличие у каждого бойца и каждой боевой единицы средств связи для обмена информацией с командиром (применительно к отечественной экипировке «Ратник» это комплект разведки, управления и связи – КРУС «Стрелец»), взаимодействие в рамках подразделения происходит крайне медленно и неэффективно. В бою информация от бойца к командиру и обратно передается голосом через радиостанцию, либо в виде текстового файла или фотографии. Заявлена также возможность трансляции видеоизображения. При этом имеющийся в комплекте дальномерно-угломерный прибор позволяет рассчитать координаты обнаруженной бойцом цели и передать их на командный пункт. Следовательно, когда поток информации идет от каждого бойца на командный пункт к командиру, тот должен непрерывно оценивать обстановку (интегрируя получаемую от каждого бойца информацию), учитывать и оценивать вновь выявленные силы и средства противника, наличие и состояние своих средств поражения и принимать решение на уничтожение целей исходя из наличия и взаимного расположения целей и средств поражения, опасности целей и т. п. В позиционной войне, когда солдаты находятся в окопах, ведут оборонительный бой малой интенсивно-

сти, командир подразделения может справиться с такой задачей. Но, по взглядам военных специалистов, позиционная война в современных условиях – это исключение. Правилom являются скоротечные, маневренные, интенсивные боевые действия. В этих условиях обстановка меняется ежесекундно и решение, принятое с опозданием в несколько минут, уже не будет эффективным, поскольку перемещаются цели и средства поражения, меняется их техническое состояние, количество и тип оставшихся у бойца и в образцах ВВСТ боеприпасов и т. п. В условиях непрерывного потока больших объемов информации человек (командир) не может принять быстрое и адекватное решение. Например, принятое и переданное командиром решение на уничтожение танка противника расчетом ПТУР может оказаться невыполнимым, поскольку боекомплект противотанковых ракет будет к моменту получения указания исчерпан, либо цель уйдет за естественное препятствие. При этом танк мог бы быть уничтожен бойцом из РПГ, но он не получил соответствующего указания от командира и т. п.

Следовательно, простое совершенствование отдельных элементов экипировки бойца не сможет существенно повлиять на эффективность действий подразделения. Нужна система управления, которая могла бы в автоматическом режиме принимать развединформацию от каждого бойца и каждого технического средства подразделения (боевой машины пехоты, бронетранспортера, артиллерийской системы и т. д.), интегрировать ее, идентифицировать объекты противника, определять их опасность, производить целеуказание своим техническим средствам и бойцам с учетом их взаимного расположения, технического состояния, наличия и типа средств поражения. Командир в этом случае превращается в наблюдателя, который должен вмешиваться в процесс управления боем только в критических случаях.

То есть, говоря о разработке тактико-технических требований (ТТТ) к перспективной боевой экипировке, при обозначенном подходе необходимо предъявлять несколько иные требования к ее элементам (рисунок 1):

- к средствам разведки – наличие у каждого бойца и объекта ВВСТ подразделения (танка, БМП, БТР, расчета ПТУР, минометного расчета и т. п.) средств разведки, обеспечивающих автоматический сбор информации об окружающей обстановке в реальном масштабе времени;

- к средствам связи – обеспечение автоматической в реальном времени передачи больших потоков информации от каждого бойца или объекта ВВСТ на пункт ее обработки, находящийся у командира, доведение целеуказания с командного пункта к средствам поражения и отдельным бойцам не голосовой связью, а через средства отображения и целеуказания;

- к средствам навигации – непрерывное автоматическое позиционирование бойца или объекта ВВСТ, элементов окружающей обстановки, обнаруженных целей;

- к средствам поражения – наличие информационных устройств, способных контролировать наличие и поражающие способности оружия и боеприпасов, их техническое состояние и передавать эту информацию через систему связи на командный пункт;

- к средствам автоматизации управления командного пункта – обеспечение интеграции разнородной разведывательной информации (оптической, радиолокационной, акустической, тепловой и т. п.) и на этой основе идентификации (распознавания) целей, определения степени их опасности, выработки решения на их уничтожение с учетом возможности своих средств.

При таком подходе при задании требований к отдельным элементам экипировки нужно будет учитывать не только необходимость улучшения значений их характеристик, но и обеспечивать информационное встраивание (интегрирование) этих элементов в разведывательно-информационно-поражающую систему подразделения. При этом очевидным становится то, что система автоматизации управления должна быть построена на элементах искусственного интеллекта, поскольку простая автоматизация принятия решений будет невозможна. Это обуславливается возникно-

вением огромного количества неопределенностей в процессе динамичного изменения ситуации на поле боя. Ведь каждый бой по своей сути уникален: различием местности, различием сил и средств своих и противника, их расположением и перемещением в бою, течением боя (вероятностным характером количества пораженных целей, как своих, так и противника и т. п.).



Рисунок 1 – Изменение подходов к разработке требований к боевой экипировке

Безусловно, одним из существенных препятствий на пути создания и особенно внедрения такой экипировки будет ее стоимость. Необходимо будет оценить достигаемую эффективность ведения боевых действий и предстоящие затраты на создание перспективной экипировки. То есть нужна концептуальная проработка такого решения.

То, что это необходимо делать, чтобы не отстать от наших «вероятных партнеров», говорит ряд фактов, свидетельствующих о том, что они идут именно по такому пути. Суть этого тренда – создание в недалекой перспективе системы вооружения подразделения на основе интеграции всех имеющихся в этом подразделении средств, включая боевую экипировку¹.

Попытки улучшить «ситуационную осведомленность» (по терминологии западных специалистов) солдат и командиров подразделений за рубежом предпринимались достаточно давно, но особого успеха достичь не удалось. Однако благодаря прогрессу в развитии вычислительных систем, систем визуализации и передачи данных, а также в миниатюризации, появилась возможность создать компактные, устойчивые к различного вида воздействиям устройства сбора, обработки и передачи больших объемов данных.

В американской армии попытка создать полномасштабную систему обмена информацией была предпринята в рамках программы Mounted Land Warrior. В 2006 году компания General Dynamics закончила разработку системы Warrior Stryker Interoperable, испытания которой были проведены бригадной группой Stryker. Было заявлено, что «система объединяет в сеть боевые

1 <https://topwar.ru/155517-povysit-uroven-vladenija-obstanovkoj-soldatu-pomogut-novye-sistemy.html>

машины Stryker, боевые группы и солдат, тем самым обеспечивая беспрецедентный обмен информацией в реальном времени внутри подразделений и их личным составом»¹.

Как считают американские специалисты, для небольшого подразделения необходимо знать в реальном времени местоположение всех его солдат, других своих подразделений, а также координаты позиций противника. Для этого необходимо отслеживать положение каждого солдата (или машины) и иметь возможность делиться этой информацией с другими. Ставка при достижении этой цели делается на сеть GPS (Global Positioning Satellite) и миниатюризацию приемников этой сети, которыми оснащаются отдельные солдаты и боевые машины подразделения.

Поступающая на вооружение радиостанция SquadNet компании Thales Communications, по словам ее представителя, включает систему GPS, позволяющую передавать данные в защищенном режиме по Bluetooth на устройство с операционной системой Android. Это позволяет солдату определять свои координаты и местоположение своих сослуживцев. Радиостанция также имеет режим автоматической ретрансляции, что обеспечивает командиру возможность контроля ситуации на поле боя в режиме реального времени.

Французская компания Safran Electronics & Defense в рамках программы солдатской экипировки Félin (Fantassin à Équipements et Liaisons INtégrés – интегрированное оснащение пехотинца и средства связи) разработала систему, способную захватывать изображение с прицела и выводить его на монокуляр, установленный на шлеме. Солдат теперь может свободно двигать головой, ведя наблюдение в предельно широком секторе, но при этом не теряя контроль за линией прицеливания оружия.

Британская лаборатория оборонной науки и технологии реализует подобное решение в своей системе DCCS (Dismounted Close Combat Sensors – сенсоры в ближнем спешенном бою). Модульная система DCCS включает GPS, инерциальную навигационную систему и подсистему слежения. В систему входит камера на шлеме плюс установленные на оружии лазеры, новый тепловизионный прицел и встроенные магнитные датчики. Командир может не только видеть, где находится солдат, но и куда направлено и в каком состоянии находится его оружие.

Таким образом, перечисленные выше компоненты боевой экипировки стран Запада фактически находятся в стадии, позволяющей быстро перейти к реализации идеи, описанной в начале статьи.

Необходимо подчеркнуть, что перечисленные выше исследования являются прикладными и находятся на конечной стадии создания конкретных технических средств. Но есть и работы по созданию принципиально новых технологий и технических средств, которые еще в большей степени приблизят зарубежных конструкторов к реализации идеи интегрированного управления подразделениями на базе искусственного интеллекта.

Но перед этим необходимо отметить следующий факт.

11 февраля 2019 г. президент США Дональд Трамп подписал указ «О поддержке американского лидерства в области искусственного интеллекта» [1]. Этим документом он дал старт реализации национальной стратегии по развитию соответствующих технологий и их широкому внедрению. В документе провозглашается цель обеспечения лидирующей позиции США в конкурентной сфере. При этом в 2017-2019 годах ассигнования военного ведомства США на разработки технологий искусственного интеллекта увеличились с \$1,4 до примерно \$1,9 млрд. Еще примерно двумя миллиардами долларов располагает управление перспективных исследовательских проектов министерства обороны США (DARPA).

Среди прочих исследований DARPA, на которые следует обратить внимание в контексте данной статьи, можно выделить следующие:

1 Там же.

1. В рамках программы Neovision-2 разрабатывается технология машинного распознавания объектов на основе воспроизводства функционирования зрительных путей в мозге человека¹. Целью работы является создание когнитивного сенсора, который способен собирать, обрабатывать, классифицировать и передавать зрительную информацию. В конечном итоге сенсор должен суметь распознавать объекты более 20 различных категорий менее чем за 2 секунды на расстоянии до 4 км.

Средства в объеме 65 миллионов долларов были направлены DARPA в программу Neural Engineering System Design (NESD)². Основной задачей исследований является создание нейроимплантата, позволяющего осуществлять связь между компьютером и человеком. Цель выполняемой DARPA работы 100 Gb/s RF Backbone – создание нового беспроводного стандарта связи, который способен обеспечить скорость передачи данных 100 Гб/с при радиусе покрытия 200 км³.

И это только те исследования, которые проводятся по открытой части проектов DARPA. Понятно, что результаты таких исследований будут реализованы несколько позже, но тенденции сокращения времени от появления идеи до ее реализации показывают, что это может произойти уже в течение 8-10 лет.

Отечественная техническая мысль также приблизилась к решению этой идеи, но концептуально она еще не проработана. Чтобы не отстать в развитии очень важного компонента системы вооружения – боевой экипировки, необходимо уже сейчас приступить к проработке путей технической реализации создания экипировки будущего: интегрированной разведывательно-информационно-огневой системы подразделения на основе боевой экипировки бойца.

Список использованных источников

1. Апрецов С. Все о боевой экипировке «Ратник» // Популярная механика. – 2015. – № 2 (148).
2. Миловидов В. Совсем не искусственная интеллектуальная гонка // <https://news.rambler.ru/other/41766717>

1 <https://topwar.ru/10720-obzor-otcheta-darpa-za-2010-god.html>

2 <https://hi-news.ru/technology/darpa-finansiruet-shesteryx-razrabotchikov-nejrokompyuternogo-interfejsa.html>

3 <https://texnomaniya.ru/technology/10-proektov-DARPA-kotokie-udivyat-mir-uzhe-v-2015-godu.html>

С.Г. Брайткрайц, доктор технических наук, старший научный сотрудник
В.А. Евдокимов, кандидат технических наук
В.В. Бухтияров

Научно-методический подход к обоснованию рационального облика гиперзвукового оружия

В статье рассмотрен методический подход к формированию рационального облика гиперзвукового оружия. Учитывая существенные особенности этого класса высокоточного оружия, детально рассмотрены основные концептуальные вопросы разработки и создания гиперзвукового оружия, включающие формирование оперативно-тактической, научно-технической и производственно-экономической концепций ГЗО. Обоснование облика ГЗО представлено в виде трехуровневой схемы информационно-аналитических, расчетно-оптимизационных и расчетно-экспертных процедур.

Введение

Приоритетность создания гиперзвукового оружия (ГЗО) и обеспечения соответствующего технологического развития в целях оснащения им Вооруженных Сил Российской Федерации (ВС РФ) определена основами военно-технической политики России.

Необходимость и актуальность создания ГЗО для оснащения ВС РФ, с одной стороны, обусловлена возможностью существенного наращивания боевых возможностей ВС РФ, с другой – развертыванием США глобальной системы ПРО, размещением объединенных вооруженных сил НАТО вблизи российских границ, что грозит девальвацией существующего механизма обеспечения военной безопасности, в частности – снижением эффективности механизма стратегического сдерживания.

Научно-исследовательскими организациями Минобороны России и организациями оборонно-промышленного комплекса проведен ряд НИОКР в области развития ГЗО. По результатам данных исследований определено, что наличие ГЗО и возможность его многовариантного применения позволит управлять процессом воздействия на военно-политическое руководство и население государства-противника в целях сдерживания его от развязывания военной агрессии или дальнейших действий в ходе военного конфликта без применения ядерного оружия. Применение ГЗО совместно с другими видами оружия способно внести существенный вклад в решение стратегических и оперативных задач не только в региональных и крупномасштабных, но и в локальных войнах.

В настоящее время в Российской Федерации уже созданы первые образцы гиперзвукового оружия. К ним относятся планирующий боевой блок «Авангард» и гиперзвуковая ракета авиационного комплекса «Кинжал» с использованием в качестве носителя самолета МиГ-31. В рамках государственной программы вооружения (ГПВ) продолжаются работы по созданию других образцов гиперзвукового оружия различных видов базирования.

Анализ существующего научно-технического задела по созданию ГЗО позволяет сделать вывод о том, что отечественными предприятиями ОПК накоплен значительный опыт в этой области, в том числе в создании гиперзвуковых силовых установок, материалов и разработки методов проектирования и испытаний. Активно ведутся работы по решению основных проблем создания ГЗО как технологического, так и технического характера.

Вместе с тем остается нерешенным ряд принципиальных и ключевых научных и технологических проблем, наблюдается неравномерность уровней развития научно-технологических направлений (технологий) создания ГЗО. Процесс создания ГЗО, с одной стороны, характеризуется высокой ресурсоемкостью (научной, материальной и финансовой) и существенными рисками, которые обусловлены применением новых высокотехнологичных решений и уникальных материалов. С другой стороны, разработка этого типа оружия связана с необходимостью гарантированного оснащения им ВС РФ в установленные сроки в условиях ограниченных ресурсов. Данные факторы требуют обязательного соблюдения принципов программно-целевого планирования и эволюционного развития ГЗО, а также координации мероприятий создания гиперзвукового оружия как на межведомственном, так и на межвидовом уровне [1].

Одним из основных инструментов реализации программно-целевого подхода и скоординированного развития системы вооружения и ее элементов является разработка комплексных целевых программ (КЦП). Комплексные целевые программы предназначены для обеспечения согласованности мероприятий, предусмотренных ГПВ и другими программами и планами в сфере обеспечения обороны страны и безопасности государства. При формировании КЦП осуществляются выбор и обоснование целей по развитию классов, типов и видов ВВСТ, систем вооружения родов войск, видов ВС РФ, а также разработка согласованного по срокам, ресурсам и исполнителям комплекса мероприятий по их достижению в намеченные сроки при сбалансированном обеспечении ресурсами [2].

В основе формирования комплекса мероприятий по развитию классов, типов и видов ВВСТ лежат обоснование технического облика отдельных образцов и систематизированного облика совокупности этих образцов с применением соответствующего научно-методического аппарата.

В целом к процессу обоснования облика ГЗО применима общая методология обоснования развития системы вооружения и ее компонентов. Однако существенно более высокая стоимость и риски создания по сравнению с «традиционным» оружием, исключительные военно-технические предпосылки его создания и наличие как стратегических, так и оперативно-тактических целей его применения обуславливают необходимость формирования нового подхода к вопросам обоснования рационального облика ГЗО и формирование на его основе документов программно-целевого планирования.

Рассматриваемый в настоящей статье методический подход построен на основе сформированного в 46 ЦНИИ МО РФ научно-методического задела, созданного в ходе выполнения научно-исследовательских работ по обоснованию облика перспективных систем и комплексов вооружения.

1. Облик ГЗО и основные этапы его формирования

Для обеспечения единого понимания разрабатываемого методического подхода к обоснованию рационального облика ГЗО рассмотрим некоторые термины и определения, используемые в исследуемой предметной области.

Облик (технический облик) образца (комплекса) ГЗО представляет собой совокупность ТТХ основных составных частей и образца в целом – компоновочно-аэродинамической схемы, силовой установки, вооружения, бортового радиоэлектронного оборудования, бортовых средств защиты [4].

Под *обликом* ГЗО как класса высокоточного оружия в рамках данной статьи понимается систематизированная и унифицированная по функционально-конструктивным признакам и ТТХ совокупность образцов ГЗО, позволяющая решать перечень стоящих перед этим оружием задач. Такое понимание облика ГЗО основано на учете того, что фундаментом для создания ГЗО служат принципы построения и применения ВТО большой дальности, и взгляд на ГЗО как на класс высокоточного оружия может основываться на следующих положениях [3].

Первое. Совокупность образцов ГЗО и средств, обеспечивающих его применение, является классом интегрированных в интересах решения единой задачи различных технических средств: разведки, обработки информации, связи, автоматизированной системы управления (АСУ) и управляемых средств поражения. Такое вооружение имеет строгую вертикальную иерархическую структуру и может функционировать как на основе постоянных, так и временных контуров.

Второе. ГЗО является классом высокоточных средств поражения, привлекаемых к решению центрально-сетевых операций в составе разнородных группировок, одновременно действующим по ключевым элементам системы государственного и военного управления на всей территории противоборствующей стороны.

Третье. ГЗО как класс высокоточного оружия представляет собой совокупность средств поражения видов ВС РФ, согласованное применение которых обеспечивает поражение выделенной группы объектов (целей).

Последнее положение является наиболее очевидным, поскольку на сегодня основным предназначением ГЗО, рассматриваемым специалистами Министерства обороны РФ, является его использование в рамках механизма стратегического неядерного сдерживания и уничтожение критически важных объектов противника.

Основной целью обоснования облика ГЗО является создание эффективных образцов ГЗО, улучшение их ТТХ, повышение серийноспособности, обеспечение унификации и стандартизации.

Для формирования рационального (оптимального) облика ГЗО необходим критерий, по которому различные образцы (ряды образцов) можно было бы сравнивать между собой. Анализ критериев рационализации (оптимизации) с точки зрения их практической реализации показывает, что в качестве такого критерия предварительно может быть выбран критерий полных затрат на разработку, производство и эксплуатацию ГЗО.

Тогда под *рациональным обликом ГЗО* будем понимать такой качественный состав ГЗО, при котором входящие в него образцы обеспечивают выполнение всех поставленных задач при одновременной минимизации затрат на разработку, производство и эксплуатацию в текущем и планируемом программных периодах. Основная идея предлагаемого подхода заключается в системном взгляде на ГЗО и на его развитие, с учетом его особенностей и согласования с существующей методологией военно-научных исследований.

Процессы синтеза облика и создания комплексов (оружия) тесно связаны с методологией обоснования рационального облика авиационных ракет [4]. Процесс формирования облика ГЗО может включать три этапа:

1. Концептуальный – этап обоснования концепций перспективных образцов, определяющих главные концептуальные требования и идею о месте и роли ГЗО в системе вооружения.
2. Обликовый – этап синтеза комплекса ГЗО (оптимизация основных ТТХ и основных технических параметров) в рамках выбранной на первом этапе концепции.
3. Проектный – этап уточнения отдельных тактико-технических характеристик (ТТХ), принятых к реализации на этапе проектирования и оценки различных технических решений в процессе опытно-конструкторских работ (ОКР).

Тогда в концепции нового класса оружия можно выделить (рисунок 1):

оперативно-тактическую концепцию ГЗО, которая изучает и обосновывает военную необходимость ГЗО;

научно-техническую концепцию ГЗО, характеризующую области возможного существования ГЗО, технические пути реализации оперативно-тактических требований;

производственно-экономическую концепцию ГЗО, включающую вопросы серийного производства, требуемых ресурсов и т. п.



Рисунок 1 – Составные части концепции ГЗО

Оперативно-тактическая концепция ГЗО – составная часть концепции ГЗО, характеризующая предназначение ГЗО, решаемые задачи, условия их выполнения и вытекающие из них ключевые оперативно-тактические требования. Ключевым компонентом оперативно-тактической концепции является триада основных боевых свойств: мощность, мобильность, выживаемость, каждое из которых характеризуется своей системой показателей (рисунок 2).



Рисунок 2 – Основные требуемые боевые свойства ГЗО

Научно-техническая концепция ГЗО определяет технические пути и средства достижения поставленных целей. Выделяют четыре группы факторов, которые определяют научно-технические возможности по созданию нового оружия (рисунок 3).



Рисунок 3 – Научно-техническая концепция ГЗО

Третьей составляющей концепции ГЗО является **производственно-экономическая концепция**, которая определяет прогнозируемые ресурсы и ограничения производственно-технологического характера при разработке и создании образцов ГЗО. Ее обоснование является наиболее сложной задачей в процессе формирования общей концепции.

Ключевые факторы, определяющие производственно-экономическую концепцию, представлены на рисунке 4. На основе приведенных концептуальных положений можно предложить схему методического подхода по обоснованию рационального облика ГЗО (рисунок 5).

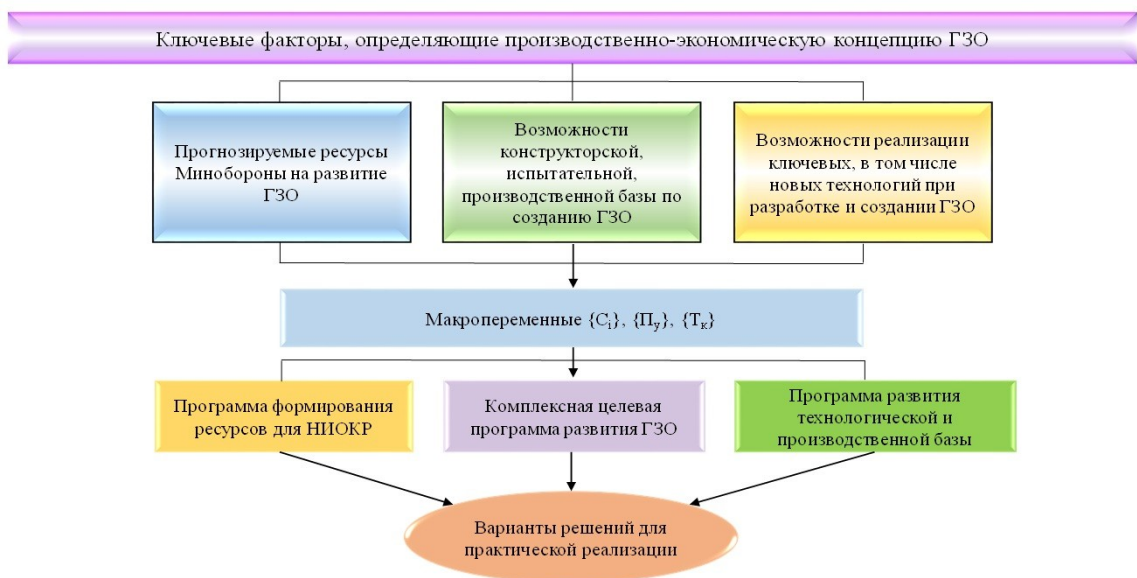


Рисунок 4 – Производственно-экономическая концепция ГЗО

Методический подход к обоснованию рационального облика ГЗО

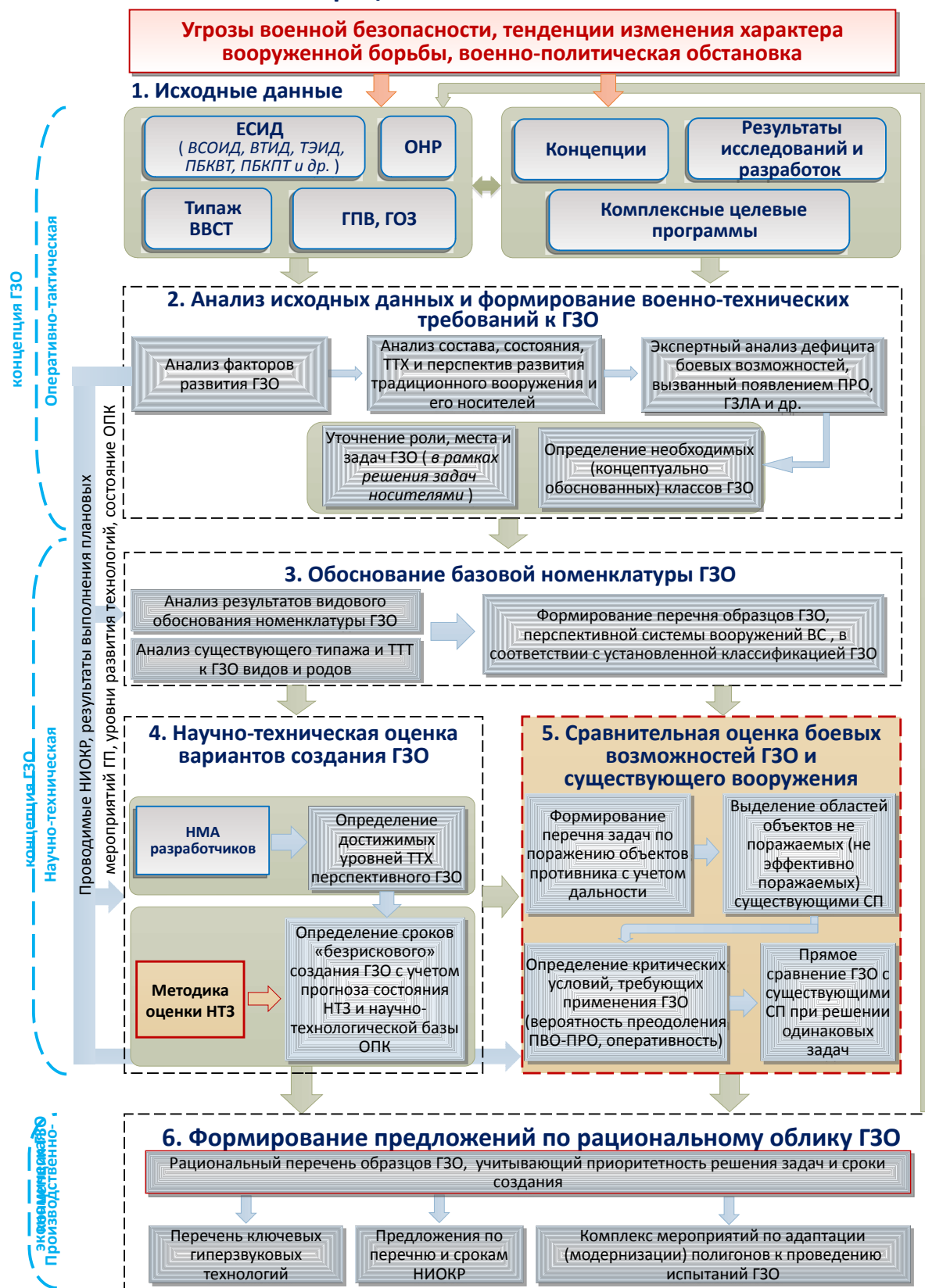


Рисунок 5 – Схема научно-методического подхода к обоснованию рационального облика ГЗО

Задача обоснования облика ГЗО, решаемая на основе предлагаемого методического подхода, может быть сформулирована следующим образом.

При известных исходных данных необходимо определить целесообразную (рациональную) номенклатуру ГЗО, включаемую в систему вооружения ВС РФ, и значения основных технических характеристик, которыми оно должно обладать, чтобы система вооружения ВС РФ могла наиболее успешно решать задачи, определяемые угрозами военной безопасности.

В состав исходных данных входят:

1. Единая система исходных данных, включающая в свой состав широкий перечень документов, основными из которых являются военно-стратегические и оперативные (ВСОИД), военно-технические (ВТИД) и технико-экономические исходные данные (ТЭИД).

2. Основные направления развития ВВСТ (ОНР).

3. Существующий типаж ВВСТ.

4. Завершившаяся и действующая государственные программы вооружения, а также действующий государственный оборонный заказ (ГОЗ).

5. Концептуальные документы и комплексные целевые программы в рассматриваемой и смежных областях.

6. Результаты проведенных НИОКР в области развития и создания ГЗО.

2. Содержание и реализация компонентов методического подхода к обоснованию рационального облика ГЗО

Реализация **оперативно-тактической концепции ГЗО** отражена в блоках (этапах) формирования исходных данных и уточнения роли, места и задач ГЗО (этап 1 и этап 2).

Этап 1 методического подхода заключается в разработке оперативно-тактических и военно-технических исходных данных, данных по ресурсам и возможностям оборонно-промышленного комплекса (ОПК).

Этап 2 методического подхода включает анализ и уточнение исходных данных. Обобщаются и систематизируются исходные данные, определенные документами программно-целевого планирования, разрабатываемыми в соответствии с утвержденными Президентом правилами разработки и реализации государственной программы вооружения, а также концептуальные и программные документы, и результаты исследований и разработок, непосредственно определяющие развитие ГЗО.

Основными задачами данного этапа являются следующие:

- анализ факторов развития ГЗО;
- анализ состава, состояния, ТТХ и перспектив развития традиционного вооружения и его носителей;
- экспертный анализ дефицита боевых возможностей, вызванный появлением ПРО, ГЗЛА и др.;
- уточнение роли, места и задач ГЗО;
- определение необходимых (концептуально обоснованных) классов ГЗО.
- Анализ факторов развития ГЗО заключается в решении следующих вопросов:
- анализ и оценивание возможных угроз национальной безопасности РФ;
- концептуальное определение задач, требующих создания ГЗО;
- оценивание существующего уровня развития зарубежных и отечественных гиперзвуковых технологий;
- систематизация и анализ зарубежного и отечественного опыта создания и производства ГЗО;
- анализ результатов выполнения плановых мероприятий государственных программ в части ГЗО;
- анализ тенденций развития систем (средств) ПВО/ПРО противника;
- анализ разнородных дестабилизирующих факторов, влияющих на разработку и производство ГЗО, в том числе:
- обобщение проблемных вопросов развития ГЗО, определение возможных путей их решения;

- определение путей интеграции ГЗО в состав комплексов вооружения, анализ проблемных вопросов и пути их решения;
- оценка состояния научно-технологической базы отечественного ОПК.

Получаемые при этом данные используются на всех этапах обоснования облика ГЗО. Основными из них являются направленность, сроки и стоимость проводимых НИОКР, результаты выполнения плановых мероприятий государственных программ (ГПВ, ГП ОПК), уровни развития гиперзвуковых технологий, состояние ОПК.

Далее с использованием Типажа ВВСТ, ВТИД, ОНР, действующей ГПВ и программы вооружений предыдущего периода производится анализ состава, состояния, ТТХ и перспектив развития традиционного вооружения и его носителей. После этого проводятся экономические и экспертные оценки дефицита боевых возможностей существующей системы вооружения путем сопоставления данных, полученных на предыдущем шаге, с мировыми тенденциями развития вооружения, военной и специальной техники, характеризующих появление новых видов и типов оружия. Моделируются и оцениваются концептуальные положения необходимости создания ГЗО в части факторов военно-технического характера (необходимость парирования новых угроз, определяемых возрастанием динамики боевых действий, совершенствование систем ПВО/ПРО, появление гиперзвуковых ЛА, поражение баллистических целей и др.), определяющих целесообразность создания ГЗО.

На основе этого в заключении второго этапа осуществляется уточнение роли ГЗО при решении задач обеспечения национальной безопасности государства и его места в системе вооружения ВС РФ, а также уточнение задач, решаемых боевыми комплексами, оснащенными ГЗО, и тактико-технических требований к перспективному ГЗО. Кроме того, определяются (уточняются) необходимые обоснованные составы типажей гиперзвукового оружия согласно концептуальным взглядам на развитие ГЗО и ВСОИД.

На этом этапе разрабатываются требования к классу ГЗО (какие задачи он должен решать, с какой эффективностью, каким должен быть уровень оснащенности). При этом система задач описывается на уровне задач военно-технических систем, что дает возможность оценить не только важность той или иной задачи в отдельности, но и во взаимосвязи с другими задачами, решаемыми другими классами оружия.

Данный этап является важнейшей частью методического подхода, по результатам которой определяются пропорции в объемах финансирования разработки концептуально-обоснованных типов ГЗО.

Реализация **научно-технической части концепции ГЗО** осуществляется на 3, 4 и 5 этапах методического подхода.

На 3 этапе на основе разработанных принципов и требований формируется исходный перечень образцов ГЗО, которые предполагается включить в ГПВ. Для этого дополнительно проводится анализ результатов НИР, проведенных видовыми научно-исследовательскими организациями (НИО), анализ ОНР и существующего Типажа ВВСТ, который определяет номенклатуру ГЗО. В качестве входных данных используются результаты проводимых в настоящее время НИОКР по созданию образцов ГЗО в рамках действующей ГПВ и реализуемого ГОЗ и тактико-технические требования к ГЗО, определенные во ВСОИД.

При отсутствии образцов ГЗО соответствующих классов, определенных на предыдущем этапе, НИО Минобороны формируются предложения с привлечением предприятий промышленности по наполнению данных классов, так как предварительная номенклатура ГЗО в обязательном порядке должна охватывать концептуально обоснованные классы ГЗО. В результате формирует-

ся перечень образцов ГЗО с указанием основных тактико-технических требований (ТТТ) к ним и потенциальных сроков их создания.

На 4 этапе производится научно-техническая оценка вариантов создания ГЗО, в ходе которой используются специальные методы и методики разработчиков ГЗО. С их использованием определяются целесообразные (оптимальные) характеристики перспективного ГЗО из предварительно обоснованной номенклатуры, сформированной на предыдущем этапе. В результате исследований разработчиков определяются достижимые (рациональные) тактико-технические и экономические характеристики. На данном шаге возможно расширение номенклатуры, которое может произойти за счет появления новых вариантов ГЗО, отличающихся друг от друга значениями тех или иных характеристик.

При этом необходимо с использованием методики оценки достаточности научно-технического задела (НТЗ) для создания образцов ВВСТ определить сроки «безрискового» – гарантированного создания образцов ГЗО с учетом уровней развития гиперзвуковых технологий, прогнозов состояния НТЗ, решения научно-технических и технологических проблем создания ГЗО и научно-технологической базы ОПК. В качестве исходных данных следует использовать результаты анализа разнородных дестабилизирующих факторов, влияющих на разработку и производство ГЗО, а также проблемных вопросов развития ГЗО и его интеграции в состав комплексов вооружения (носителей) и возможных путей их решения.

Можно отметить, что вышеуказанная процедура фактически относится к исследованиям в области производственно-экономической концепции, так как направлена на выявление возможностей и ресурсных ограничений.

На 5 этапе на основе предварительно обоснованной номенклатуры ГЗО и ее достижимых к рассматриваемым временным срезам ТТХ осуществляется сравнительная характеристика боевых возможностей ГЗО и существующего вооружения.

Для этого формируется перечень задач по поражению объектов противника с учетом обеспечиваемой дальности на основе концептуально обоснованных и определенных ВСОИД задач, требующих применения ГЗО и сравнения, сопоставления с задачами по поражению конкретных объектов согласно исходным данным по объектам и целям иностранных государств (ИД ОЦИГ). При этом при отсутствии таких задач в ИД ОЦИГ, определенных концептуальными документами и ВСОИД, осуществляется их приближенная формализация.

Далее на основе анализа данных задач выделяются задачи, решение которых не обеспечивается существующими и разрабатываемыми «традиционными» классами вооружения с учетом критерия досягаемой дальности. При этом выделяются задачи, решение которых, по мнению экспертов, по тем или иным причинам неэффективно «традиционными» вооружениями (например, задачи поражения ГЗЛА и необходимость перехвата баллистических целей). Также может осуществляться корректировка условий решения задач с учетом проведенных исследований при выявлении их изменений или учете новых факторов (изменений противником форм и способов боевого применения своих вооружений).

После этого на основе анализа военно-технических факторов развития ГЗО определяются критические условия, которые не позволяют решать задачи «традиционными» вооружениями в силу ограниченности их боевых свойств. К ним в первую очередь относятся: необходимость преодоления ПВО/ПРО, а также повышение оперативности поражения критически важных (высокомобильных) объектов противника.

В результате двух вышеуказанных процедур формируется перечень ГЗО, без которого не могут быть решены задачи, определенные документами военного строительства. В части задач, где могут применяться как традиционные средства поражения, так и гиперзвуковое оружие, осуществляется

их прямое сравнение. При этом сравнение производится путем военно-экономической оценки, учитывающей как эффективность составляющую, так и экономическую целесообразность.

На 6 этапе осуществляется формирование **производственно-экономической** части концепции ГЗО. Здесь определяются варианты финансирования разработок соответствующих комплексов ГЗО на основе имеющегося прогноза объемов ассигнований. На этом этапе для каждого варианта проводится оценка ресурсобеспеченности мероприятий по разработке и созданию образцов ГЗО с учетом определенных на четвертом этапе сроков их создания на основе прогнозируемого уровня научно-технического задела и научно-технологического уровня ОПК. Критерием отбора в рациональный перечень образцов ГЗО является минимизация стоимости создания образцов ГЗО, обеспечивающих решение выделенного для ГЗО объема задач при минимальных рисках разработки, создания и производства образцов ГЗО.

Выводы

На основе предлагаемого методического подхода формируются:

рациональная номенклатура ГЗО;

перечень ключевых гиперзвуковых технологий, обеспечивающий развитие сформированной номенклатуры ГЗО;

предложения по перечню и срокам проведения НИОКР по развитию гиперзвукового оружия; комплекс мероприятий по адаптации (модернизации) полигонов к проведению испытаний ГЗО.

Кроме того, в процессе реализации методического подхода помимо обоснования номенклатуры образцов гиперзвукового оружия будут сформированы предложения по развитию научно-технического задела и испытательной базы для проведения дальнейших работ в области разработки перспективных гиперзвуковых летательных аппаратов.

Список использованных источников

1. Буренок В.М., Косенко А.А., Лавринов Г.А. Техническое оснащение Вооруженных Сил Российской Федерации: организационные, экономические и методологические аспекты. – М.: Граница, 2008. – 728 с.

2. Буренок В.М., Ивлев А.А., Корчак В.Ю. Программно-целевое планирование и управление созданием научно-технического задела для перспективного и нетрадиционного вооружения. – М.: Граница, 2007. – 408 с.

3. Буренок В.М., Брайткрайц С.Г., Крайлюк А.Д., Шаповалов А.Б. Методические вопросы формирования системы высокоточного оружия // Вопросы оборонной техники. Серия 9. – 2008.

4. Платунов В.С. Методология системных военно-научных исследований авиационных комплексов. – М.: Дельта, 2005.

Г.И. Головачев, доктор технических наук,
профессор

В.В. Дулепа, кандидат технических наук

Методика оценки военно-экономической эффективности создаваемых (модернизируемых) образцов бронетанкового вооружения

Разработана методика оценки военно-экономической эффективности создаваемых (модернизируемых) образцов бронетанкового вооружения, основанная на расчете стоимости выполнения боевой задачи с использованием показателя военно-технического уровня.

Настоящая методика разработана в целях совершенствования научно-методического аппарата, используемого для обоснования управленческих решений, принимаемых при обосновании перспектив развития бронетанкового вооружения.

Оценка военно-экономической эффективности (ВЭЭ) образцов бронетанкового вооружения (БТВ) проводится по критерию «эффективность-стоимость». При этом в качестве эффективной составляющей указанного критерия могут применяться:

- показатели, определяемые по результатам математического моделирования процессов боевого применения оцениваемых образцов в составе воинских формирований;
- показатели военно-технического уровня (ВТУ), определяемые на основе результатов моделирования частных процессов применения единичных образцов БТВ по назначению.

В составном критерии «эффективность-стоимость», используемом для оценки военно-экономической эффективности образцов вооружения и военной техники (ВВТ), на численное значение показателя эффективности, как правило, накладываются ограничения, а стоимостной показатель используется в качестве целевой функции. При этом если оценка проводится по результатам моделирования процессов боевого применения оцениваемого образца ВВТ, то в качестве стоимостного показателя рассматривается стоимость выполнения боевой задачи с использованием данного образца [1].

Однако проведение адекватных оценок военно-экономической эффективности образцов БТВ по результатам моделирования боевых действий вызывает в настоящее время определенные затруднения, связанные с рядом характерных особенностей, которыми обладают существующие математические модели боевого применения образцов БТВ [2]. В частности, одна из особенностей показателей, определяемых на основе моделирования боевых действий, состоит в том, что в них учитывается значительно меньшее количество тактико-технических характеристик (ТТХ) оцениваемых образцов, чем в показателях ВТУ. Кроме того, в ходе моделирования боевых действий получаются результаты, характеризующие частные боевые ситуации и условия их проведения, в то время как в показателях ВТУ полно обобщены боевые ситуации и условия боевого применения оцениваемых образцов БТВ.

Показатели ВТУ определяются на основе результатов моделирования частных процессов применения образцов БТВ по назначению, в которых проявляются их основные свойства: разведка и поражение целей – огневая мощь, сохранение боеспособности при воздействиях средств поражения противника – защищенность, передвижение в различных внешних условиях – подвижность, обеспечение управления в ходе выполнения боевых задач – командная управляемость, поддержание боеготового состояния – комплекс эксплуатационно-технических свойств. С учетом отмеченного, для оценки военно-экономической эффективности образцов

БТВ в качестве эффективностной составляющей критерия «эффективность-стоимость» целесообразно использовать показатели их ВТУ.

В ранее проведенных исследованиях, основанных на расчетах показателя ВТУ, для оценки военно-экономической эффективности образцов БТВ использовались следующие составляющие критерия «эффективность-стоимость»:

$$\text{целевая функция} \quad \frac{K_{нзи} \cdot C_{ци}}{K_{ВТУi}} \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$\text{ограничение} \quad K_{ВТУi} \geq K_{ВТУ}^{mp}, \quad (2)$$

где $C_{ци}$ – цена i -го образца БТВ;

$K_{нзи}$ – коэффициент полных затрат жизненного цикла образца БТВ;

$K_{ВТУi}$ – показатель ВТУ i -го образца БТВ;

$K_{ВТУ}^{mp}$ – требуемое значение показателя ВТУ.

Коэффициент $K_{нзи}$ определяется по формуле:

$$K_{нзи} = 1 + q_p + q_{экс} + q_{кр}, \quad (3)$$

где q_p , $q_{экс}$, $q_{кр}$ – доли затрат на разработку, эксплуатацию и капитальный ремонт в жизненном цикле образца от стоимости закупки (цены) образца.

Оценка военно-экономической эффективности образцов БТВ с использованием приведенного критерия проводится в два этапа. На первом этапе по условию (2) из номенклатуры образцов, подлежащих оценке ВЭЭ, отбираются альтернативные образцы, имеющие военно-технический уровень не ниже требуемого значения. На втором этапе в соответствии с условием (1) осуществляется выбор лучшего образца, для которого полные затраты, приходящиеся на единицу показателя ВТУ (удельные затраты), имеют наименьшее значение.

Однако показатель (1) имеет несколько недостатков. Первый из них состоит в следующем. При проведении сравнительной оценки рассматриваемого образца с базовым образцом (образцом, на котором проводятся мероприятия по модернизации, или образцом, который предполагается заменить разрабатываемым образцом) определяется его лимитная цена¹. В случае превышения лимитной цены закупать новый (модернизированный) образец становится невыгодно с военно-экономической точки зрения. Если лимитная цена для оцениваемого образца определяется с использованием показателя (1), то она линейно зависит от показателя его ВТУ.

Однако практический опыт показывает, что большинство разрабатываемых новых образцов БТВ требует затрат, превышающих значение лимитной цены, определенной указанным способом. Это обусловлено тем, что уровень ТТХ современных образцов БТВ, в основном, достиг области «насыщения» и его дальнейшее повышение связано со значительным усложнением их конструкций и внедрением высокотехнологичных, «прорывных» решений, что требует увеличения затрат, превышающих прирост их ТТХ. В результате использование оценок военно-экономической эффективности разрабатываемых образцов БТВ, полученных на основе данного показателя, как правило, приводит к выводу о нецелесообразности их производства.

Второй и наиболее существенный недостаток показателя (1) состоит в том, что показатель ВТУ, входящий в его состав, непосредственно не отражает результат решения боевых задач, возлагаемых на данный образец БТВ.

С целью устранения указанных недостатков разработана методика оценки ВЭЭ образцов БТВ с использованием показателей их ВТУ, основанная на расчете стоимости выполнения

1 Под лимитной ценой понимается предельно допустимый (верхний) уровень цены, при котором использование нового (модернизированного) образца является целесообразным с военно-экономической точки зрения.

условной боевой задачи, возлагаемой на оцениваемый образец БТВ. Возможность определения данного показателя на основе результатов расчета показателя ВТУ оцениваемого образца связана с принятием следующих допущений:

1. Рассматривается условная боевая задача, возлагаемая на оцениваемый образец БТВ, обобщенная по тактическим ситуациям и условиям ее выполнения, предусмотренным в отраслевых методиках оценки ВТУ.

Предполагается, что в боевых действиях с обеих сторон принимает участие некоторое количество однородных боевых средств. С нашей стороны (сторона А) – оцениваемый образец БТВ, со стороны противника (сторона В) – обобщенные по номенклатуре характеристик, предусмотренных в методиках оценки ВТУ, однородные боевые средства.

2. Результаты выполнения рассматриваемой условной боевой задачи, возлагаемой на оцениваемый образец, определяются с помощью уравнений модели боя, основанных на методе динамики средних [3]:

$$aN_a(1-\mu_a^2)=bN_b(1-\mu_b^2), \quad (4)$$

где a, b – обобщенные интенсивности потоков поражающих выстрелов однородных боевых средств противоборствующих сторон по целям противника (a – сторона А, b – сторона В);

N_a, N_b – начальные численности боевых средств противоборствующих сторон (N_a – сторона А, N_b – сторона В);

μ_a, μ_b – относительные остатки боевых средств противоборствующих сторон на момент окончания боя.

3. Предполагается, что начальная численность однородных боевых средств противоборствующих сторон одинаковая:

$$N_a=N_b. \quad (5)$$

4. Отношение интенсивностей потоков поражающих выстрелов боевых средств противоборствующих сторон равно показателю ВТУ оцениваемого (i -го) образца:

$$\frac{a_i}{b_i}=K_{ВТУi}. \quad (6)$$

Применение зависимости (6) оправдано тем, что обобщенная интенсивность потоков поражающих выстрелов оцениваемого образца БТВ по целям противника находится в прямой зависимости от уровня его огневой мощи, а также от уровня других его свойств. В то же время обобщенная интенсивность потоков поражающих выстрелов боевых средств противника по оцениваемому образцу БТВ находится в обратной зависимости от уровня его защищенности, а также от уровня других его свойств.

Принимая в качестве условия выполнения поставленной задачи полное уничтожение боевых средств противника, получим, что к моменту окончания боя:

$$\mu_b=0. \quad (7)$$

Подставляя выражение для показателей μ_b, N_a и $\frac{a_i}{b_i}$ из уравнений (7), (5) и (6) в уравнение (4), получим, что к моменту окончания боя относительный остаток боевых средств нашей стороны μ_{ai} будет равен:

$$\mu_{ai}=\sqrt{\left(1-\frac{1}{K_{ВТУi}}\right)}. \quad (8)$$

Относительные потери боевых средств нашей стороны Π_{ai} будут соответственно равны:

$$P_{ai} = 1 - \mu_a = 1 - \sqrt{\left(1 - \frac{1}{K_{ВТУi}}\right)}. \quad (9)$$

Уравнение (9) может быть применено для расчета показателя P_{ai} при условии $K_{ВТУi} \geq 1$. Если $K_{ВТУi} < 1$, то выполнение равенства (4) к моменту окончания боя возможно только при увеличении начальной численности стороны А до значения:

$$N_{ai} = \frac{N_a}{K_{ВТУi}}. \quad (10)$$

При этом относительные остатки боевых средств противоборствующих сторон к моменту окончания боя будут равны нулю: $\mu_a = 0$; $\mu_b = 0$. В соответствии с этим относительные потери стороны А возрастут до значения:

$$P_{ai} = \frac{N_{ai}}{N_a} = \frac{1}{K_{ВТУi}}. \quad (11)$$

Проведенный анализ показал, что для получения корректных результатов расчета потерь по зависимостям (9) и (10) необходимо использовать нормированные значения показателя ВТУ $K_{ВТУi}^{HP}$.

Использование нормированных значений показателя ВТУ обусловлено необходимостью реализации требований, предъявляемых к методическому аппарату оценки уровня потерь образцов БТВ в ходе выполнения условной боевой задачи. Указанные требования заключаются в том, чтобы численные значения потерь образцов БТВ, относящихся к категории современных, не превышали допустимых значений, определяемых из условия успешного решения возлагаемых на них боевых задач.

К категории современных относятся образцы, показатель уровня технического совершенства которых $K_{ТС}$ находится в пределах от 0,8 до 1,2.

В связи с этим требуемое значение показателя ВТУ $K_{ВТУ}^{mp}$, используемое в формуле (1), должно быть равным значению показателя ВТУ такого образца, для которого уровень технического совершенства приближенно равен нижней границе указанного интервала ($K_{ТС}^{mp} = 0,8$).

Значение нормированного показателя ВТУ i -го образца должно зависеть от требуемого значения показателя ВТУ $K_{ВТУ}^{mp}$ и может быть определено по зависимости:

$$K_{ВТУi}^{HP} = K_{НPM} \frac{K_{ВТУi}}{K_{ВТУ}^{mp}}, \quad (12)$$

где $K_{ВТУi}^{HP}$ – нормированное значение показателя ВТУ i -го образца;

$K_{НPM}$ – коэффициент нормирования показателя ВТУ.

Для определения значения коэффициента $K_{НPM}$ положим, что показатель ВТУ оцениваемого i -го образца $K_{ВТУi}$ равен $K_{ВТУ}^{mp}$:

$$K_{ВТУi} = K_{ВТУ}^{mp}. \quad (13)$$

При выполнении данного условия в соответствии с выдвинутым выше требованием уровень потерь для i -го образца P_{ai} должен быть равен верхней границе допустимых потерь, при которых возможно успешное решение поставленной боевой задачи, $P_{ВД}$:

$$P_{ai} = P_{ВД}. \quad (14)$$

Подставляя данное значение для P_{ai} в уравнение (9), заменяя в нем показатель $K_{ВТУi}$ на показатель $K_{ВТУi}^{HP}$ и разрешая его относительно данного показателя, получим:

$$K_{ВТУi}^{HP} = \frac{1}{1 - (1 - \Pi_{ВД})^2}. \quad (15)$$

Подставляя значение $K_{ВТУi}^{HP}$ из равенства (13) в уравнение (12), получим:

$$K_{HPM} = K_{ВТУi}^{HP} = \frac{1}{1 - (1 - \Pi_{ВД})^2}. \quad (16)$$

Среднее (обобщенное по наступлению и обороне) значение верхней границы допустимых потерь образцов БТВ $\Pi_{ВД}$, определяемое из условия успешного решения возлагаемых на них боевых задач, с учетом выполнения равенства (7), может быть принято равным 0,5:

$$\Pi_{ВД} = 0,5. \quad (17)$$

Подставляя данное значение в уравнение (16), получим:

$$\frac{1}{0,75} = 1,33. \quad (18)$$

В итоге выражение для определения нормированного показателя ВТУ i -го образца приобретает вид:

$$K_{ВТУi}^{HP} = 1,33 \cdot \frac{K_{ВТУi}}{K_{ВТУ}^{MP}}. \quad (19)$$

Обобщая зависимости (9), (11) и (19), получим, что относительные потери боевых средств стороны А к моменту окончания боя могут быть определены по формуле:

$$\Pi_{ai} = \begin{cases} 1 - \sqrt{1 - \frac{1}{K_{ВТУi}^{HP}}}, & \text{если } K_{ВТУi}^{HP} \geq 1, \\ \frac{1}{K_{ВТУi}^{HP}}, & \text{если } K_{ВТУi}^{HP} < 1. \end{cases} \quad (20)$$

Суммарная стоимость выполнения боевой задачи $S_{сzi}$ складывается из удельных полных затрат, приходящихся на одну выполняемую образцом боевую задачу, и затрат, связанных с непосредственным выполнением боевой задачи:

$$S_{сzi} = \frac{K_{пzi} \cdot C_{ци}}{N_{бzi}} + S_{зи}, \quad (21)$$

где $N_{бzi}$ – среднее количество боевых задач, которые может выполнить образец до выхода в безвозвратные потери (боевой ресурс образца);

$S_{зи}$ – затраты, связанные с непосредственным выполнением боевой задачи.

Показатель $N_{бzi}$ определяется по формуле:

$$N_{бzi} = \frac{1}{\Pi_{ai} \cdot \delta_{безi}}, \quad (22)$$

где $\delta_{безi}$ – доля безвозвратных потерь в их структуре.

Коэффициент $K_{пzi}$ в формуле (21) позволяет обеспечить наиболее полный учет затрат, произведенных на стадиях жизненного цикла образца БТВ, включающих не только стоимость производства, но и разработки, эксплуатации, капитального ремонта. Конкретное значение коэффициента, определяемое по формуле (3), будет зависеть от того, в какой момент своего жизненного цикла i -й образец БТВ выйдет в безвозвратные потери в результате выполнения n -й боевой задачи. Если данное событие произойдет, например, в первом межремонтном периоде

эксплуатации, то в формуле (3) показатели q_p и $q_{экс}$ примут значения, соответствующие этому временному отрезку, а $q_{кр} = 0$.

Целесообразность использования показателя полных затрат (первое слагаемое в формуле 21) обусловлена следующим. К моменту завершения выполнения боевой задачи образец БТВ может сохранить боеспособность, а затем принять участие в последовательном выполнении еще нескольких боевых задач. Количество боевых задач, которое может выполнить образец БТВ до выхода его в безвозвратные потери $N_{бзи}$, является его боевым ресурсом. Выход образца в безвозвратные потери будет означать утрату полных затрат, произведенных за весь пройденный им отрезок жизненного цикла. Поэтому при определении стоимости выполнения боевой задачи $S_{эи}$ именно полные затраты должны распределяться между количеством $N_{бзи}$ выполняемых боевых задач.

Затраты, связанные с непосредственным выполнением боевой задачи $S_{эи}$, определяются целым рядом показателей, основным из которых является стоимость восполнения потерь, полученных в ходе ее выполнения [1]. С учетом основного показателя, затраты, связанные с непосредственным выполнением боевой задачи S_3 , приходящиеся на одно боевое средство, определяются по формуле:

$$S_3 = K_{эи} \cdot C_{ци} \cdot \Pi_{эи}, \quad (23)$$

где $K_{эи}$ – показатель стоимости восполнения потерь;

$\Pi_{эи}$ – относительные потери боевых средств стороны А, определяемые по формуле (20).

Показатель $K_{эи}$ определяется по зависимости:

$$K_{эи} = P_{бн} + P_{кр} \cdot \delta_{кр} + P_{ср} \cdot \delta_{ср} + P_{тр} \cdot \delta_{тр}, \quad (24)$$

где $P_{бн}$, $P_{кр}$, $P_{ср}$, $P_{тр}$ – вероятности распределения потерь, полученных в ходе ведения боевых действий, по следующим категориям: безвозвратные потери, капитальный ремонт, средний ремонт, текущий ремонт соответственно;

$\delta_{кр}$, $\delta_{ср}$, $\delta_{тр}$ – доли затрат на проведение капитального ремонта, среднего ремонта, текущего ремонта, соответственно, по отношению к цене образца $C_{ци}$.

На затраты, связанные с непосредственным выполнением боевой задачи образцом БТВ, кроме основного показателя (стоимости восполнения потерь), оказывает влияние целый ряд дополнительных показателей. К ним относятся затраты, связанные с разработкой, эксплуатацией образца, расходом ресурса, проведением капитального ремонта, которые являются составляющими полных затрат на образец, а также стоимость расходуемых боеприпасов и ущерб государства от потери личного состава [1].

С учетом влияния указанных факторов затраты, связанные с непосредственным выполнением боевой задачи S_3 , определяются по формуле:

$$S_3 = C_{ци} \left(\frac{K_{нзи} \cdot r_3}{R} + K_{эи} \cdot \Pi_{эи} \right) + C_{бк} \cdot \delta_{бкз} + \Pi_{эи} \cdot n_{экд} \cdot Q_{лс} \cdot K_{улс}, \quad (25)$$

где r_3 – расход ресурса образца в ходе выполнения боевой задачи, км;

R – ресурс образца до капитального ремонта, км;

$C_{бк}$ – стоимость боекомплекта, руб.;

$\delta_{бкз}$ – доля боекомплекта, расходуемая в ходе выполнения боевой задачи;

$n_{экд}$ – количество членов экипажа и десанта образца БТВ;

$K_{улс} = K_{злс} + (1 - K_{злс}) \cdot K_{спн}$ – коэффициент ущерба от потерь личного состава;

$K_{злс}$ – доля погибших среди общего количества личного состава, выбывшего из строя в ходе выполнения боевой задачи;

$K_{спп} = \frac{Q_{спп}}{Q_{лс}}$ – коэффициент стоимости санитарных потерь;

$Q_{спп}$, $Q_{лс}$ – издержки государства, связанные с санитарными потерями и гибелью одного военнослужащего, соответственно.

Издержки государства, связанные с гибелью одного военнослужащего, ориентировочно можно оценить по формуле:

$$Q_{лс} = \frac{B_{вп} \cdot L_{прж} \cdot (l_{нм} - l_{зб})}{H \cdot L_{тр}}, \quad (26)$$

где $B_{вп}$ – валовый внутренний продукт Российской Федерации, руб./год;

$l_{нм}$, $l_{зб}$ – средний прогнозируемый возраст прекращения трудовой деятельности и средний возраст погибшего военнослужащего соответственно, лет;

H – численность населения Российской Федерации, чел.

$L_{тр}$ – средний период трудоспособного состояния человека, лет;

$L_{прж}$ – средняя продолжительность жизни, лет.

В зависимости от цели исследования и наличия исходных данных затраты, связанные с непосредственным выполнением боевых задач S_3 , могут рассчитываться по формуле (23) или (25).

Далее рассматривается вариант методики с использованием формулы (23).

Если для рассматриваемого варианта закупочная цена не установлена, то ее численное значение принимается равным лимитной цене $C_{цi} = C_{ли}$.

Лимитная цена создаваемого образца определяется из условия равенства суммарной стоимости выполнения боевой задачи базовым и создаваемым образцом:

$$S_{сзб} = S_{сзи}. \quad (27)$$

Подставляя в данное уравнение выражения для показателей $S_{сзб}$ и $S_{сзи}$ из уравнения (21), получим, что лимитная цена создаваемого образца $C_{ли}$ равна:

$$C_{ли} = C_{цб} \cdot \frac{\left(\frac{K_{пз}}{N_{бзи}} + K_{зб} \cdot P_{аб} \right)}{\left(\frac{K_{пз}}{N_{бзи}} + K_{ви} \cdot P_{аи} \right)}. \quad (28)$$

Военно-экономическая целесообразность проведения мероприятий по модернизации существующего образца или разработке нового образа устанавливается по условию превышения стоимости выполнения боевой задачи для базового образца $S_{сзб}$ по сравнению с аналогичным показателем для оцениваемого (i -го) образца:

$$S_{сзб} > S_{сзи}, \quad (29)$$

которое может быть представлено в виде:

$$K_{вэци} = \frac{S_{сзб}}{S_{сзи}} > 1, \quad (30)$$

где $K_{вэци}$ – показатель военно-экономической целесообразности создания i -го образца.

При оценке модернизированных образцов за базовый принимается образец, на котором проводятся мероприятия по модернизации.

При оценке разрабатываемых (новых) образцов за базовый принимается образец, который предлагается заменить новым образцом.

В целом оценка военно-экономической эффективности создаваемого образца БТВ проводится по алгоритму, включающему следующие этапы (рисунок 1).

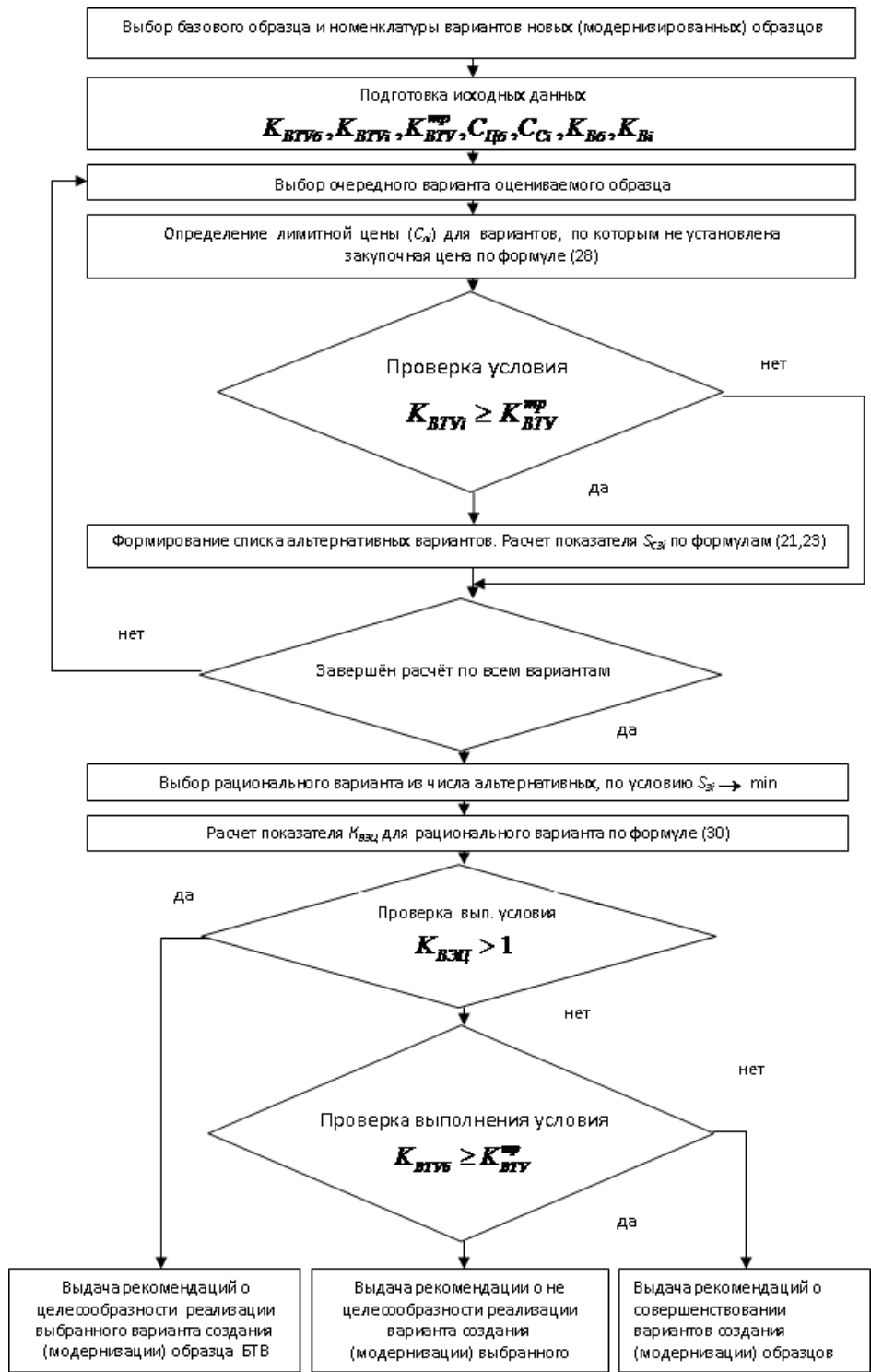


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма оценки ВВЭ образцов БТВ

1. Определяется базовый образец и номенклатура вариантов создания новых (модернизированных) образцов.

2. Осуществляется подготовка исходных данных для базового образца и для вариантов создания новых (модернизированных) образцов по следующим показателям:

- показатели ВТУ ($K_{ВТУб}$ и $K_{ВТУi}$);
- закупочные цены ($C_{цб}$ и $C_{ци}$);
- показатели стоимости восполнения потерь ($K_{вб}$ и K_{vi});
- требуемое значение показателя ВТУ ($K_{ВТУ}^{mp}$).

3. Проводится оценка военно-экономической эффективности вариантов создания новых (модернизированных) образцов по заданной номенклатуре по критерию:

$$\text{целевая функция} \quad S_{czi} \rightarrow \min, \quad (31)$$

$$\text{ограничение} \quad K_{ВТУi} \geq K_{ВТУ}^{mp}. \quad (32)$$

Оценка ВЭЭ вариантов создания новых (модернизированных) образцов БТВ в соответствии с представленным критерием проводится в такой последовательности.

3.1. Если для каких-то вариантов создания образцов БТВ значение закупочной цены не установлено, то для этих вариантов определяется лимитная цена $C_{ли}$ по формуле (28).

3.2. Из исходной номенклатуры вариантов создаваемых образцов отбираются только те, которые отвечают условию (32). Для каждого из отобранных вариантов определяется показатель S_{czi} по формуле (21). Лучшим считается вариант, для которого этот показатель имеет наименьшее значение.

3.3. Для выбранного лучшего варианта проводится оценка военно-экономической целесообразности его реализации по условию (30).

Если условие (30) выполняется, то выбранный вариант может быть рекомендован к его реализации. Если условие (30) не выполняется, то реализация выбранного варианта нецелесообразна с военно-экономической точки зрения. При не выполнении условия (32) для базового образца необходимо продолжить исследования по совершенствованию вариантов создаваемых образцов.

Принципиально важной особенностью данной методики является то, что на основе численного значения показателя ВТУ образца БТВ оценивается его вклад в результат решения боевой задачи, и на этой основе определяется обобщенный показатель ВЭЭ – суммарная стоимость выполнения боевой задачи, возлагаемой на оцениваемый образец БТВ.

Поскольку вклад в решение боевой задачи оцениваемого образца нелинейно зависит от численного значения показателя ВТУ и, как правило, превышает это значение, то применение данного методического подхода допускает значительное (на 30-60%) увеличение лимитной стоимости образца по сравнению с вариантом ее пропорционального изменения по отношению к значению ВТУ.

Список использованных источников

1. Жуков Г.П., Викулов С.Ф. Военно-экономический анализ и исследование операций. – М.: Воениздат, 1987.
2. Головачев Г.И., Котяшев Н.Н. Выбор значений факторов, влияющих на результат боя общевойсковых подразделений, по критерию оценки результатов боя // Стратегическая стабильность. – 2012. – № 2. – С. 55-62.
3. Вентцель Е.С. Исследование операций. – М.: Советское радио, 1972. – 550 с.

Д.Н. Гула, кандидат технических наук

Логико-лингвистическая модель прогнозирования изменения технического состояния металлооблицовки нулевой отметки стартового комплекса

В статье представлена логико-лингвистическая модель (ЛЛМ) прогнозирования возможности (вероятности) возникновения дефекта листов как показателя изменения технического состояния (ТС) металлооблицовки нулевой отметки стартового комплекса (СК) различных конструкций (схем) в реальных условиях. Данная модель, в отличие от общепринятых математических моделей, построена с использованием знаний и опыта экспертов и позволяет осуществлять прогноз на заданное количество пусков ракет космического назначения (РКН).

Существующие методы анализа качественных признаков, такие как таблицы «объект-признак», матрицы связи «объект-объект» или дискретных распределений, применительно к техническим объектам не обеспечивают возможность дальнейшего их использования для получения содержательной оценки ТС.

Общепринято, что для оценивания ТС металлооблицовки СК применяются математические зависимости. Однако в реальных условиях эксплуатации ракетно-космической техники обслуживающий персонал находится в ситуации, когда практически невозможно достоверно получить значения многих переменных, входящих в теоретические уравнения, и поэтому приходится использовать знания и опыт высококвалифицированных специалистов. Таким образом, исследователь находится в типичных условиях неопределенности, когда вместе с количественными данными приходится пользоваться экспертными оценками. В подобных ситуациях целесообразно применение метода построения ЛЛМ, основой построения которой являются теория планирования экспериментов [1] и методы элементов теории нечетких множеств (лингвистические переменные) [2], в связи с чем возникает необходимость совместной обработки как качественных (количественных, вербальных), так и количественных переменных. Алгоритм построения обобщенного параметра изменений ТС в нечеткой информационной среде представлен на рисунке 1.

Согласно алгоритму сначала на основе теоретических исследований и экспертных знаний определяется факторное пространство из лингвистических переменных и строится опросная матрица в виде наборов продукционных правил, составляющих строки этой матрицы. Продукционные правила имеют вид «Если ..., то ...», а каждая продукция представляет собой сочетание значений переменных, определяющих конкретную возможную ситуацию, и оценивается исходя из целей решаемой задачи сочетаниями, например, «ситуация-действие» или «ситуация-состояние».

Заполненная экспертом матрица после обработки данных позволяет аппроксимировать результаты аналитической функцией вида:

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i + \sum_{u,j=1}^n \beta_{ju} x_j x_u + \dots, \quad (1)$$

где $j \neq u$, Y – результаты эксперимента, учитываемые при анализе;
 β – получаемые коэффициенты.

Применительно к оцениванию состояния металлооблицовки нулевой отметки СК в результате работы с экспертами выделены наиболее существенные переменные, которые составили факторное пространство для создания ЛЛМ [3]:

X_1 – количество циклов работы (количество пусков РКН);

X_2 – конструктивная схема закрепления листов металлооблицовки (качественная переменная: «-1» – болтовая, «+1» – сварная);

X_3 – толщина листов металлооблицовки;

X_4 – марка стали листов металлооблицовки (качественная переменная: «-1» – Ст3, «+1» – Ст45);

X_5 – совокупная характеристика РКН (качественная переменная: «-1» – легкая, «+1» – тяжелая);

X_6 – совокупная характеристика, определяющая климатические условия (качественная переменная: «-1» – лето, «+1» – зима);

Y – возможность (вероятность) возникновения дефекта листов металлооблицовки нулевой отметки СК.

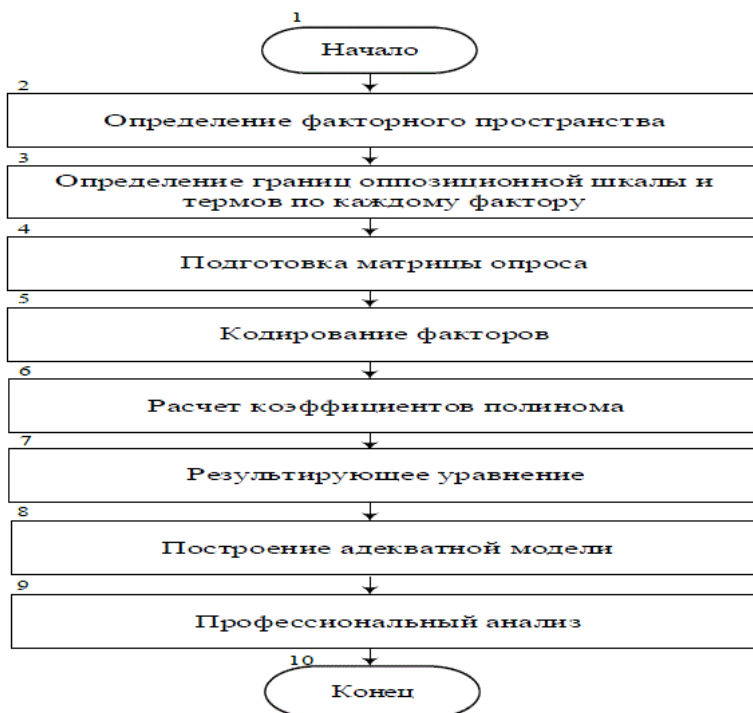


Рисунок 1 – Алгоритм построения логико-лингвистической модели

Выбранное факторное пространство обеспечивает системный подход к получению обобщенного показателя (ОП) Y , так как характеризует его с различных сторон, а именно: непосредственное воздействие на объект (X_1, X_5); характеристика объекта (X_2, X_3, X_4); внешние действующие факторы (X_6). В таблице 1 показана шкала ранжирования Y для оценивания возможности (вероятности) возникновения дефектов металлооблицовки СК. Поскольку нечеткость исходной информации обуславливает нечеткость предполагаемых выводов, то терм-множества возможных значений таблицы 1 пересекаются по всей области определения, как показано на рисунке 2.

На этапе выбора и формализации ОП Y использована ранжированная шкала оценивания возможности (вероятности) возникновения дефектов металлооблицовки СК, построенная на основании содержательных бесед (работы) с экспертами. Для реализации этой задачи осуществляется разбиение области определения Y на участки в интервале $[0, 1]$ (рисунок 2).

Фрагмент опросной матрицы вместе с оценками эксперта в лингвистическом виде и переведенными по шкале рисунка 1 в количественное выражение представлены в таблице 2. Все переменные, согласно методам теории планирования экспериментов [1], представлены в стандартизованном масштабе $[-1; +1]$.

Таблица 1 – Шкала нечетких значений зависимой переменной Y как ОП ТС металлооблицовки СК

| Интервал | Мода интервала | Обозначение | | Косвенные признаки изменения состояния |
|-------------|----------------|---------------|-----------|---|
| 0,25 и ниже | 0,10 | низкое | Н | Конструктивные элементы металлооблицовки не имеют явных дефектов и повреждений. Эксплуатационные характеристики, конструктивная схема и прочностные характеристики металла полностью соответствуют эксплуатационной документации. |
| 0,10 – 0,40 | 0,25 | ниже среднего | НС | Основные конструктивные элементы металлооблицовки не имеют явно выраженных дефектов и повреждений. Отмечаются незначительные дефекты листов металлооблицовки. Эксплуатационные характеристики, конструктивная схема и прочностные характеристики металла соответствуют эксплуатационной документации. |
| 0,25 – 0,55 | 0,40 | среднее | С | Основные конструктивные элементы металлооблицовки имеют отдельные дефекты, не оказывающие влияние на использование металлооблицовки стартового сооружения (СС) по назначению и (или) на ее долговечность. Проведение ремонтно-восстановительных работ (РВР) требуется в незначительных объемах. |
| 0,40 – 0,70 | 0,55 | выше среднего | ВС | Отмечаются дефекты, оказывающие влияние на использование металлооблицовки СК по назначению и (или) на ее долговечность. Наблюдаются деформации и разрушения. Проведение РВР в значительных объемах. |
| 0,55 и выше | 0,70 | высокое | В | Отмечаются значительные дефекты, при наличии которых использование металлооблицовки СК невозможно или исключается из-за несоответствия требованиям безопасности или надежности. Проведение РВР металлооблицовки стартового сооружения состоит в частичной замене металлооблицовки. |

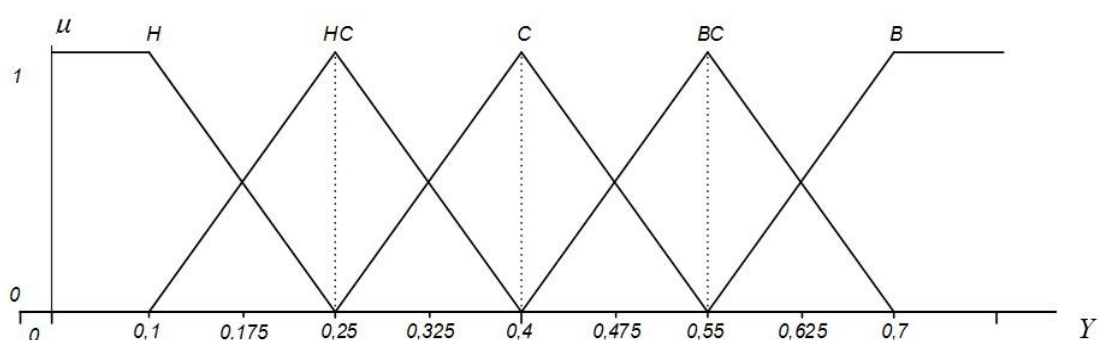


Рисунок 2 – Области определения возможности возникновения дефектов металлооблицовки нулевой отметки СК (как лингвистической переменной по таблице 1)

В результате обработки данных матрицы методами теории планирования экспериментов [1, 4] получено полиномиальное уравнение для расчета текущего значения Y :

$$Y = 0,412 + 0,073 x_1 + 0,059 x_2 - 0,026 x_3 + 0,105 x_5 + 0,026 x_6 + 0,035 x_1 x_4 - 0,045 x_2 x_5 - 0,026 x_3 x_4 - 0,021 x_4 x_6 - 0,035 x_1 x_2 x_6 + 0,026 x_1 x_3 x_5 + 0,04 x_2 x_3 x_4.$$

Таблица 2 – Опросная матрица с оценками эксперта и расчетными значениями по модели (2)

| № п/п | Количество пусков | Конструктивная схема закрепления листов металлооблицовки | Толщина листа металлооблицовки | Марка стали листов металлооблицовки | Совокупная характеристика РКН | Совокупная характеристика, определяющая климатические условия | Возможность возникновения дефекта листов металлооблицовки нулевой отметки СК У | | |
|-------|-------------------|--|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|---|--|------------------|-------------------|
| | | | | | | | $Y_{\text{экс}}$ | $Y_{\text{экс}}$ | $Y_{\text{расч}}$ |
| | x_1 | x_2 | x_3 | x_4 | x_5 | x_6 | $Y_{\text{экс}}$ | $Y_{\text{экс}}$ | $Y_{\text{расч}}$ |
| 1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | Н | 0,1 | 0,088 |
| 2 | 1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1 | НС | 0,25 | 0,309 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 31 | -1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -1 | НС-С | 0,33 | 0,346 |
| 32 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ВС-В | 0,63 | 0,623 |

В полученном выражении (2) приведены только значимые коэффициенты, а находящиеся в пределах ошибки в дальнейшем считают равными нулю и из рассмотрения исключают.

Степень адекватности выражения (2) оценивалась ситуационно по результатам проведения РВР после пуска РКН на космодромах с различными схемами закрепления листов металлооблицовки нулевой отметки СК [5] (таблица 3). Такой подход обусловлен отсутствием достоверной количественной связи величины рассчитываемой вероятности с затратами на РВР.

Таблица 3 – Возможности возникновения дефектов в металлооблицовке СК

| Космодром | Количество пусков | Конструктивная схема закрепления листов металлооблицовки | Толщина листа металлооблицовки, м | Марка стали листов металлооблицовки | Совокупная характеристика РКН | Совокупная характеристика климатических условий | Расчетная возможность (вероятность) возникновения дефекта | Класс состояния металлооблицовки | РВР |
|-----------|-------------------|--|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|---|---|----------------------------------|--|
| Плесецк | 5 | Сварная | 0,02 | Ст3 | РН «Союз» | Зима | 0,484 | С-ВС | Сварка элемента разрешенного участка |
| Плесецк | 7 | Сварная | 0,02 | Ст3 | РН «Союз-2» РБ «Фрегат» | Зима | 0,519 | С-ВС | Сварка разрушенного участка металлооблицовки с частичной заменой листов металлооблицовки (рисунок 3) |
| Плесецк | 1 | Болтовая | 0,02 | Ст3 | Ангара А1 | Лето | 0,242 | Н-НС | Не понадобились |
| Плесецк | 2 | Болтовая | 0,02 | Ст3 | Ангара А5 | Зима | 0,305 | НС | Не понадобились |
| Байконур | 1 | Сварная | 0,02 | Ст3 | Протон | Лето | 0,564 | ВС | Полная замена листов металлооблицовки (рисунок 4) |



Рисунок 3 – Фрагменты разрушения металлооблицовки при пуске РН «Союз»



Рисунок 4 – Отрыв от железобетонного покрытия СС металлооблицовки при пуске РН «Протон» (26.12.2007)

Анализ данных (таблица 3) позволяет сделать **вывод**, что возможность возникновения дефекта при болтовом способе закрепления металлооблицовки СК существенно ниже, чем при сварном способе закрепления листов металлооблицовки нулевой отметки СК.

Из проведенного оценивания следует:

- полином (2) адекватно описывает представленные ситуации в широком диапазоне их изменения и его можно использовать как модель ЛЛМ изучаемого явления;
- на основе построенной ЛЛМ можно проводить прогнозирование возможности возникновения дефектов в металлооблицовке нулевой отметки СК в качестве показателя изменения ее ТС при любом способе закрепления металлооблицовки и заданном количестве пусков РКН.

На основе ЛЛМ (2) был проведен численный эксперимент. При расчетах все переменные, кроме одной, фиксировались на определенном уровне. Затем эти переменные «пробегали» всю шкалу значений признака (ось абсцисс).

Результаты численного эксперимента показаны на рисунках 5, 6.

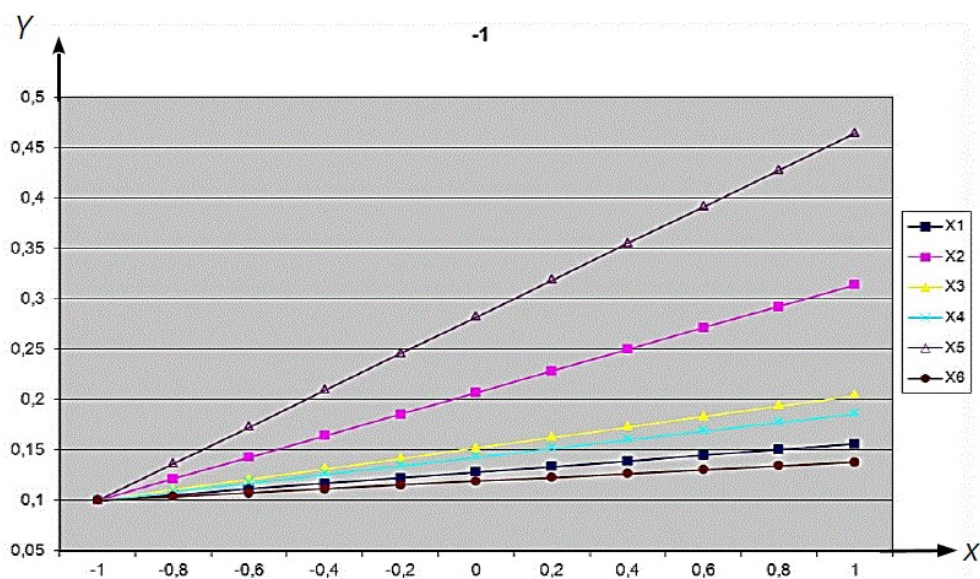


Рисунок 5 – Результаты численного эксперимента в начале эксплуатации металлооблицовки

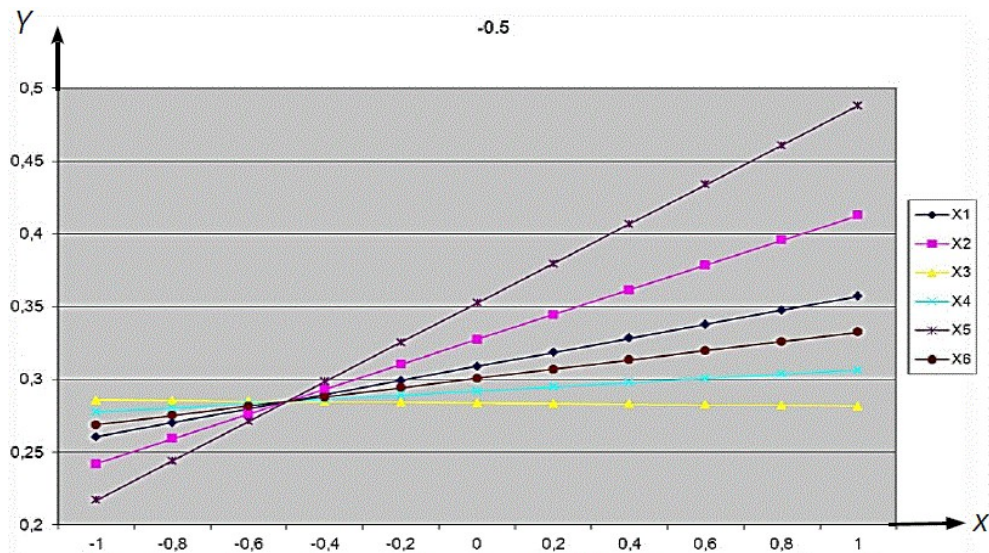


Рисунок 6 – Результаты численного эксперимента во второй четверти времени (периода) эксплуатации металлооблицовки

По поведению графиков можно судить о силе влияния соответствующего фактора на зависимую переменную в присутствии влияния остальных.

Так, результаты, полученные в ходе эксперимента (рисунок 5), позволяют сделать следующие **заключения**:

- если значения всех переменных находятся только на начальных уровнях (начало эксплуатации металлооблицовки СК, например, после капитального ремонта), то наблюдаемая картина полностью соответствует сложившемуся мнению специалистов по эксплуатации: наибольшее влияние на скорость разрушения оказывают такие факторы, как совокупная характеристика (класс) РКН (X_5) конструктивная схема закрепления листов металлооблицовки СК (X_2), а также толщина листов металлооблицовки (X_3);
- замена сварной схемы закрепления на болтовую схему закрепления (таблица 3) повышает ресурс металлооблицовки.

В качестве прогноза дальнейшей эксплуатации болтовой схемы закрепления листов металлооблицовки рассмотрим поведение переменных на рисунке 6. Когда все переменные принимают кодированное значение «-0,5» (первая четверть времени (периода) эксплуатации), кроме наблюдаемого в начале ключевого негативного воздействия класса РКН (X_5) и сварной схемы закрепления ($X_2=+1$), дополнительно сказывается негативное влияние переменной (X_1) – количество циклов (пусков РКН). При этом пуск РКН тяжелого класса способен привести к существенному росту повреждений металлооблицовки со всеми вытекающими последствиями (таблица 1), что существенно увеличивает риск возникновения дефектов в листах металлооблицовки нулевой отметки СК вместе с увеличением частоты пусков РКН.

Таким образом, применение ЛЛМ (2) дает возможность проведения более глубокого анализа изучаемого явления. Так, сравнительный анализ данных (рисунки 5, 6) показывает, что вычисленные значения Y представляют текущий уровень возможности (вероятности) возникновения дефектов количественно и использование болтового способа закрепления с применением толстых листов металлооблицовки повышает ресурс металлооблицовки, что, в свою очередь, ведет к уменьшению частоты и времени проведения РВР на СК.

Использование разработанной ЛЛМ (2) дает возможность более обоснованно принимать решение о состоянии металлооблицовки, а также использовать результаты расчетов при принятии

решения о продлении сроков эксплуатации металлооблицовки нулевой отметки СК. Ведение мониторинга по ЛЛМ текущего уровня металлооблицовки СК позволит делать адекватный прогноз и заблаговременно наметить порядок замены изделий, состояние которых оценивается между терм-множествами «Выше среднего» и «Высокий», когда выполнение пуска РКН находится под угрозой.

Список использованных источников

1. Асатурян В.И. Теория планирования эксперимента. – М.: Радио и связь, 1983. – 248 с.
2. Спесивцев А.В. Управление рисками чрезвычайных ситуаций на основе формализации экспертной информации / Под ред. проф. В.С. Артамонова. – СПб.: Политехнический университет, 2004. – 238 с.
3. Поспелов Д.А. Логико-лингвистические модели в системах управления. – М.: Наука, 1981. – 292 с.
4. Болдырев В.И. Метод кусочно-линейной аппроксимации для решения задач оптимального управления // Дифференциальные уравнения и процессы управления: электронный журнал. – 2004. – № 1.
5. Гула Д.Н. Анализ возможных схемных решений закрепления листов металлооблицовки нулевой отметки стартового сооружения универсального стартового комплекса «Ангара» // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 1. – Ч. 1.

Д.В. Наумочкин

А.И. Петухов

М.М. Полуян, кандидат технических наук

Анализ тенденций развития сверхмалых космических аппаратов

В статье представлен анализ современной роли и дана оценка перспективам развития космических аппаратов (КА) массой менее 100 кг. Показано, что в настоящее время наиболее распространенной целевой задачей сверхмалых (СМ) КА является снижение стоимости отработки новых технологий, переносимых в следующее поколение более тяжелых КА, в полной мере удовлетворяющих растущим требованиям заказчика. В частности, современные коммерчески успешные многоспутниковые орбитальные группировки по-прежнему включают в свой состав КА массой более 100 кг. Формирование группировок СМ КА, удовлетворяющих предельно допустимым значениям тактико-технических и эксплуатационных характеристик, но имеющих минимальную массу, в перспективе позволяет расширять функциональные возможности орбитальных группировок (ОГ) из достаточно «крупных» производительных КА. Основным преимуществом таких космических систем является высокая оперативность доступа к любому участку поверхности Земли.

В 2013 году количество выведенных в околоземное космическое пространство (ОКП) сверхмалых космических аппаратов (СМ КА) впервые сравнялось с численностью более «тяжелых» КА (рисунок 1а). А уже в 2017 году число выводимых СМ КА, вновь «подскочив» в 3 раза, вдвое превысило количество запускаемых аппаратов массой более 100 кг (рисунок 1а, б) при почти неизменном темпе пусков ракет-носителей (РН).

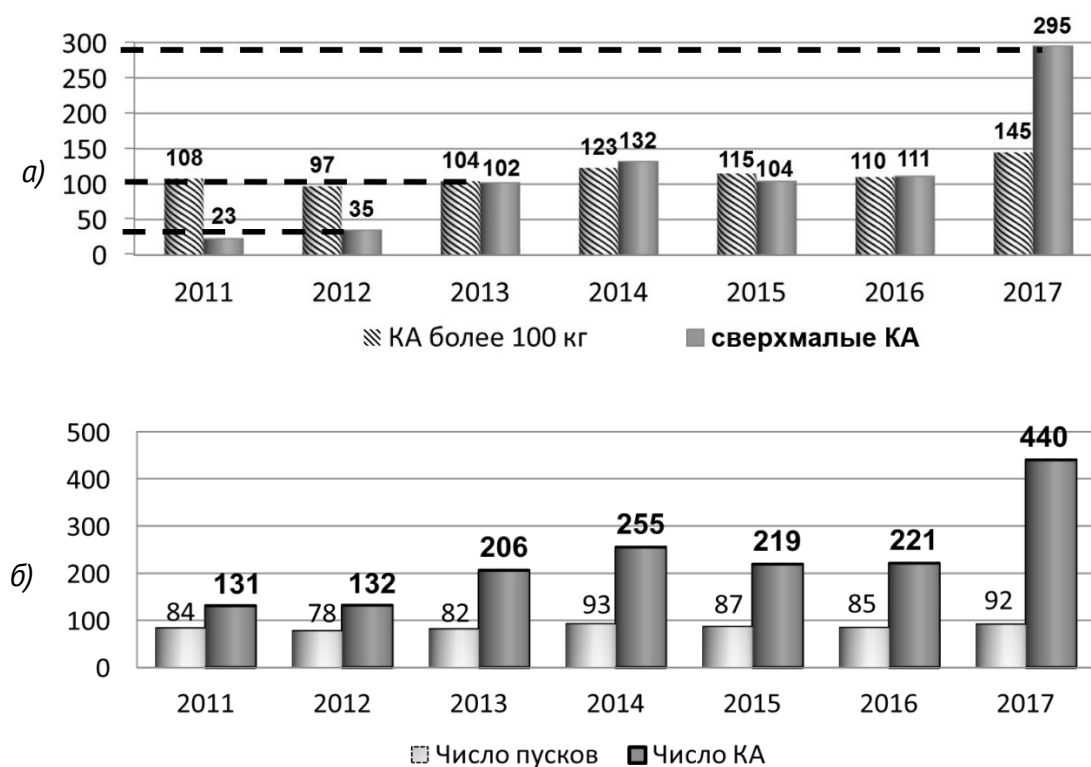


Рисунок 1 – Рост числа выводимых в ОКП сверхмалых КА [1-4]

(а – число выводимых КА различной массы в 2011-2017 гг.; б – общее число пусков РН и выводимых КА в 2011-2017 гг.)

Однако наблюдаемая тенденция является следствием нескольких противоречивых процессов. С одной стороны, происходит закономерное улучшение удельных массовых характеристик электронных (в т. ч. следуя закону Мура), механических, оптических элементов бортовой аппаратуры КА. По этой причине стало возможным создание КА типа Asargo-1 (495 кг) или SkySat-3 (120 кг) в новом диапазоне масс, что было бы невозможным лет 20 назад.

С другой стороны, требования заказчика (потребителя) к результатам применения КА только растут, т. е. повышаются требования к линейному разрешению на местности при дистанционном зондировании Земли, к объему передаваемой специальной информации и пропускной способности каналов связи и т. д. И в задачах, требующих, в первую очередь, максимального увеличения функциональных возможностей КА (а не снижения их массы), наблюдается даже увеличение массы КА при переходе на КА следующего поколения. Например, переход от Ikonos (820 кг) к Worldview-1 (2500 кг), от Globalstar-1 (460 кг) к Globalstar-2 (700 кг), от Orbcomm 1-го поколения (43 кг) к Orbcomm OG2 (172 кг).

Особенно заметна тенденция к увеличению общей массы для геостационарных КА (рисунок 2). Рост массы и, как следствие, габаритов этих, преимущественно связных, КА ограничен, на текущий момент, возможностями средств выведения. Так, в силу наличия более мощных средств выведения зарубежные КА могут иметь массу свыше 9000 кг после отделения от ракеты-носителя (РН). А с появлением в 2018 году РН Falcon Heavy, превосходящей почти в 1,5 раза энергетические возможности РН Delta IV, Atlas V и пр., следует ожидать запусков более массогабаритных геостационарных КА. Платформы для таких КА уже созданы в последнее десятилетие в Airbus Defence and Space, Space Systems/Loral и др.

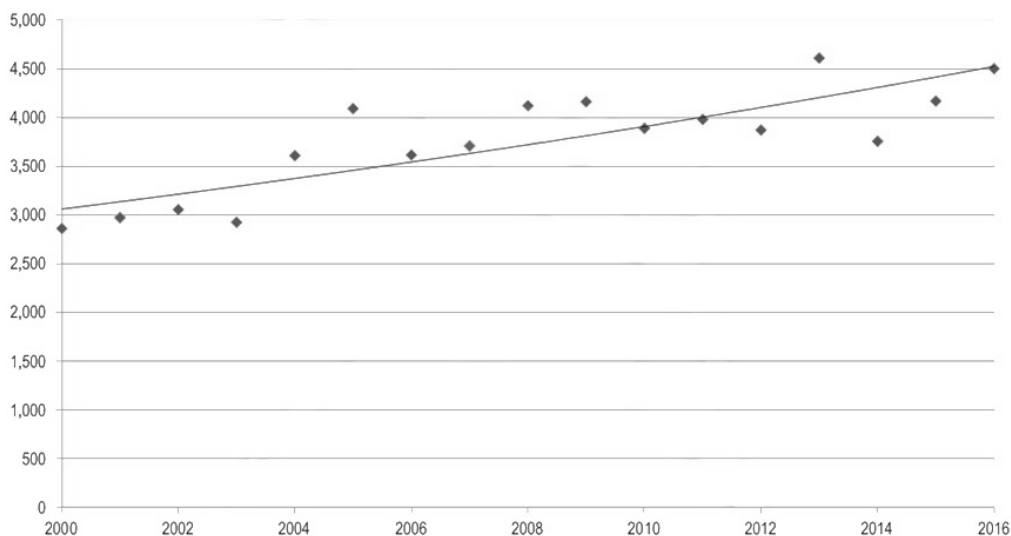


Рисунок 2 – Рост средней массы геостационарных КА с 2000 по 2016 год [5]

Также необходимо отметить, что само обоснование на стадии проекта создания новых РН тяжелого и сверхтяжелого класса (США, КНР) предполагает увеличение общей массы ПН, выводимой в ОКП, и способствует увеличению средней массы автоматических КА.

В рассмотренных условиях для низкоорбитальных КА необходимо отдельно выделить тенденцию, которую условно можно охарактеризовать как «искусственная миниатюризация». Суть ее в использовании КА с предельно допустимыми значениями тактико-технических и эксплуатационных характеристик, но имеющих минимальную массу – менее 100 кг или даже 10 кг.

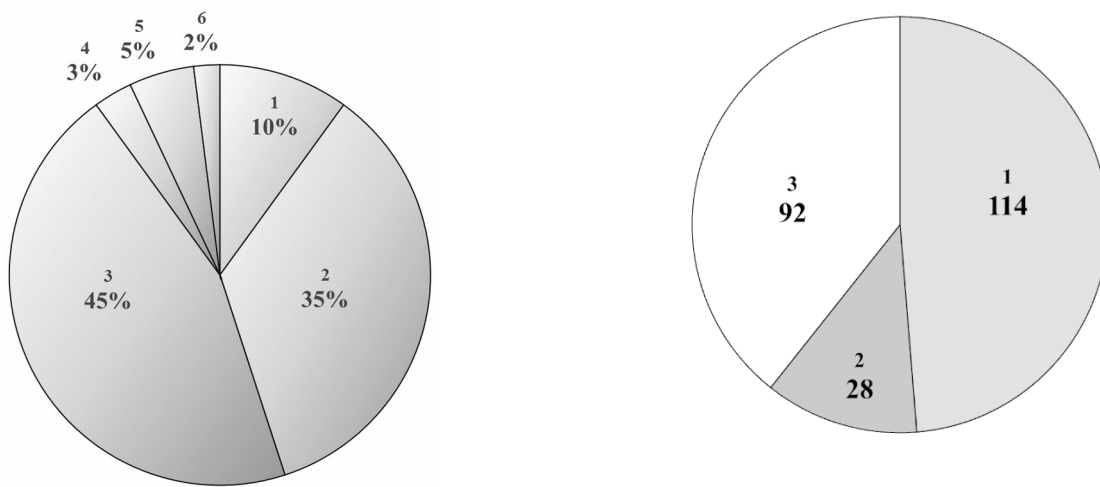
Применение таких СМ КА и их орбитальных группировок (ОГ) обеспечивает достижение качественно нового уровня требований:

- к глобальному доступу к любому участку поверхности Земли в течение нескольких часов или минут, а для навигационно-связных КА в реальном масштабе времени при приемлемых ресурсозатратах на создание и эксплуатацию ОГ;
- к высокой оперативности и низкой стоимости подтверждения уровня технологической готовности (УТГ, TRL) новых технологий в интересах снижения рисков создания перспективных образцов КА¹;
- к сверхнизкой удельной стоимости и срокам изготовления за счет высокой серийности и унификации производства СМ КА;
- к высокой живучести не только за счет численной избыточности СМ КА в составе ОГ, но и за счет открывающейся возможности оперативного восполнения ОГ с использованием более широкого парка средств выведения различных видов базирования с малыми энергетическими возможностями (например, серийными метеорологическими ракетами);
- к новым (эмерджентным) свойствам при использовании кластеров или роев СМ КА².

Созданные к настоящему времени образцы СМ КА способны выполнять практически все типы задач, решаемые более крупными КА. Однако перспективы применения СМ КА имеют ряд особенностей.

а) Несмотря на возрастающее применение КА типа CubeSat, по-прежнему, лучшие по функциональным характеристикам образцы КА не могут весить «мало». Поэтому количество запускаемых больших КА не уменьшается год от года (рисунок 1а), а выводимые СМ КА скорее дополняют мировую орбитальную группировку.

Сказанное подтверждают статистические данные, представленные на рисунке 3. Так, среди созданных до 2017 года СМ КА массой менее 50 кг – более 90% всех аппаратов используются в научно-исследовательских (45%), технологических (35%) и образовательных (10%) целях.



- | | | |
|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| 1 – научные КА; | 4 – КА наблюдения Земли; | 1 – научно-технологические КА; |
| 2 – технологические КА; | 5 – КА связи; | 2 – КА связи и навигации; |
| 3 – образовательные КА; | 6 – КА военного назначения | 3 – КА наблюдения |

а) процентное распределение по назначению среди КА массой 1-50 кг [4] б) распределение по назначению среди КА массой менее 10-100 кг

Рисунок 3 – Области применения СМ КА, выведенных на орбиту с 1999 по 2017 год

Из современной практики наименьшие массогабариты имеют навигационно-связные целевые системы КА типа AIS (автоматизированной системы опознавания морских судов). Масса та-

1 ГОСТ ИСО 16290-2013. Космические системы. Определение уровней и критериев оценки технологической готовности (TRL) космических систем и их элементов. – М.: Стандартинформ. – 2013. – 20 с.
 2 Ключников В.Ю. Повышение целевой эффективности наноспутников информационного обеспечения // Известия вузов. Приборостроение. – 2018. – Т. 61. – № 5. – С. 414-422.

ких систем КА может составлять несколько килограммов. Однако все чаще данную бортовую аппаратуру устанавливают в качестве дополнительной на крупногабаритные КА. И, в частности, в составе обновляемой ОГ низкоорбитальной спутниковой связи Iridium NEXT насчитывается более 60 КА, оборудованных системой AIS, что снижает целесообразность создания отдельной ОГ СМ КА указанного назначения.

В отношении разворачиваемых в настоящее время многоспутниковых ОГ КА нанокласса в составе космических систем (КС) Flock ($m_{ка} = 5 \text{ кг}$, $N_{ка} \approx 185$), Spire ($m_{ка} = 5 \text{ кг}$, $N_{ка} \approx 70$), Corvus-BC ($m_{ка} = 11 \text{ кг}$, $N_{ка} \approx 15$) и другие заказчики и разработчики не приводят данных о том, насколько их удовлетворяет сочетание достигнутых значений показателей качества применения этих ОГ и КС в целом. Поэтому обоснованно следует полагать, что эксплуатация этих КС носит скорее тестовый, экспериментальный характер.

В заключение необходимо отметить, что, например, связные КА OneWeb, выведенные на орбиту 27.02.2019 года и удовлетворяющие требованиям заказчика, имеют массу, превышающую 100 кг (около 150 кг). Очевидно, что полученное разработчиком значение массы отдельного КА является минимально возможным, поскольку определяет эффективность применения данной коммерческой КС с общей численностью не менее 672 КА.

б) Достигнутая продолжительность *гарантийного* срока активного существования (САС) для разворачиваемых в настоящее время орбитальных группировок СМ КА с использованием промышленных COTS (Commercial Off-The-Shelf – «готовых к использованию») компонентов составляет 2-3 года (Spire, CICERO, Flock и пр.). С одной стороны, это дает некоторые преимущества и позволяет оперативно совершенствовать ОГ, реагировать на новые требования заказчика. В частности, о реализации такой стратегии объявил разработчик КС Spire с КА Lemur (рисунок 4).

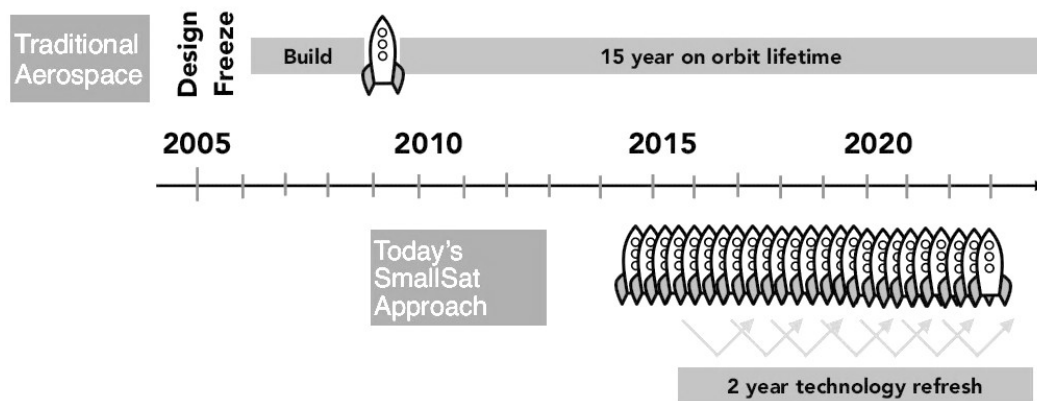


Рисунок 4 – Сравнение жизненного цикла систем с КА, имеющими САС 15 лет и 2 года (КС Spire)

Однако создание коммерчески успешной (с точки зрения ресурсозатрат) ОГ требует существенно большего САС КА, поскольку для разворачивания ОГ из 100 КА требуется более 5 пусков РН и, соответственно, не менее 1 года, т. е. на получение целевого эффекта от применения КС (в т. ч. экономического) остается всего 1-2 года. Таким образом, представляется, что создание многоспутниковых ОГ КА с гарантийным САС несколько лет в действительности предполагает решение задач, в которых ресурсозатраты имеют второстепенное значение.

Также, как следствие, чем больше ОГ, тем меньше требуемый срок и стоимость изготовления КА, определяемые необходимостью своевременного восполнения ОГ. Например, для ОГ OneWeb декларируются *требуемые* для успешной коммерческой реализации темпы производства до четырех КА

за 4 дня с гарантийным САС свыше 5 лет (при стоимости каждого КА 500-1000 тыс. долл., т. е. около 3,5-7 тыс. на 1 кг КА!).

В настоящее время снижение САС является одним из наиболее доступных в реализации подходов снижения стоимости КА, поэтому он часто используется при создании экспериментальных и технологических КА, когда длительные САС не требуются. При определенных САС нецелесообразно устанавливать ДУ, что дополнительно удешевляет СМ КА. Большое число выводимых на орбиту технологических и университетских КА типа CubeSat, PhoneSat имеют расчетный САС от нескольких недель до 12 месяцев.

Необходимо отметить перспективное направление, связанное с производством недорогих СМ КА с малым САС. На основе отработанных (например, в рамках целевых ОКР с нормативными послаблениями) новых подходов к созданию недорогих экспериментальных КА впоследствии может быть усовершенствована существующая нормативно-техническая база (ГОСТы, руководства по конструированию и пр.). Как следствие, будут снижаться сроки создания более крупных и сложных КА. В частности, актуальным следует считать направление протолетных испытаний КА, нормативную базу под которое нецелесообразно отрабатывать на дорогостоящих образцах космической техники.

в) Наблюдается «естественный» процесс унификации производства комплектующих СМ КА вследствие использования общих платформ (форм-факторов, интерфейсов, протоколов) и значительно более высокой серийности по сравнению с более «крупными» КА. При этом, с одной стороны, даже при наличии большого числа поставщиков комплектующих для СМ КА типа CubeSat необходимо самостоятельно выполнить большой объем работ по сборке (включая пайку микросхем) элементов, по согласованию работы элементов под частную задачу разработчика, по разработке и отладке специального программного обеспечения и т. д., т. е. затраты разработчика на создание СМ КА по-прежнему не ограничиваются стоимостью комплектующих. С другой стороны, единожды выполнив комплекс необходимых работ разработчик снижает временные и финансовые затраты на создание последующих СМ КА, а также дополнительно снижает стоимость при создании серии КА. Например, целесообразно выполнять термовакуумные испытания одновременно для группы КА, при том что размеры вакуумных камер позволяют испытывать одновременно десятки СМ КА типа CubeSat.

Удельная стоимость создания современных СМ КА даже экспериментального назначения, как правило, превышает 100 тыс. долл. на 1 кг, а сроки создания – более 12 месяцев.

г) В анонсируемых разработчиками планах по созданию КС СМ КА лишь обзорно освещается состав наземной сети комплексов управления и специальных комплексов КС, которые для группировки из 100 и более орбитальных объектов управления должны включать, по-видимому, не один десяток средств. Использование существующей наземной инфраструктуры (например, сети наземных станций Iridium, Globalstar, Гонец-ДМ и др.) накладывает ряд ограничений для коммерческого использования. Создание своей сети комплексов управления и специальных комплексов требует затрат ресурсов на самом начальном этапе создания КС и включает процесс аренды и покупки необходимых участков земли под строительство наземных станций, согласование диапазона рабочих частот и при этом недалеко от населенных пунктов, в которых должен проживать персонал, требуемой квалификации т. д. Таким образом, развитие «полностью частных» КС предполагает развитие методов, технологий и средств, существенно снижающих нагрузку на наземный сегмент. Например, за счет использования технологий межспутниковой связи КА орбитальной группировки. На данный момент такие технологии на низких орбитах реализуются только в КС Iridium NEXT, принадлежащей МО США.

Заключение

Продолжают улучшаться удельные массовые характеристики элементной компонентной базы, используемой для создания космической техники. Однако для высокоорбитальных КА, а также для «модернизируемых» низкоорбитальных КА отмечается увеличение массы и габаритов. Причиной наблюдаемой противоречивой картины являются все более возрастающие требования потребителей к результатам функционирования КА. Выполненный в работе анализ позволяет сформулировать следующие выводы:

1. Существующие ожидания от применения СМ КА следует считать завышенными. Подобная ситуация имела место во второй половине 1990-х, когда из множества проектов многоспутниковых ОГ КА связи до практической реализации и коммерческой эксплуатации (с учетом поддержки соответствующих государств) дошли всего несколько КС. Современные коммерчески успешные многоспутниковые ОГ включают в свой состав низкоорбитальные КА массой более 100 кг, а СМ КА (в первую очередь, нано-КА типа CubeSat) эксплуатируется в рамках развития новых технологий или в интересах специфических задач некоммерческого назначения. Таким образом, первоочередным назначением СМ КА является снижение стоимости отработки новых технологий, переносимых в следующее поколение более тяжелых КА, в полной мере удовлетворяющих растущим требованиям заказчика (потребителя).

2. Растущий интерес к СМ КА не снижает интереса к КА массой более 1 тонны. Следует констатировать, что одной из основных причин для возрастающего использования больших орбитальных группировок СМ КА является стремление обеспечить глобальность доступа к земной поверхности (с мгновенным доступом после формирования запроса), причем, зачастую, в интересах задач, в которых значения показателей ресурсозатрат имеют второстепенное значение. Подтверждение коммерческой успешности таких ОГ в настоящее время отсутствует.

Перспективным следует рассматривать создание ОГ из достаточно «крупных» производителей КА, функционально дополняемых орбитальными группировками (роями) СМ КА.

3. Перспективы использования крупных ОГ СМ КА, по-видимому, связаны с освоением технологии межспутниковой связи в интересах решения задач управления ОГ и передачи данных с минимальным использованием наземного сегмента КС. В настоящее время разработчики многоспутниковых ОГ реализуют управление с использованием обширной сети наземных комплексов, что в развитии такого подхода требует либо унификации используемых комплексов, не принадлежащих разработчикам КС, либо кратного снижения стоимости создания и эксплуатации новых подобно ожидаемому снижению стоимости изготовления малых и сверхмалых КА.

4. Коммерческая целесообразность создания РН сверхлегкого класса (СЛК) представляется сомнительной, в том числе при решении задач поддержания и восполнения структуры ОГ СМ КА, т. к. стоимость 1 кг выводимой полезной нагрузки остается высокой, что при тенденции к снижению средней массы низкоорбитальных КА и стоимости их изготовления в серийном производстве будет достигать 30% от затрат на восполнение одного СМ КА в ОГ. Неоспоримыми преимуществами РН СЛК являются низкие требования к уровню развития наземной инфраструктуры, не привязанной к местоположению современных космодромов.

Таким образом, применение РН СЛК является целесообразным для решения задач оперативного расширения возможностей действующих ОГ за счет СМ КА, например, при возникновении чрезвычайных ситуаций, либо при необходимости оперативного внепланового восполнения ОГ СМ КА, например, при непредвиденном отказе нескольких КА в различных орбитальных позициях.

Список использованных источников

1. Лисов И. Космические запуски в 2017 году // Новости космонавтики. – 2018. – № 3 (422). – Т. 28. – С. 18-25.
2. McDowell J. Master Satellite List [Электронный ресурс]. URL: <http://www.planet4589.org/space/satcat.txt> (дата обращения: 24.05.2019).
3. Kulu E. Nanosatellite & Cubesat Database [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nanosats.eu/#figures> (дата обращения: 24.05.2019).
4. Ключников В.Ю. Институциональные возможности и ограничения создания и запуска космических аппаратов нано- и микрогабаритности в Российской Федерации [Электронный ресурс] // Материалы Второго всероссийского симпозиума с международным участием «RusNanoSat-2017». Самара 27-29 июня 2017 года. URL: http://www.volgaspacespace.ru/RusNanoSat-2017/ar/plenary/Plenary_Klyushnikov.pdf (дата обращения: 24.05.2019).
5. Snow A., Buchen E., Olds R. Trends in Average Earth-Orbiting Spacecraft Launch Mass // Exploring market potential for a dedicated nano/microsatellite launch vehicle, 10 June 2014 – Atlanta, GA. – 2014.

А.А. Чумичкин, кандидат технических наук, доцент

А.Н. Толчков, кандидат технических наук

Методический подход к обоснованию требований к информационным системам военного назначения

В статье рассматривается задача обоснования требований к перспективным информационным системам военного назначения. В настоящее время требования к перспективным информационным системам формируются на естественном языке, выразительных свойств которого недостаточно для лаконичного и однозначного описания требований, что усложняет процесс разработки и согласования. Предложенный методический подход основан на построении комплекса моделей перспективной информационной системы. Особенностью предлагаемого подхода является комплексное использование методологий функционального и объектно-ориентированного моделирования информационной системы и соответствующих процессов управления, а также разработанной нотации моделирования пользовательского интерфейса. Использование унифицированного языка моделирования обеспечивает однозначность интерпретации требований всеми участниками процесса создания информационной системы, от заказчика до разработчика.

Одним из основных направлений повышения обороноспособности страны в современных условиях является автоматизация процессов деятельности должностных лиц (ДЛ) органов военного управления (ОВУ), воинских формирований (ВФ) и организаций Министерства обороны Российской Федерации (МО РФ). Автоматизация процессов управления предполагает разработку и внедрение соответствующих автоматизированных информационных систем (ИС). Конечной целью создания и внедрения таких систем является повышение эффективности функционирования соответствующих объектов автоматизации (ОА) за счет автоматизации и оптимизации процессов управления [1]. В то же время положительный эффект от внедрения ИС зависит от того, насколько она соответствует потребностям объекта автоматизации. Эффективность ИС во многом закладывается на этапах обоснования требований к разрабатываемой системе [2, 3].

В настоящее время предприятиями промышленности выполняется большое количество ОКР, направленных на создание и модернизацию ИС ВН. Анализ хода и результатов выполнения ОКР по созданию ИС ВН свидетельствует о наличии общих для многих работ системных недостатков, таких как [1]:

- несоответствие разрабатываемой ИС ВН процессам управления и регламентам деятельности должностных лиц;
- неадекватное поведение системы при наступлении различных событий;
- низкая эффективность выполнения начальных этапов работ по созданию автоматизированных систем (предпроектных исследований, эскизного и технического проектирования);
- затягивание сроков выполнения и повышение стоимости работ по созданию и внедрению ИС ВН.

В период 90-х годов прошлого века и в начале этого считалось, что главной причиной неудач выполнения разработок ИС ВН является недофинансирование. В последние годы в связи со значительным увеличением объемов денежных средств, выделяемых на развитие вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ), проблема недофинансирования во многом была реше-

на. Однако несмотря на значительное увеличение объемов финансирования перечисленные выше недостатки по-прежнему остаются.

Многие создаваемые опытные образцы ИС ВН обладают низкой эффективностью и не удовлетворяют современным потребностям войск и ОВУ. Как правило, рассмотренные недостатки выявляются на этапах испытаний и опытной эксплуатации опытного образца изделия, когда основной объем работ уже выполнен. Все вышеизложенное определяет важность задачи обоснования требований к ИС ВН.

Ведущие мировые державы уделяют пристальное внимание вопросам разработки требований к автоматизированным системам управления. Так, в военном ведомстве США разработан ряд документов, регламентирующих применение офицерами соответствующих департаментов методологии Agile [4] при сопровождении разработок программного обеспечения. Забегая немного вперед, можно сказать, что применение этого подхода для ИС ВН затруднено существующей системой документов, регламентирующих выполнение разработок и их сопровождение, а также особенностями имеющейся инфраструктуры [5].

Исследования по обоснованию требований к перспективным ИС ВН направлены на выявление целей, задач, определения облика системы и содержания автоматизируемых процессов управления. Данный этап выполняется научно-исследовательскими организациями Министерства обороны, представителями заказывающего ОВУ. Эти работы включают выявление, сбор и систематизацию требований к ИС и документирование результатов [2, 6] и предполагают тесное взаимодействие предприятия разработчика и организации заказчика, осуществляющей военно-научное сопровождение (ВНС) соответствующей опытно-конструкторской работы. Требования формулируются в соответствующих документах (тактико-технических заданиях, постановках задач и др.).

Практика показывает, что организации заказчика, осуществляющие ВНС при обосновании и формировании требований, используют устаревшие подходы, часто заключающиеся в трансляции требований руководящих документов. Часто задача сводится к созданию списков задач и обязанностей должностных лиц. Применение этого подхода приводит к созданию объемных, неинформативных и, как следствие, малоэффективных документов, как с точки зрения разработки, так и с точки зрения контроля реализации этих требований.

Требования к разрабатываемым системам формулируются на естественном языке, выразительные свойства которого делают процесс весьма трудоемким, а описание требований громоздким. Большие трудности вызывает однозначное описание поведенческих аспектов и процессов функционирования системы. Заказчик и разработчик, как правило, имеют различные представления о разрабатываемой системе, что усложняет их взаимодействие.

Накопленный опыт по созданию ИС свидетельствует об отсутствии единой методической базы по формированию требований, которая является одной из главных причин низкой эффективности реализации проектов [7]. В частности, не обеспечивается качественное представление таких принципиально важных требований к разработке ИС ВН как адекватность реальным процессам управления, функциональность и динамика выполнения (реализации) процессов деятельности должностных лиц. Все это определило актуальность задачи разработки нового подхода при формировании требований к перспективным информационным системам.

Систему требований можно рассматривать как соответствующую модель перспективной ИС. Это определило выбор методов моделирования в качестве основы разработанного подхода, то есть суть разработанного подхода заключается в разработке комплекса взаимосвязанных моделей перспективной ИС.

В первую очередь был проведен анализ получивших в настоящее время наибольшее распространение на практике методологий моделирования информационных систем (UML, DFD,

SADT, ARIS, BPMN) [2, 7, 8], который позволил сделать обоснованный выбор наиболее подходящих нотаций для описания различных аспектов системы. Формирование требований предлагается производить на основе разработки иерархической многокомпонентной модели, описывающей множество характеристик перспективной ИС.

В качестве инструментария разработки и формализованного представления моделей ИС выбрана методология графических нотаций описания процессов управления [6, 9]. Главным достоинством методов моделирования ИС с использованием графических нотаций является возможность наглядного многоуровневого и разностороннего представления объекта разработки в виде совокупности взаимосвязанных моделей [2, 10].

При всем многообразии методологий и нотаций моделирования на сегодняшний день не существует подхода к обоснованию требований к ИС, определяющего необходимый и достаточный набор нотаций и последовательность их разработки.

На основе анализа существующих методологий моделирования и опыта практических работ авторами разработан подход, позволяющий формулировать требования к основным аспектам ИС. Разработанный подход основан на использовании существующих нотаций, а также разработанной авторами нотации описания пользовательского интерфейса системы. В соответствии с разработанным подходом ИС ВН представляется в виде комплексной многоуровневой модели, элементы которой описывают различные аспекты проектируемой системы [3].

Порядок разработки модели предполагает определение основных процессов управления (деятельности), выполняемых на ОА, участников процессов и выполняемых ими ролей. Далее проводится последовательная декомпозиция моделей процессов управления, направленная на достижение требуемой степени детализации, а также разработка моделей, раскрывающих содержание требований к различным аспектам ИС ВН.

Глубина проработки (степень детализации) модели определяется уровнем и полнотой представления требований к ИС ВН, с учетом накладываемых ограничений. Исходя из анализа используемых на практике подходов формирования требований к разработке ИС [2, 6-9] в качестве базовых выделены следующие аспекты ИС ВН:

- функциональность (предоставляемые потребителю функции);
- выполнение процессов управления (деятельности);
- поведение при наступлении различных событий (динамика);
- организация хранения данных и доступа к ним;
- пользовательский интерфейс.

В качестве основного средства разработки модели ИС ВН выбраны графические нотации языка UML. Выбор языка UML объясняется его простотой, универсальностью и наиболее широким набором нотаций моделирования [7]. Для случаев, когда семантический набор средств языка UML не обеспечивает эффективное представление рассматриваемого аспекта ИС ВН или они отсутствуют, используются другие средства моделирования, в частности, графические нотации: EPC, BPMN и IDEF [9]. Далее представлены основные этапы моделирования.

1. Обоснование функциональных требований к системе. Основная задача этого этапа – определить перечень должностных лиц (пользователи, роли) допускаемых к использованию системы. Для этого используется диаграмма вариантов использования системы, позволяющая представить на макроуровне функциональные возможности и требуемое поведение разрабатываемой системы, не раскрывая механизмов их реализации [7]. При необходимости может быть выполнена детализация каждого варианта использования посредством создания его декомпозиционной модели. Декомпозиция варианта использования предполагает выявление и отражение в модели основных и обеспечивающих функций, связей между ними, в том числе и с другими вариантами использования.

Реализация предлагаемого подхода в статье рассматривается на примере формирования требований к ИС инженерно-авиационной службы авиационной части (ИС ИАС). Ограничения:

- рассматриваются требования к ИС ИАС в части автоматизации процесса ведения учета технического состояния (ТС) воздушных судов (ВС);
- декомпозиция модели ИС ИАС проводится для варианта использования: «Ведение учета ТС ВС».

Первым шагом осуществляется разработка модели вариантов использования системы верхнего уровня, которая определяет функциональные требования к ИС ИАС в целом (рисунок 1).

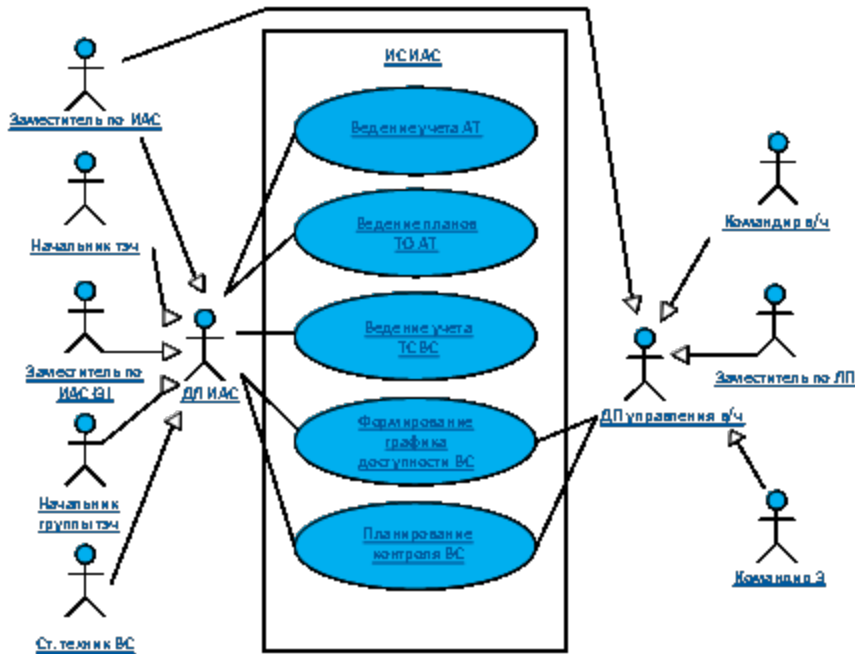


Рисунок 1 – Модель вариантов использования ИС ИАС

Модель содержит следующие основные элементы:

- множество пользователей ИС – должностных лиц авиационной части;
- набор функций (вариантов использования), которые должны предоставляться системой пользователям ИС ИАС.

В представленной модели выделены две категории действующих лиц. Для краткости в модели могут вводиться абстрактные пользователи (должностные лица), с которыми неабстрактные пользователи связаны отношением наследования, включая инкапсуляцию и полиморфизм. В приведенном примере выделены два абстрактных объекта.

Пример абстрактного пользователя: «ДЛ управления в/ч» (должностные лица управления воинской части), от которого наследуются пользователи:

- командир воинской части (командир в/ч);
- заместитель командира части по ИАС (заместитель по ИАС);
- заместитель командира части по летной подготовке (заместитель по ЛП);
- командир эскадрильи (командир Э).

«Должностные лица ИАС», от которого наследуются:

- заместитель по ИАС;
- заместитель командира эскадрильи по ИАС (заместитель по ИАС Э);
- начальник технико-эксплуатационной части (начальник тэч);
- начальник группы тэч;
- старший техник ВС (ст. техник ВС).

В представленном примере выделены следующие варианты использования ИС ИАС:

- «Ведение учета авиационной техники (АТ)»;
- «Ведение планов ТО АТ»;
- «Ведение учета ТС ВС»;
- «Формирование графика доступности ВС»;
- «Планирование контроля ТС ВС».

Требования по предоставляемым функциям ИС ИАС пользователям отображаются в модели виде отношений ассоциаций (Association Relationship). Дальнейшее уточнение функциональных требований к каждому варианту использования модели верхнего уровня производится посредством создания его декомпозиционной модели. Декомпозиционная модель варианта использования «Ведение учета ТС ВС» представлена на рисунке 2.

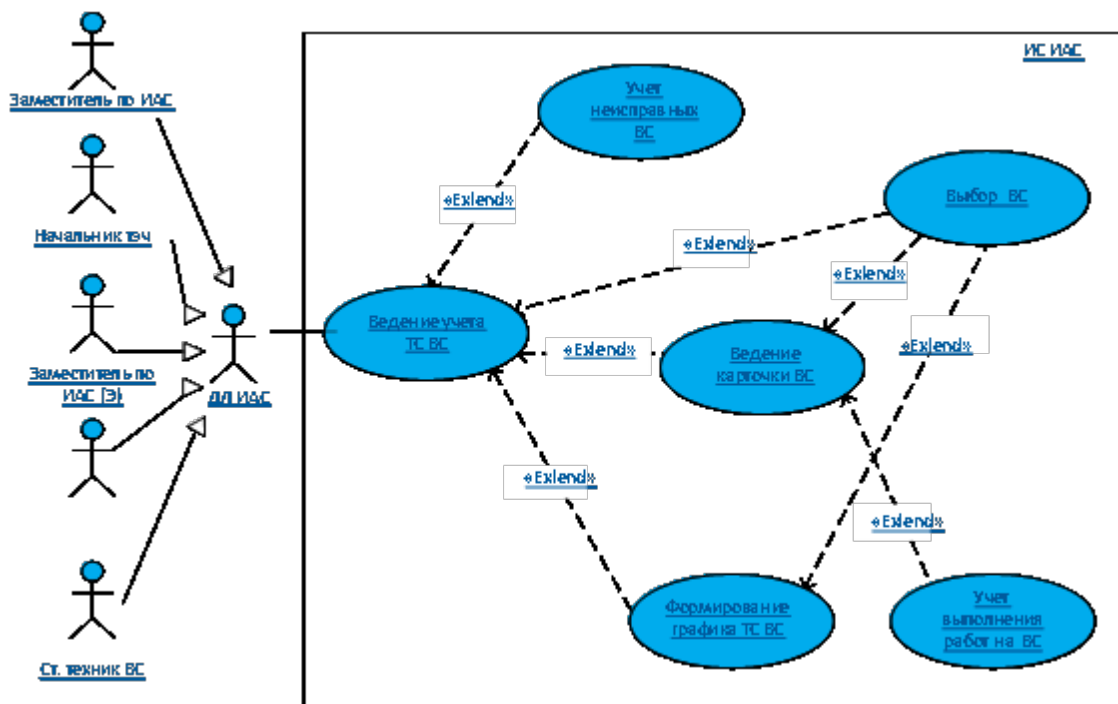


Рисунок 2 – Модель варианта использования: «Ведение учета ТС ВС»

В модели отражены основные функции, определяющие содержание варианта использования «Ведение учета ТС ВС». Для определения связей между функциями варианта использования используются типы отношений: расширения (extend) и включения (include). Представленная модель описывает требования к ИС ИАС по составу пользователей системы и предоставляемым им функциям, а также позволяет определить связи между различными вариантами использования.

2. Обоснование требований к аспектам выполнения процессов деятельности в ИС ВН. На данном этапе разрабатываются модели, определяющие требования по порядку выполнения и динамике протекания процессов при реализации различных функций (вариантов использования) системы. Процедура обоснования требований формализуется моделированием желаемого сценария реализации каждого варианта использования.

Модель строится с использованием диаграммы деятельности (Activity diagram) [2, 6], которая отображает последовательность действий участников процесса, а также порядок передачи потоков управления при выполнении соответствующего варианта использования. Описание разбиения действий и переходов управления между участниками процесса проводится за счет введения дорожек (Swimlane), соответственно должностных лиц и элементов информационной систе-

мы. Введение дорожек в модели деятельности позволяет показать реакцию системы на действия пользователей. В качестве примера на рисунке 3 показана модель деятельности расширения «Ведение карточки ВС».

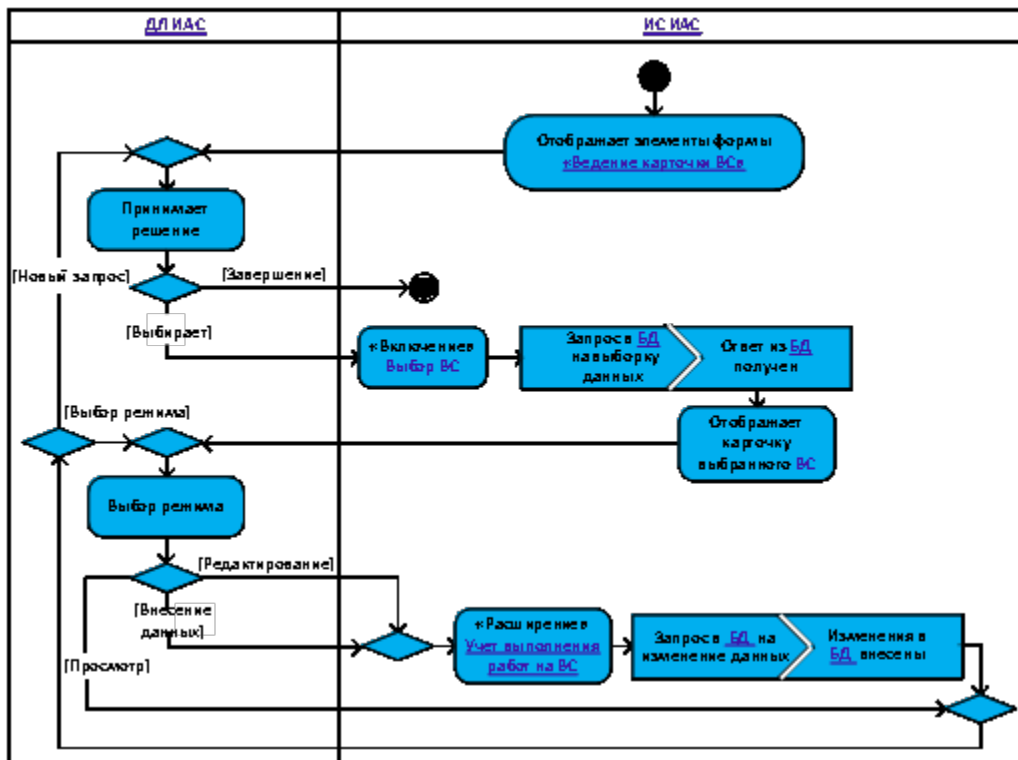


Рисунок 3 – Модель деятельности расширения «Ведение карточки ВС»

3. Формирование требований, определяющих поведенческие (динамические) аспекты системы. Содержательное раскрытие требований к механизмам выполнения вариантов использования предполагает дальнейшую декомпозицию моделей ИС ВН. Одной из основных задач является определение реакций и поведения системы при наступлении различных событий.

Для решения этой задачи выбрана графическая нотация событийных цепочек процессов EPC (Event-Driven Process Chain), хорошо зарекомендовавшая себя для описания процессов (функций) нижнего уровня. Основные достоинства EPC-моделей заключаются в простоте, наглядности и гибкости описания логики выполнения процессов [6].

Построение модели выполнения процесса в нотации EPC заключается в определении последовательности чередующихся событий и функций, определяющих порядок выполнения процесса. С точки зрения формирования требований к ИС ВН эти диаграммы позволяют представить необходимую логику выполнения процесса или функции. В качестве примера на рисунке 4 представлена событийная модель выполнения процесса «Ведение карточки ВС» в ИС ИАС. Модель представляет собой упорядоченную комбинацию событий и функций, описывающих требуемый порядок выполнения процесса «Ведение карточки ВС».

4. Формирование требований к организации данных в ИС ВН. Решение данной задачи основывается на разработке концептуальной модели данных ИС ВН. Для построения модели данных проводится исследование и анализ используемой информации (входные и выходные информационные потоки, информационные ресурсы). Результатом исследования является набор сущностей и отношений между ними.

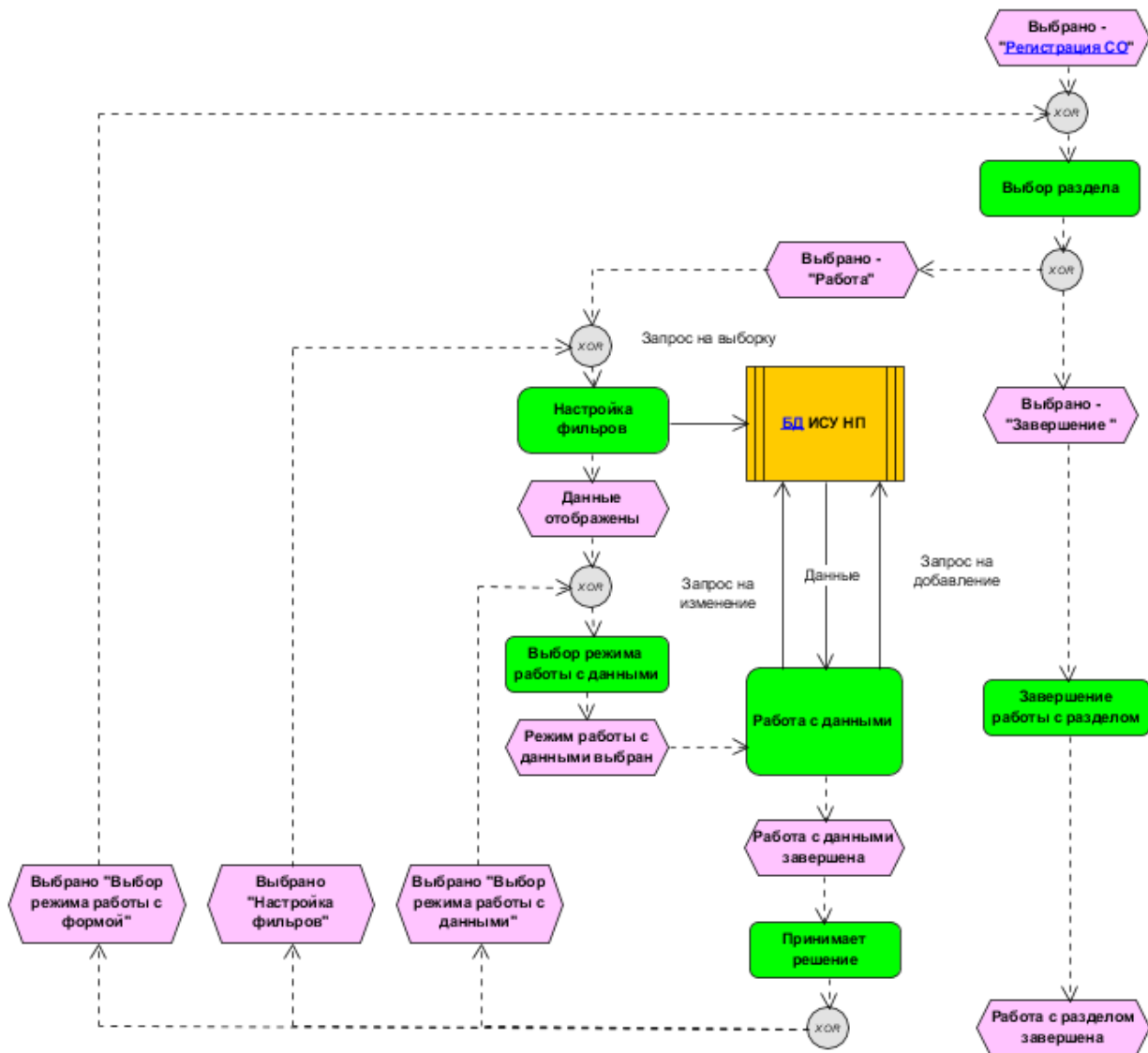


Рисунок 4 – Модель выполнения процесса: «Ведение карточки ВС»

Формализованное представление требований к организации данных в ИС ВН предполагает построение модели сущность-связь ERM (Entity Relationship Model). Графически модель данных представляется в виде ER-диаграммы. Использование ER-диаграммы для разработки модели данных позволяет наглядно отобразить требования к ИС ВН по составу, организации, форматам представления данных, а также определить основные информационные блоки и отношения между ними [11]. На рисунке 5 представлен фрагмент модели данных ИС ИАС в части учета технического состояния воздушных судов, определяющий набор сущностей (информационных блоков) и связей между ними.

Содержательно информационный блок определяет состав атрибутов, описывающих определенный объект или его свойства. Полученная таким образом модель данных позволяет определить требования по составу, структуре и форматам представления данных в ИС ИАС и обеспечит синтез структуры базы данных ИС.

5. Моделирование пользовательского интерфейса. Важнейшим элементом информационной системы является ее пользовательский интерфейс. От качества его разработки зависит эффективность внедрения и использования информационной системы. С одной стороны, пользовательский интерфейс должен обеспечить реализацию функциональности системы, а с другой – интуитивность понимания и удобство работы пользователя. При этом чем богаче функциональ-

ность системы и чем больше пользователей и ролей предусмотрено в ее модели вариантов использования, тем сложнее согласовать эти два требования.

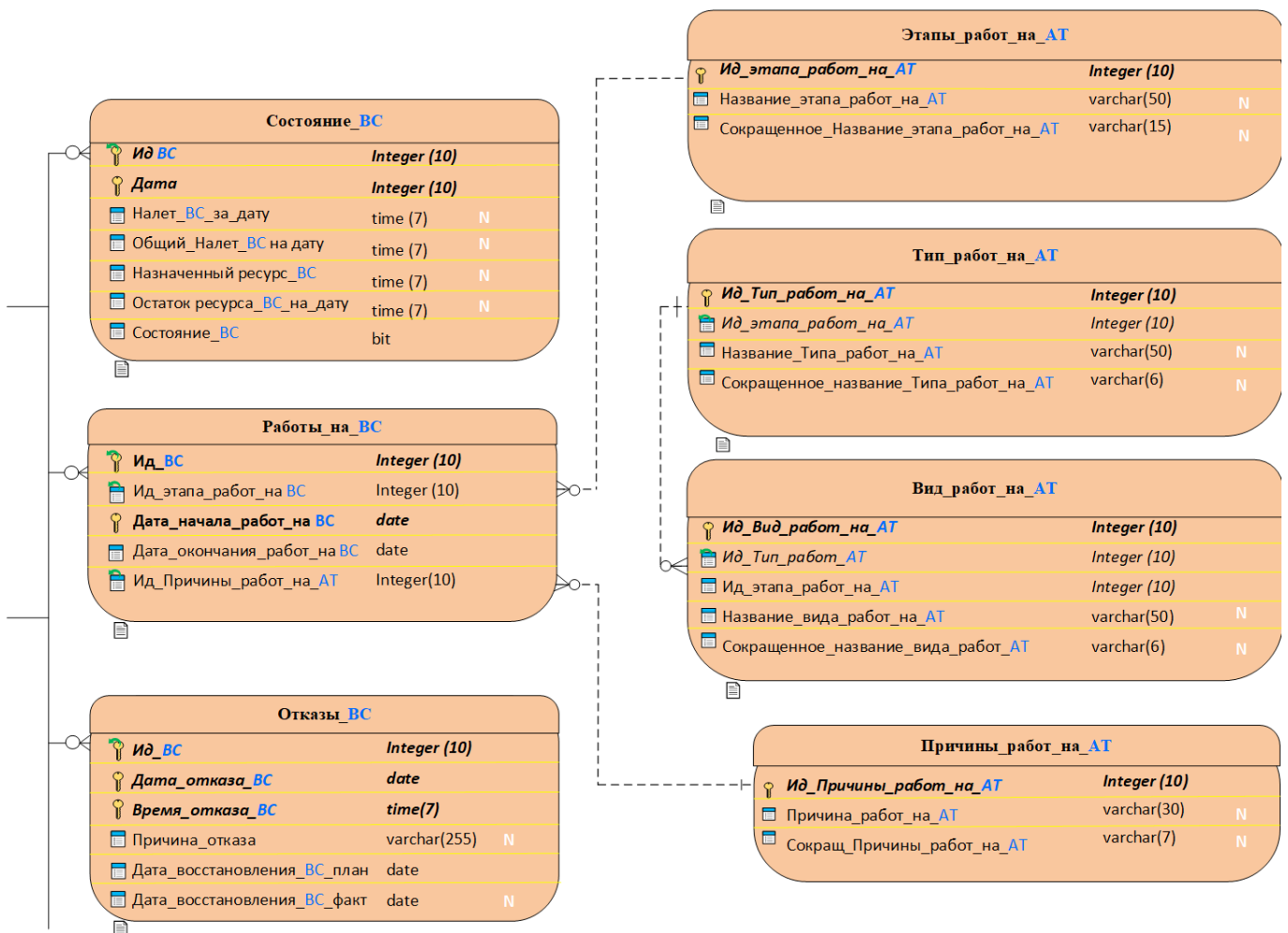


Рисунок 5 – Фрагмент модели данных ИС ИАС

Проектирование пользовательских интерфейсов сегодня является одним из наиболее актуальных направлений в сфере IT в мире. Существует даже устоявшийся термин UX/UI-дизайн [12] – проектирование любых пользовательских интерфейсов, в когда удобство использования также важно, как и внешний вид. В то же время проведенный анализ существующих подходов к моделированию пользовательских интерфейсов позволил сделать вывод, что все они, в основном, направлены на эргономичность дизайна и в меньшей степени ориентированы на оптимизацию представления функциональности системы. В связи с этим была разработана нотация моделирования пользовательского интерфейса, подробное описание которой представлено в соответствующей работе и выходит за рамки настоящей статьи.

Модель потока интерфейсов – разработанная авторами нотация, предназначенная для описания состава, структуры и поведения пользовательского интерфейса. На рисунке 6 представлена модель пользовательского интерфейса на примере программного комплекса оценки состояния воздушных судов, раскрытая до второго уровня иерархии.

Модель пользовательского интерфейса системы в разработанной нотации включает структуру элементов, а также диаграммы переходов между ними при наступлении различных событий, вызванных самой системой, внешней средой или действиями пользователя. На рисунке 7 представлен фрагмент рассматриваемой модели, раскрытой до нижнего уровня иерархии компонен-

тов. Стрелками показаны диаграммы переходов между элементами пользовательского интерфейса при определенных действиях пользователя.

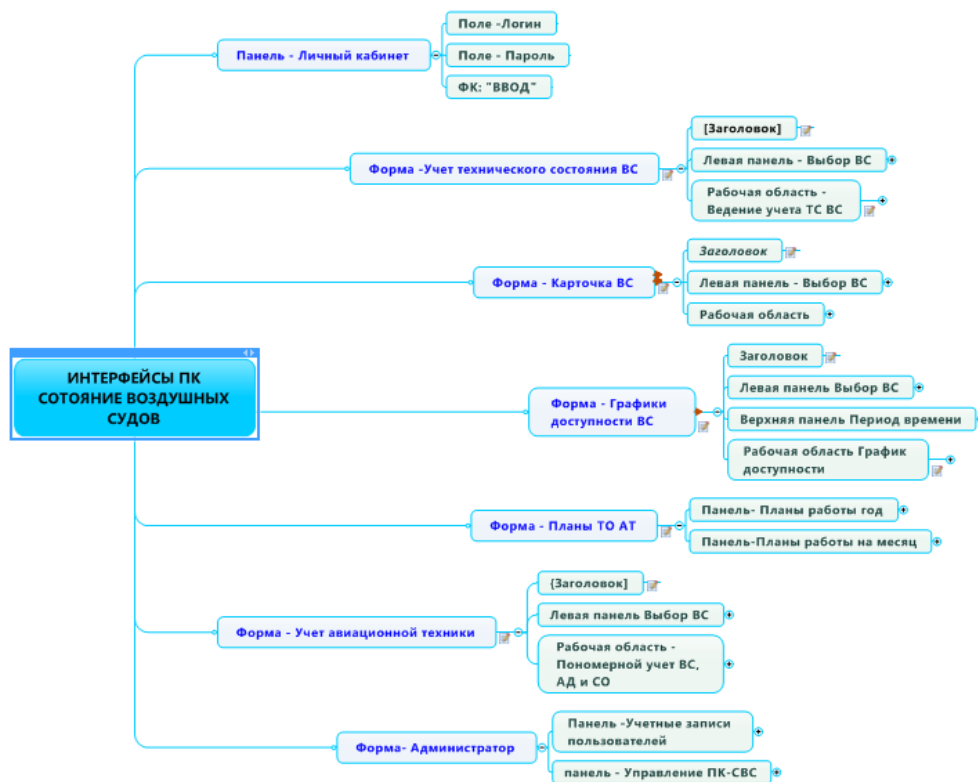


Рисунок 6 – Пример модели пользовательского интерфейса

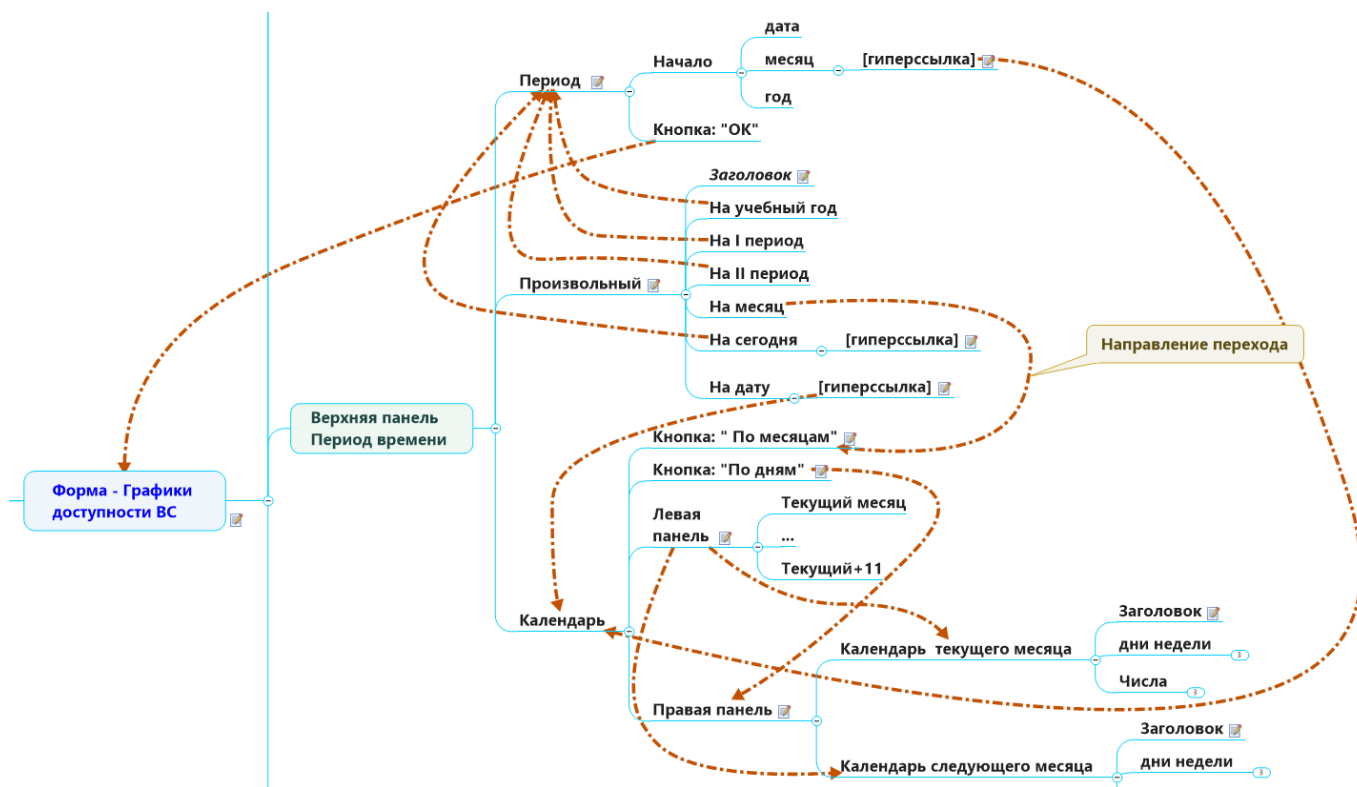


Рисунок 7 – Фрагмент модели пользовательского интерфейса

В связи тем, что большинство создаваемых информационных систем имеют веб-интерфейс, разработанная нотация предусматривает добавление соответствующих тегов и элементов JavaScript. Это обеспечивает возможность автоматического синтеза макета пользовательского интерфейса для его предварительного просмотра и тестирования переходов. На рисунке 7 в правой части приведен пример описания гиперссылки.

Разработанная нотация обеспечивает формирование требований к пользовательскому интерфейсу на всех уровнях, а также позволяет выполнять синтез макетов экранных форм и предварительное тестирование диаграммы переходов.

Выводы

Сложность разрабатываемых информационных систем военного назначения приводит к необходимости использования современных методов моделирования в процессе обоснования требований к ИС ВН.

Разработка комплексной взаимосвязанной модели, отражающей функциональные, динамические и структурные аспекты перспективной информационной системы, позволяет повысить эффективность результатов предпроектных исследований и начальных этапов ОКР.

Применение унифицированного графического языка моделирования обеспечивает простоту взаимодействия всех участников и, как следствие, сокращение времени согласования документов, определяющих требования к перспективной информационной системе.

Использование разработанной нотации позволит сформировать и согласовать требования к пользовательскому интерфейсу системы и уже на этапе предпроектных работ протестировать синтезируемый макет.

Практическое использование разработанного подхода показало, что он позволяет существенно повысить эффективность работ по формированию и согласованию требований к перспективным информационным системам военного назначения. В то же время повсеместное его применение потребует совершенствования нормативного обеспечения процессов создания перспективных информационных систем военного назначения.

Список использованных источников

1. Иванов В.В. Проблемы создания АСУ Вооруженных Сил // Воздушно-космическая оборона. – 2014. – № 4.
2. Вигерс К. Разработка требований к программному обеспечению / Пер. с англ. – М.: Русская Редакция, 2004. – 576 с.
3. Бусленко М.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1978. – 400 с.
4. Карпов В.В., Карпов А.В. Особенности применения современных методов разработки программного обеспечения защищенных автоматизированных систем // Программные продукты и системы. – 2016. – № 1 (113).
5. Буренок В.М., Ляпунов В.М., Мудров В.И. Теория и практика планирования и управления развитием вооружения – М.: Вооружение. Политика. Конверсия, 2004. – 419 с.
6. Вендров А.М. Методы и средства моделирования бизнес-процессов (обзор) // Jet Info. Информационный бюллетень. – 2004. – № 10 (137). – 32 с.
7. Буч Г., Рамбо Д., Якобсон И. Язык UML. Руководство пользователя. 2-е изд. / Пер. с англ. – М.: ДМК Пресс, 2006. – 496 с.
8. Халл Э., Джексон К., Джереми Д. Инженерия требований. – М.: ДМК-Пресс, 2017. – 224 с.
9. Кулябов Д.С. Королькова А.В. Введение в формальные методы описания бизнес-процессов: Учебное пособие. – М.: РУДН, 2008. – 173 с.

10. Репин В.В., Елиферов В.Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2004. – 408 с.

11. Карпова Т.С. Базы данных: модели, разработка, реализация. – СПб.: Питер, 2001. – 304 с.

12. Шушпанова М.С. Исследование и разработка методики проектирования UX/UI дизайна интернет-платформы, основанной на социальном взаимодействии, на примере сервиса поиска компаньонов [Электронный ресурс]: магист. Дисс... – СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Институт компьютерных наук и технологий.

Г.А. Лавринов, доктор экономических наук, профессор
А.Г. Подольский, доктор экономических наук, профессор

Роль и место неопределенности при разработке и применении экономико-математических моделей оценки продолжительности и стоимости мероприятий дорожных карт¹

В статье показана необходимость учета неопределенности при разработке и применении экономико-математических моделей оценки продолжительности и стоимости мероприятий, включаемых в дорожные карты по реализации национальных проектов. Приведены виды погрешностей, влияющих на неопределенность значений, сформированных с применением моделей, а также их роль в процессе верификации временных и стоимостных показателей. Изложена роль и место неопределенности в процессе формирования временных и стоимостных показателей таких мероприятий, в части проверки их адекватности и обеспечения целесообразности расходования бюджетных средств.

Сегодня принят целый ряд национальных проектов, а федеральными органами исполнительной власти (ФОИВ) формируются планы (дорожные карты) по их реализации в долгосрочном и краткосрочном периоде, в том числе по созданию и развитию высокотехнологичной продукции. На их реализацию предусмотрены значительные бюджетные средства, являющиеся одним из основных видов ресурсов, обеспечивающих скоординированную по целям и времени реализацию запланированных в дорожной карте мероприятий. Одними из основных показателей плановых документов являются стоимостные показатели, представляющие собой годовые и суммарные прогнозные объемы финансирования мероприятий дорожных карт, а также временные показатели, характеризующие начало реализации мероприятия и его продолжительность.

Реализуемость плановых документов и эффективность расходования бюджетных средств во многом зависят от уровня обоснованности прогнозных оценок временных и стоимостных показателей. Прогнозные оценки считаются обоснованными, если они получены с применением методического обеспечения, учитывающего основные факторы, влияющие на стоимость и продолжительность выполнения мероприятия, а также с использованием экономико-математических моделей, адекватно отражающих взаимосвязь факторов со стоимостными и временными показателями. Вопросы методического обеспечения обоснования стоимостных и временных показателей рассмотрены в [3, 5, 9, 11, 12, 19].

Несмотря на обоснованность прогнозных оценок им присуща неопределенность, которую необходимо учитывать в ходе разработки дорожных карт, включающих в себя работы по формированию временных и стоимостных показателей входящих в них мероприятий. Однако учету неопределенности при формировании указанных показателей и проведении технико-экономического анализа уделяется недостаточное внимание, что обусловило актуальность данной статьи. Неопределенность в значениях временных и стоимостных показателей, рассчитанных с применением экономико-математических моделей (ЭММ), вызвана [1, 2, 16, 18]:

- методической погрешностью прогнозирования;
- погрешностью в значениях исходных данных, используемых для формирования прогнозных

¹ Статья подготовлена в рамках гранта РФФИ № 19-010-00027.

оценок временных и стоимостных показателей;

- субъективной погрешностью, обусловленной целенаправленным изменением расчетного значения, полученного с применением методического обеспечения.

Среди указанных видов погрешностей вторая и третья могут быть устранены путем проверки использованных исходных данных и порядка расчетов, предусмотренного методическим обеспечением. Поэтому далее основное внимание уделяется неопределенности, вызванной методической погрешностью, которая непосредственно связана с качеством экономико-математических моделей оценки продолжительности и стоимости мероприятий.

Методическая погрешность прогнозирования включает в себя, в общем случае, два вида погрешностей: систематическую и случайную. Под систематической понимается погрешность, которая может быть либо примерно одинаковой, либо закономерно изменяться по величине в определенном направлении. Систематическая погрешность является следствием неточного отражения ЭММ реального процесса формирования стоимости (продолжительности) выполнения мероприятия и/или микро- и макроэкономических параметров, от которых она зависит. Указанная погрешность может быть выявлена путем сравнения рассчитанных с применением ЭММ значений стоимостных и временных показателей с их фактическими данными прошлого периода.

Для устранения систематической погрешности первоначально осуществляется анализ параметров модели и, при необходимости, выполняется их корректировка. Уточненные значения параметров модели подставляются в ЭММ и используются для прогнозирования и выявления систематической погрешности, вызванной неточным видом модели и некорректным подбором учитываемых в ней факторов. Для этого осуществляется сопоставление рассчитанных с применением ЭММ значений продолжительности выполнения мероприятий с их фактическими значениями. При этом для обеспечения сопоставимости затрат они приводятся к единому расчетному году t_p .

Значения указанных расхождений определяются по формулам:

- для временных показателей:

$$\Delta T_i = T_{pi} - T_{\phi i}, \quad (1)$$

где T_{pi} – рассчитанная с применением ЭММ продолжительность реализации i -го мероприятия;

$T_{\phi i}$ – фактическое значение продолжительности реализации i -го мероприятия;

- для стоимостных показателей:

$$\Delta C_i(t_p) = C_{pi}(t_p) - C_{\phi i}(t_p), \quad (2)$$

где $C_{pi}(t_p)$ – рассчитанная с применением ЭММ стоимость реализации i -го мероприятия в ценах расчетного года t_p ;

$C_{\phi i}(t_p)$ – фактическое значение стоимости реализации i -го мероприятия в ценах расчетного года t_p .

На основании рассчитанных по формулам (1) и (2) значений формируются два множества:

Ω_B , содержащее расхождения значений расчетных и фактических временных показателей выполненных мероприятий;

Ω_C , содержащее расхождения значений расчетных и фактических стоимостных показателей выполненных мероприятий.

Предположим, что элементы указанных множеств включают только положительные или только отрицательные значения. Первоначально осуществляется проверка на наличие закономерности в изменении расхождений в зависимости от временного фактора, связанного с изменением организационно-технических условий реализации мероприятий, а также от других факторов, от-

ражающих облик высокотехнологичной продукции и процесс реализации мероприятий по ее созданию. Для этого используется аппарат корреляционного и регрессионного анализа [10, 13]. Если указанная взаимосвязь подтверждена, то осуществляется корректировка вида ЭММ.

Если взаимосвязь расхождений расчетных значений временных (стоимостных) показателей мероприятия с их фактическими значениями не подтверждается, то считается, что имеет место систематическая погрешность, которая характеризуется примерно одинаковым для различных мероприятий значением расхождения. В этом случае для определения величины систематической погрешности можно воспользоваться следующими зависимостями:

- для оценки величины систематической погрешности прогнозирования временного показателя:

$$\Delta T = \frac{\sum_{i=1}^N |T_{pi} - T_{\phi i}|}{N}, \quad (3)$$

где N – количество мероприятий, для которых осуществляется сопоставление расчетных и фактических значений продолжительности их реализации;

- для оценки систематической погрешности прогнозирования стоимостного показателя:

$$\Delta C(t_p) = \frac{\sum_{i=1}^N |C_{pi}(t_p) - C_{\phi i}(t_p)|}{N}. \quad (4)$$

Следует отметить, что значения систематических погрешностей временных и стоимостных показателей, рассчитанных по формулам (3) и (4), являются средними оценками систематических погрешностей, вокруг которых группируются значения отдельных расхождений. Это обусловлено приближенным отражением ЭММ процессов формирования временных и стоимостных показателей. Таким образом, значения ΔT и $\Delta C(t_p)$, рассчитанные по формулам (3) и (4), можно рассматривать как оценки математических ожиданий систематических погрешностей прогнозных значений временных и стоимостных показателей. Выявленная систематическая погрешность может быть устранена (уменьшена) путем корректировки ЭММ.

Не менее важным видом погрешности в прогнозных оценках временных и стоимостных показателей является случайная погрешность, значение которой невозможно определить, так как она зависит от факторов, не учтенных в ЭММ, используемой для прогнозирования стоимости (продолжительности) реализации мероприятия. Рассматриваемый вид погрешности изменяется случайным образом как по направлению, так и по величине. Она может быть приближенно охарактеризована определенным законом распределения, в качестве которого используется, как правило, нормальный закон.

Роль и место неопределенности, вызванной указанным видом погрешности, иллюстрирует процесс построения регрессионных зависимостей, связывающих расчетные значения временных и стоимостных показателей с факторами, от которых они зависят. Чем больше отклонения линии регрессии от фактических значений временных и стоимостных показателей завершаемых мероприятий, тем выше неопределенность их прогнозных значений. Поэтому в основе выбора вида регрессионной зависимости лежит, как правило, метод наименьших квадратов, состоящий в минимизации суммы квадратов указанных отклонений [6, 17]. Причем указанная неопределенность возрастает по мере увеличения отклонения значений факторов, характеризующих планируемое мероприятие, от средних значений факторов выполненных мероприятий, на основе которых построена регрессионная зависимость.

Неопределенность играет важную роль не только при прогнозировании значений временных и стоимостных показателей планируемых мероприятий, но и в процессе верификации их

прогнозных значений, проводимой в интересах разработки плановых документов [15]. Указанный процесс включает в себя два этапа, в основе которых лежит учет двух ключевых аспектов ценообразования: затратного и ценностного. Учет указанных аспектов, в силу их специфики, требует применения при верификации специальных методических подходов, важную роль при реализации которых играет неопределенность.

Выполнение первого этапа верификации связано с учетом затратного аспекта ценообразования, состоящего в том, что для реализации мероприятия необходимо на плановом периоде выделить достаточный объем бюджетных средств, который не должен быть необоснованно завышенным или заниженным. В ходе указанного этапа верификации проводится проверка запрашиваемых организациями объемов финансирования мероприятий и сроков их выполнения с целью выявления их возможного необоснованного завышения, приводящего к нерациональному расходованию бюджетных средств, или занижения, приводящего к значительному риску нереализуемости мероприятия.

На втором этапе осуществляется учет ценностного аспекта ценообразования, связанного с тем, что высокотехнологичная продукция характеризуется определенными потребительскими свойствами – эффектом от применения. Для государственного заказчика важно, чтобы финансирование мероприятий было целесообразным по комплексному критерию, учитывающему потребительские свойства образца и затраты на их достижение.

Рассмотрим роль и место неопределенности при выполнении первого этапа верификации. Для проведения указанного этапа верификации осуществляется формирование альтернативной прогнозной оценки временного (стоимостного) показателя с привлечением специализированной организации, которая применяет отличный от затратного метода подход. В результате сравнения верифицируемой и прогнозной оценки временного (стоимостного) показателя принимается решение либо о возможности использования верифицируемой оценки для разработки планового документа, либо о проведении дополнительного анализа с целью недопущения необоснованного завышения или занижения стоимостных (временных) показателей.

Верификация основана на следующих допущениях:

Допущение 1. В значениях альтернативных временных (стоимостных) показателей отсутствуют грубые, систематические и субъективные погрешности.

Допущение 2. Значения верифицируемого и соответствующего ему альтернативного показателя представляют собой оценки одного истинного значения временного (стоимостного) показателя.

Допущение 3. Случайная погрешность в определении значения альтернативного временного (стоимостного) показателя подчиняется нормальному закону распределения.

Введенные допущения, а также определенные с использованием ЭММ значения математического ожидания альтернативной оценки временного (стоимостного) показателя и ее среднего квадратического отклонения позволяют построить доверительный интервал, который с заданной доверительной вероятностью накрывает истинное значение временного (стоимостного) показателя. На рисунке 1 показаны области, каждая из которых характеризуется размером и вероятностью накрытия ею истинного значения временного (стоимостного) показателя мероприятия. Область, ограниченная критическими точками, соответствующими уровню значимости 0,1, характеризуется тем, что отклонение от математического ожидания альтернативной оценки временного (стоимостного) показателя обуславливается случайной погрешностью. Вероятность того, что указанная область накроет истинное значение времени (стоимости) выполнения мероприятия составляет 0,8.

При попадании верифицируемой оценки временного показателя в указанную область принимается, что она адекватно отражает продолжительность реализации мероприятия и может

быть использована для формирования дорожной карты. Если верифицируемая оценка стоимостного показателя мероприятия попала в область, ограниченную критическими точками, соответствующими уровню значимости 0,1, то выполняется второй этап верификации. Для его проведения осуществляется расчет верхней лимитной цены, представляющей собой максимально допустимую для заказчика цену, превышение которой делает расходование бюджетных средств в объеме равном значению верифицируемой оценки нецелесообразной с технико-экономической точки зрения [3].

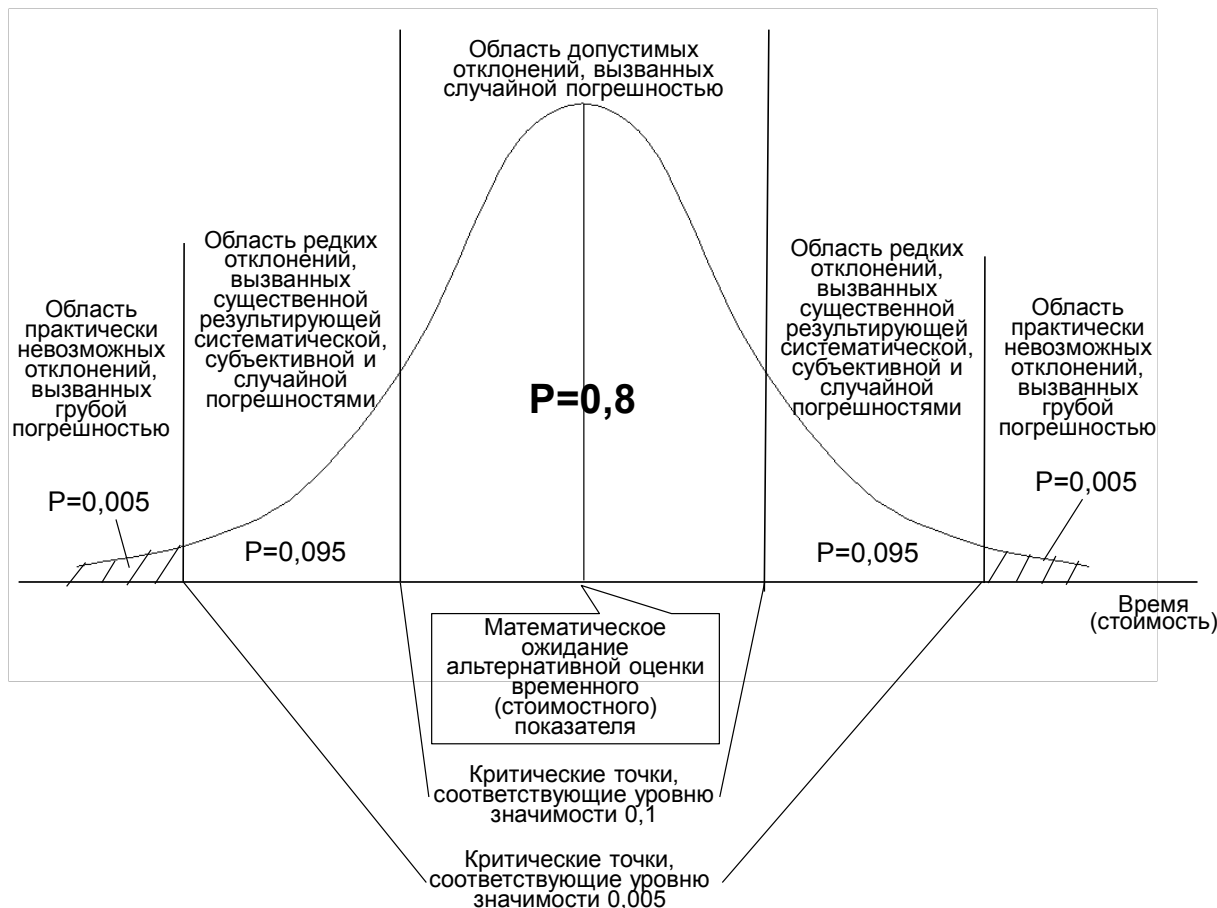


Рисунок 1 – Условное деление на области возможных значений временного (стоимостного) показателя мероприятия в зависимости от размера погрешности

Необходимость выполнения второго этапа верификации связано с тем, что принятие плановых решений осуществляется не только с учетом прогнозных значений стоимостных показателей, но и с учетом эффекта от применения высокотехнологичной продукции, который, в свою очередь, зависит от ее характеристик. То есть принятие решения осуществляется на основе комплексного критерия, учитывающего как ожидаемые затраты на реализацию мероприятий, так и ожидаемый эффект от применения высокотехнологичной продукции по своему функциональному назначению.

В условиях, когда существует, как правило, несколько альтернативных образцов, которые могут быть применены для достижения заданного эффекта, проводится технико-экономический анализ [4, 7, 8], в процессе выполнения которого учитывается степень неопределенности прогнозных значений временных и стоимостных показателей. В качестве альтернативных образцов могут выступать существующие образцы, модернизированные образцы и образцы нового поколения. В ходе технико-экономического анализа осуществляется не только сравнение сто-

имостных показателей альтернативных вариантов высокотехнологичной продукции, но и их сопоставление со значением верхней лимитной цены.

Методическое обеспечение определения верхней лимитной цены изложено в ряде публикаций [3, 14]. Ее значение имеет стохастический характер, так как зависит от множества факторов, например, точностных характеристик образцов, характеристик экзогенных факторов (в том числе природных), возможностей человека, комплексное влияние которых на результат применения высокотехнологичной продукции предусмотреть заранее и достоверно установить не представляется возможным. Отсюда следует, что прогнозная оценка стоимостного показателя мероприятия и его верхняя лимитная цена определяются с погрешностями. Это делает необходимым определение вероятности того, что прогнозная оценка стоимостного (верифицируемого) показателя планируемого мероприятия превысит значение верхней лимитной цены. Учитывая суть понятия верхней лимитной цены, указанная вероятность отражает возможность того, что бюджетные средства, выделяемые на выполнение мероприятия, будут израсходованы нецелесообразно с технико-экономической точки зрения.

Таким образом, неопределенность является объективной реальностью, которую необходимо учитывать при разработке ЭММ и их применении в ходе формирования стоимостных и временных показателей плановых документов. Ее корректный учет позволит своевременно выработать мероприятия по совершенствованию методического обеспечения и повысить эффективность расходования бюджетных средств, направляемых на реализацию мероприятий, включаемых в дорожные карты по реализации национальных проектов.

Список использованных источников

1. Агекян Т.А. Основы теории ошибок для астрономов и физиков. – М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1972. – 172 с.
2. Буравлев А.И., Брезгин В.С. Методы оценки эффективности применения высокоточного оружия. – М.: ИД Академии Жуковского, 2018. – 232 с.
3. Буравлев А.И., Буренок В.М., Лавринов Г.А., Подольский А.Г., Пьянков А.А. Методы военно-научных исследований систем вооружения. – М.: Граница, 2017. – 512 с.
4. Буренок В.М., Ляпунов В.М., Мудров В.И. Теория и практика планирования и управления развитием вооружения / Под ред. А.М. Московского – М.: Граница, 2005. – 520 с.
5. Буренок В.М., Косенко А.А., Лавринов Г.А. Техническое оснащение Вооруженных Сил Российской Федерации: организационные, экономические и методологические аспекты. – М.: Граница, 2008. – 728 с.
6. Венецкий И.Г., Венецкая В.И. Основные математико-статистические понятия и формулы в экономическом анализе. – М.: Статистика, 1974. – 279 с.
7. Викулов С.Ф. Экономика военного строительства: эволюция взглядов на проблемы, методы, решения. – М.: Граница, 2013. – 608 с.
8. Военно-экономический анализ / Под ред. С.Ф. Викулова – М.: Военное издательство, 2001. – 350 с.
9. Герасименко В.В. Ценообразование: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 422 с.
10. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высшая школа, 1977. – 479 с.
11. Желтякова И.А., Маховикова Г.А., Пузыня Н.Ю. Цена и ценообразование. Краткий курс: Учебное пособие. – СПб.: Питер, 1999. – 112 с.
12. Липсиц И.В. Ценообразование. Практикум: Учебное пособие для академического бакалавриата. – М.: Юрайт, 2017. – 336 с.

13. Мятлев В.Д., Панченко Л.А., Ризначенко Г.Ю., Терехин А.Т. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели: Учебник для академического бакалавриата. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2017. – 321 с.

14. Подольский А.Г. Верхняя лимитная цена: индикатор эффективного расходования бюджетных средств // Вооружение и экономика. – 2017. – № 1 (38). – С. 57-63.

15. Подольский А.Г. Процедурная модель верификации технико-экономических исходных данных, используемых для разработки государственной программы вооружения // Вооружение и экономика. – 2017. – № 1 (38). – С. 57-63.

16. Свешников А.А. Основы теории ошибок. – Л.: Издательство Ленинградского университета, 1972. – 122 с.

17. Сидняев Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных: Учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2017. – 495 с.

18. Третьяк Л.Н., Воробьев А.Л. Основы теории и практики обработки экспериментальных данных: Учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / Под общ. ред. Л.Н. Третьяк. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2017. – 217 с.

19. Цены и ценообразование: Учебник и практикум для СПО / Под ред. Т.Г. Касьяненко. – М.: Юрайт, 2017. – 437 с.

А.И. Буравлев, доктор технических наук,
профессор

Модели управления ресурсным обеспечением проектов создания высокотехнологичной продукции

В статье рассматривается модель управления ресурсным обеспечением проектов создания высокотехнологичной продукции. В качестве модели эволюции продукции используется логистическая функция, темп изменения которой зависит от скорости используемого потока ресурсов. Проведен анализ типовых зависимостей скорости ресурсного обеспечения и для них получены аналитические выражения для функции эволюция проекта во времени и прогнозных оценок его готовности к использованию. Найдены оптимальные параметры динамики ресурсного обеспечения проекта, обеспечивающие для заданного уровня готовности проекта одинаковый объем затрат ресурсов.

Будущее России несомненно связано с технологическом развитием ее экономики и переходу к инновационным методам управления [1-3]. Одним из направлений эффективного развития отечественной экономики является проектное управление, которое позволяет сосредоточить усилия и необходимые ресурсы на ключевых направлениях развития экономики и создавать эффективные «точки роста» в различных ее секторах [1, 4].

Теория и практика проектного управления хорошо разработана и успешно используется в зарубежных корпорациях [5, 6]. Есть положительные примеры реализации проектного управления в нашей стране [7-9]. Для реализации проектов различного масштаба требуются соответствующие финансовые, материальные, трудовые и информационные ресурсы. Успешность реализации проекта во многом зависит от организации использования этих ресурсов. Задача управления ресурсным обеспечением является одной из проблемных задач проектного управления [8-10]. В предлагаемой статье рассматривается модель управления ресурсным обеспечением проекта.

Анализ статистики разработки проектов по различным промышленным изделиям показывает, что существует определенная закономерность в выполнении проекта. В таблице 1 приведены средние значения по относительной длительности этапов НИОКР и объема их выполнения относительно стоимости проекта [11-13].

Таблица 1 – средние значения по относительной длительности этапов НИОКР и объема их выполнения относительно стоимости проекта

| Этапы НИОКР | НИЭР | Эскизный проект | Технический проект | Изготовление опытных образцов и их испытания | Корректировка РКД после испытаний |
|----------------------------------|-------------|-----------------|--------------------|--|-----------------------------------|
| Относительная длительность этапа | 0,05...0,07 | 0,1...0,12 | 0,6...0,7 | 0,16...0,17 | 0,03...0,05 |
| Объем выполнения проекта | 0,12...0,15 | 0,15...0,22 | 0,3...0,35 | 0,3...0,35 | 0,05...0,07 |

На рисунке 1 приведены диаграммы распределения объемов работ по этапам проекта. Из диаграммы видно, что статистическое распределение относительных объемов работ напоминает логистическое распределение. Это распределение часто наблюдается в экономике, производстве, технике [14]. Пропорционально объему работ изменяются и показатели качества продукта.

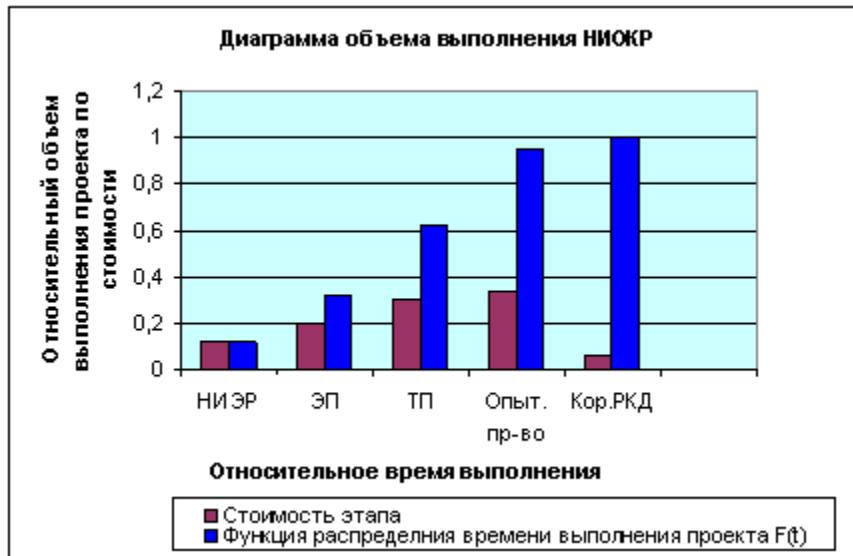


Рисунок 1 – Диаграммы объема работ по этапам НИОКР

Пусть K представляет собой обобщенный показатель качества продукта, который рассчитывается по частным характеристикам (параметрам) X_i технического изделия, относительно заданного эталонного образца [15]:

$$K = \prod_{i=1}^n \left(\frac{X_i}{X_i^3} \right)^{\alpha_i},$$

где X_i^3 – частные характеристики эталонного продукта;
 $0 < \alpha_i < 1$;

$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$ – коэффициенты значимости частных показателей качества продукта, устанавливаемые экспертами.

Скорость изменения показателя качества продукта $K(t)$ зависит как от уже достигнутого значения, так и от возможности получения предельного (максимального) значения K_{max} при определенном темпе ресурсного обеспечения проекта. Под ресурсным обеспечением здесь понимается обеспечение системы материальными, финансовыми, трудовыми и информационными ресурсами. Дифференциальное уравнение, описывающее данный процесс имеет вид:

$$\frac{dK}{dt} = \nu K (K_{max} - K), \tag{1}$$

с начальным условием $K(0) = K_0$, где параметр $\nu > 0$ характеризует динамику развития продукта.

Для технических изделий начальное условие $K(0) = K_0$ характеризует уровень научно-технического и технологического задела для создания будущего образца техники.

Далее для удобства будем рассматривать относительное значение показателя качества продукта $0 < p = \frac{K}{K_{max}} \leq 1$, эволюция которого будет описываться уравнением:

$$\frac{dp}{dt} = \vartheta p(1 - p); p(0) = p_0. \tag{1}$$

где $\vartheta = \nu K_{max}$ – темп создания продукта;

p_0 – начальный уровень готовности продукта, определяемый уровнем научно-технического и технологического задела.

Решение этого уравнения при переменном темпе $\vartheta(t)$ имеет вид:

$$p(t) = \frac{1}{1 + A \exp\left(-\int_0^t \vartheta(\tau) d\tau\right)}, \tag{2}$$

где $A = \frac{1-p_0}{p_0}$ – параметр логистического уравнения, зависящий от начального уровня готовности продукта.

При постоянном темпе развития продукта ($\vartheta = \text{const}$) уравнение (3) принимает более простой вид:

$$p(t) = \frac{1}{1 + A \exp(-\vartheta t)}. \tag{3}$$

На рисунке 2 показаны графики эволюции продукта с постоянным темпом $\vartheta = 0,5 \text{ год}^{-1}$, но с разным начальным уровнем готовности $p_0 = 0,2$; $p_0 = 0,1$.

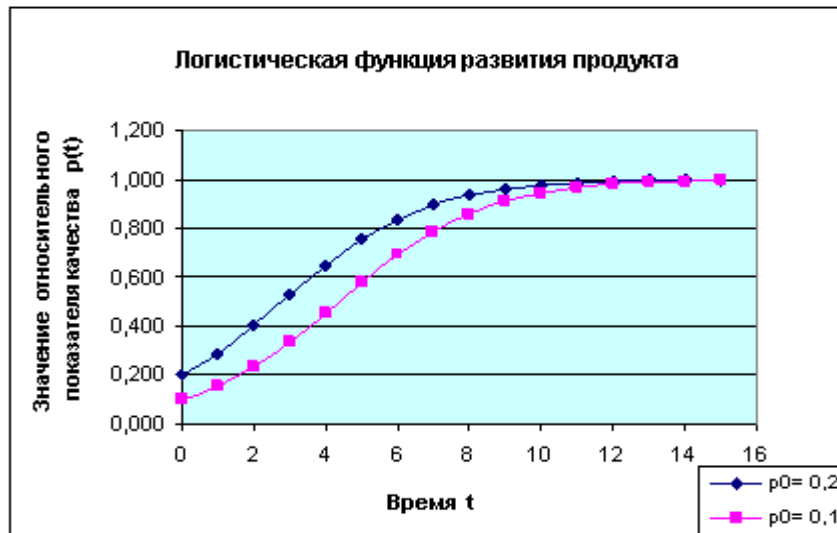


Рисунок 2 – Логистическая функция развития продукта

Если время создания продукта T от начала до достижения готовности к использованию по назначению полагать случайным, то при заданных параметрах его развития показатель $p(t)$ может быть интерпретирован как вероятность готовности продукта к использованию, а уравнение (3) – как уравнения ее динамики. Задавая гарантированный уровень вероятности готовности продукта γ , из уравнения (3) можно определить необходимое для этого время его создания. Из равенства:

$$p(t) = \frac{1}{1 + A \exp(-\vartheta t)} = \gamma,$$

получаем:

$$t_\gamma = -\frac{\ln\left(\frac{(1-\gamma)p_0}{\gamma(1-p_0)}\right)}{\vartheta}. \tag{4}$$

Так, для достижения уровня готовности продукта $\gamma = 0,95$ при начальном уровне его готовности $p_0 = 0,2$ и темпе создания $\vartheta = 0,5 \text{ год}^{-1}$ потребуется время $t_\gamma \geq 8,7$ года.

С помощью формулы (3) можно также рассчитать среднее время создания продукта для достижения его готовности к использованию:

$$\bar{t} = \int_0^{\infty} [1 - p(t)] dt = \int_0^{\infty} \frac{A \exp(-\vartheta t) dt}{1 + A \exp(-\vartheta t)} = \frac{-\ln p_0}{\vartheta}. \quad (5)$$

Для рассмотренного выше примера это время составляет $\bar{t} = 3,2$ года. При этом вероятность готовности продукта к этому времени составит всего лишь $p_0(\bar{t}) = 0,56$. Этот пример свидетельствует о том, что среднее время создания продукта не может выступать определяющим критерием его готовности.

Темп создания продукта ϑ зависит от уровня ресурсного обеспечения этапов его разработки и производства. Все виды ресурсов, используемых при создании продукта, в конечном итоге могут быть выражены в единой стоимостной шкале и представлены в денежном эквиваленте.

Результаты многих исследований свидетельствуют о зависимости темпа создания различной продукции от скорости потока поставляемых ресурсов. Обозначим $C(t)$ величину поставленных ресурсов к моменту времени t , тогда величина $c(t) = \frac{dC(t)}{dt}$ определяет скорость потока поставляемых ресурсов.

Естественно предположить, что темп создания продукта пропорционален скорости потока поставляемых ресурсов:

$$\vartheta(t) = kc(t), \quad (6)$$

где $k > 0$ – коэффициент пропорциональности.

Тогда интеграл, стоящий в показателе экспоненты выражения (3), примет следующий вид:

$$I = \int_0^t \vartheta(\tau) d\tau = kC(t), \quad (7)$$

а функция эволюции продукта примет вид:

$$p(t) = \frac{1}{1 + A \exp(-kC(t))}. \quad (8)$$

Выражение (8) связывает уровень готовности продукта с объемом использованных ресурсов для его создания. Рассмотрим возможные варианты зависимости скорости потока ресурсов от времени, представляющие практический интерес.

1. Скорость потока ресурсов постоянна $c = \text{const}$.

В этом случае величина поставляемых ресурсов зависит линейно от времени $C(t) = ct$, а вероятность готовности системы будет рассчитываться по формуле:

$$p(t) = \frac{1}{1 + A \exp(-kct)}. \quad (9)$$

2. Скорость потока ресурсов линейно возрастает с течением времени: $c = \lambda t$.

В этом случае объем использованных ресурсов изменяется по квадратичному закону:

$$C(t) = \int_0^t \lambda \tau d\tau = \frac{\lambda t^2}{2}.$$

Выражение для функции эволюции продукта в этом случае принимает вид:

$$p(t) = \frac{1}{1 + A \exp\left(\frac{-k\lambda t^2}{2}\right)}. \quad (10)$$

Первые два случая характеризуют эволюцию продукта в условиях неограниченных ресурсов. В практических задачах ресурсы, используемые для создания любой продукции, ограничены.

Обозначим C_{np} предельное значение ресурсов, которые могут быть использованы для создания системы. В этом случае скорость потока ресурсов будет убывать по мере их использования.

Рассмотрим стратегии использования ограниченных ресурсов.

3. Скорость потока ресурсов пропорциональна остатку ресурсов:

$$\frac{dC}{dt} = v(C_{np} - C). \tag{11}$$

В этом случае объем потребляемых ресурсов экспоненциально возрастает до предельного значения C_{np} :

$$C(t) = C_{np}[1 - \exp(-vt)].$$

Выражение для вероятности готовности продукта в этом случае имеет вид:

$$p(t) = \frac{1}{1 + A \exp[-kC_{np}(1 - \exp(-vt))]} \tag{12}$$

4. Скорость изменения ресурсного потока описывается логистической функцией:

$$\frac{dC}{dt} = vC(C_{np} - C); C(0) = C_0; v = \text{const}. \tag{13}$$

В этом случае потребный объем используемых ресурсов рассчитывается по формуле:

$$C(t) = \frac{C_{np}}{1 + B \exp(-vC_{np}t)}, \tag{14}$$

где $B = \frac{C_{np} - C_0}{C_0}$.

Выражение для вероятности готовности продукта принимает вид:

$$p(t) = \frac{1}{1 + A \exp\left[-\frac{kC_{np}}{1 + B \exp(-vt)}\right]} \tag{15}$$

На рисунках 3, 4 приведены рассмотренные выше логистические функции эволюции продукции и потребные для их создания ресурсы.

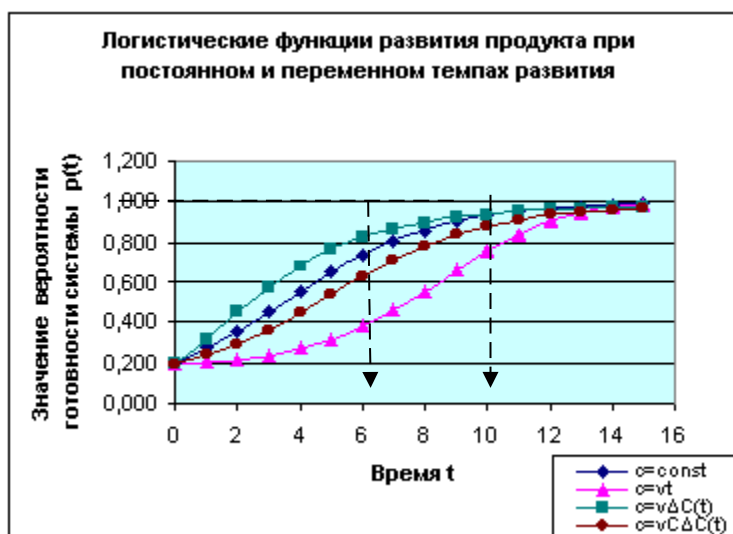


Рисунок 3 – Логистические функции эволюции продукции

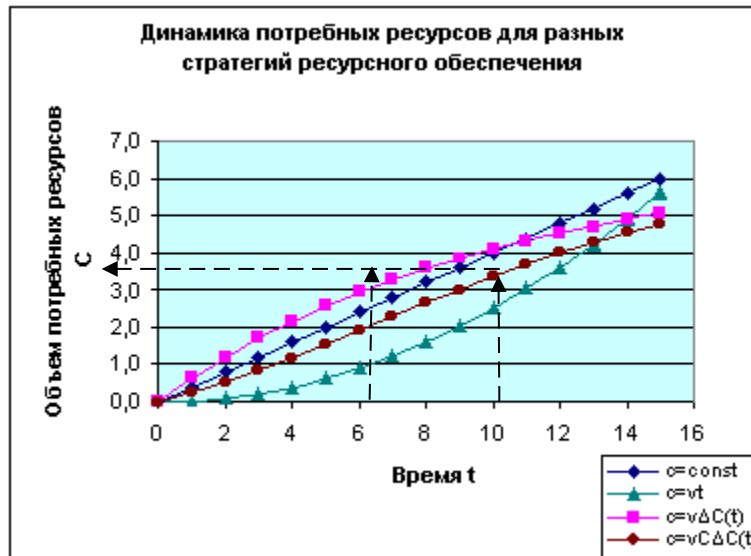


Рисунок 4 – Динамика ресурсного обеспечения создания продукции

Из приведенных графиков видно, что разные стратегии ресурсного обеспечения приводят к различной динамике развития продукции. Так, для достижения уровня готовности продукта $p=0,9$ потребуется порядка $t_y=8...9$ лет при постоянной скорости ресурсного потока (вариант 1) и скорости потока пропорциональной остатку ресурсов (вариант 3). При скорости ресурсного потока, линейно зависящей от времени (вариант 2) и подчиняющейся логистической зависимости (вариант 4), время выхода продукции на заданный уровень готовности составляет $t_y=11...12$ лет. При этом суммарные затраты ресурсов (без учета затрат на создание научно-технического задела) для всех вариантов примерно одинаковы и составляют $C(t_y)=3,6...3,7$ у.е.

Таким образом, выбор той или иной стратегии ресурсного обеспечения определяется целевым критерием управления процессом создания продукции.

При создании технических изделий в качестве целевых требований выступают:

- достижение уровня готовности изделия $p(t_y) \geq \gamma$ за заданное время t_y ;
- минимизация стоимости затрат ресурсов $C(t_y, c, p_0)$ по скорости ресурсного потока c при заданном уровне научно-технического задела p_0 .

Из равенства $p(t_y)=\gamma$ с использованием выражения (8) получаем потребное значение функции затрат:

$$C(t_y) = - \frac{\ln\left(\frac{1-\gamma}{\gamma A}\right)}{k} \tag{16}$$

для достижения заданного уровня готовности изделия.

Далее, подставляя вместо $C(t_y)$ соответствующую функцию затрат, находим нужный параметр v , определяющий интенсивность потока ресурсов. Так, для варианта 3 получаем следующие значения темпа ресурсного обеспечения:

$$v = - \frac{1}{t_y} \ln \left(1 - \frac{\ln\left(\frac{1-\gamma}{\gamma A}\right)}{k C_{np}} \right). \tag{17}$$

Для любой функции затрат найденный темп ресурсного обеспечения обеспечивает достижение уровня готовности продукта и одинаковое значение конечных затрат $C(t_y)$. На рисунках 5,

6 показаны траектории развития продукта и динамика соответствующих затрат для достижения уровня его готовности $p=0,9$ за время $t_y=8$ лет .

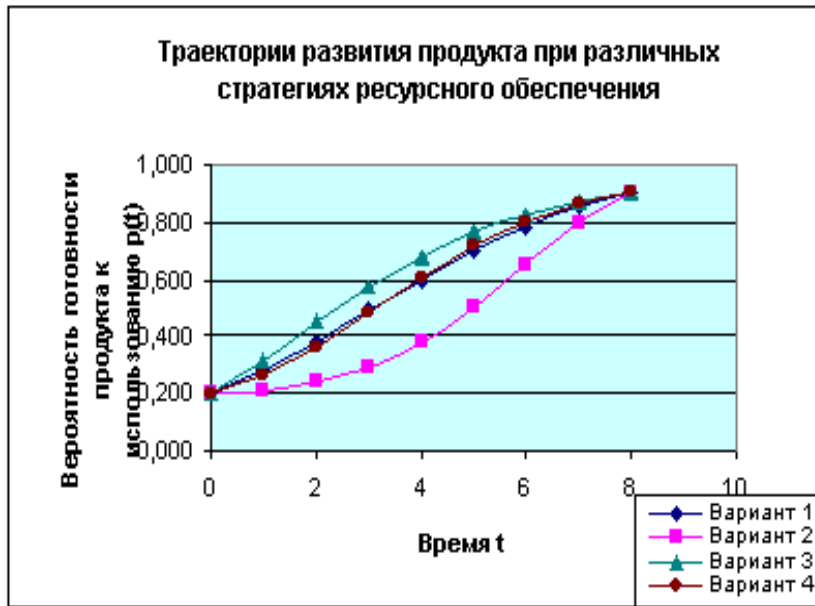


Рисунок 5 – Траектории развития продукции при различных стратегиях ресурсного обеспечения

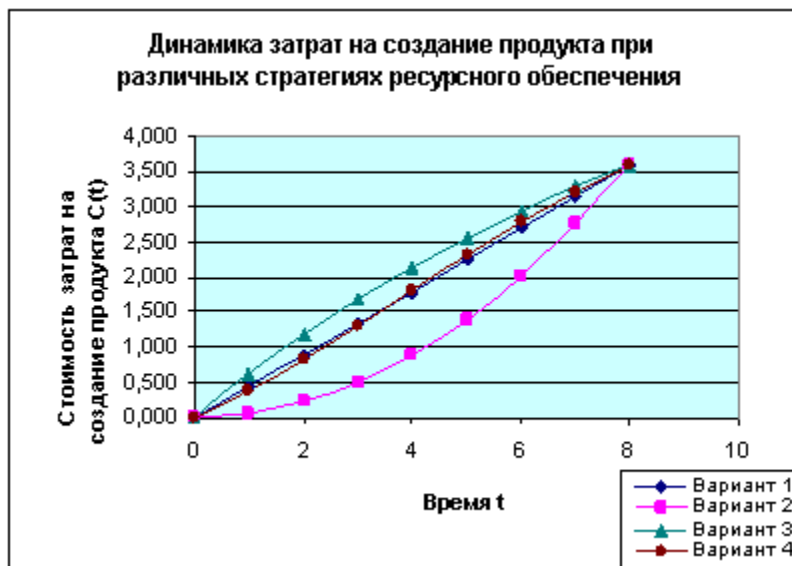


Рисунок 6 – Динамика затрат на создание продукции при различных стратегиях ресурсного обеспечения

Важным условием организации работ по проекту создания определенного продукта является характер его ресурсного обеспечения. Наиболее предпочтительным для разработчика продукта является равномерное или близкое к нему распределение ресурсов по годам проектного периода. В этом случае обеспечивается ритмичность проектных работ, возможность их планирования на будущие периоды, особенно в части использования трудовых и технологических ресурсов. На рисунке 7 приведены диаграммы годовых затрат ресурсов для различных вариантов ресурсного обеспечения.

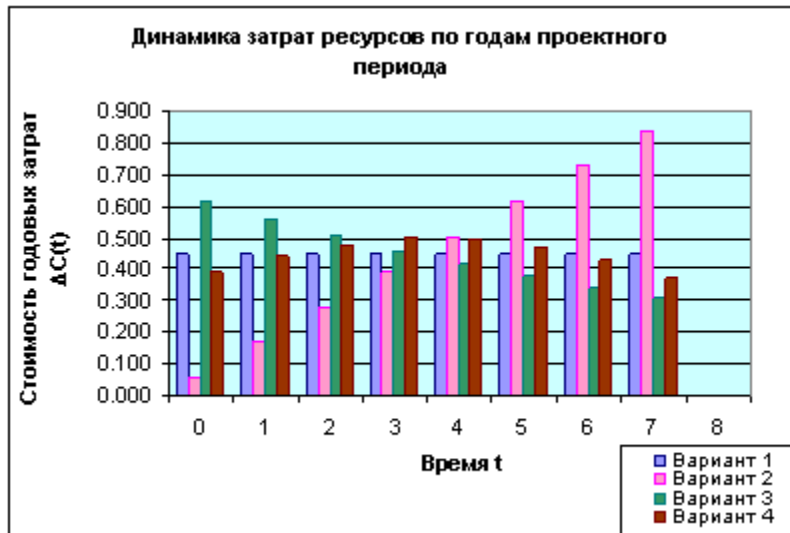


Рисунок 7 – Динамика затрат ресурсов по годам проектного периода

Из рисунка 7 видно, что наиболее подходящими для организации проектных работ являются варианты 1, 4. Вполне приемлемым также является вариант 3, в котором годовые затраты с течением времени постепенно уменьшаются, но сохраняют достаточно высокий уровень для завершения проектных работ. Менее привлекательным является вариант 2, когда основные объемы ресурсов падают на конечный период исполнения проекта.

В работах [10, 13] рассмотрена модель ресурсного обеспечения, в которой текущий объем ресурсов $C(t)$ зависит от заданного времени t_y исполнения проекта и выделенного объема C_{np} ресурсов:

$$C(t) = C_{np} \left(\frac{t}{t_y} \right)^v \exp \left[v \left(1 - \frac{t}{t_y} \right) \right], \tag{18}$$

где v – параметр интенсивности потока ресурсов.

Приведенная зависимость является также логистической функцией, заданной на ограниченном интервале времени. На рисунке 8 показаны графики этой функции и ее производной для значения параметра $v=1,5$.

Приведенная зависимость является также логистической функцией, заданной на ограниченном интервале времени. Введем относительное время $\tau = \frac{t}{t_y}$ и продифференцируем выражение (18) по времени τ , полагая $a = \text{const}$. В результате получаем следующее дифференциальное уравнение для скорости потока ресурсов:

$$\frac{dC}{d\tau} = -vC; \quad C(\tau=0) = 0; \quad C(\tau=1) = C_{np},$$

где $v = a \left(1 - \frac{1}{\tau} \right)$ – убывающая функция интенсивности ресурсного потока. В результате получается модель ресурсного обеспечения по варианту 3.

При заданном ресурсном объеме $C_{np} = 3,6$ у.е. и параметре интенсивности их использования $v = 1,5 \text{ год}^{-1}$ к сроку окончания проекта $t_y = 8$ лет обеспечивается вероятность готовности проекта на уровне $p(t_y) = 0,9$.

Таким образом, предложенные выше модели управления проектом создания высокотехнологичной продукции позволяют осуществлять рациональный выбор стратегии ресурсного обес-

печения, обеспечивающей достижение конечных целей выполнения проектов учетом внешней финансово-экономической ситуации.

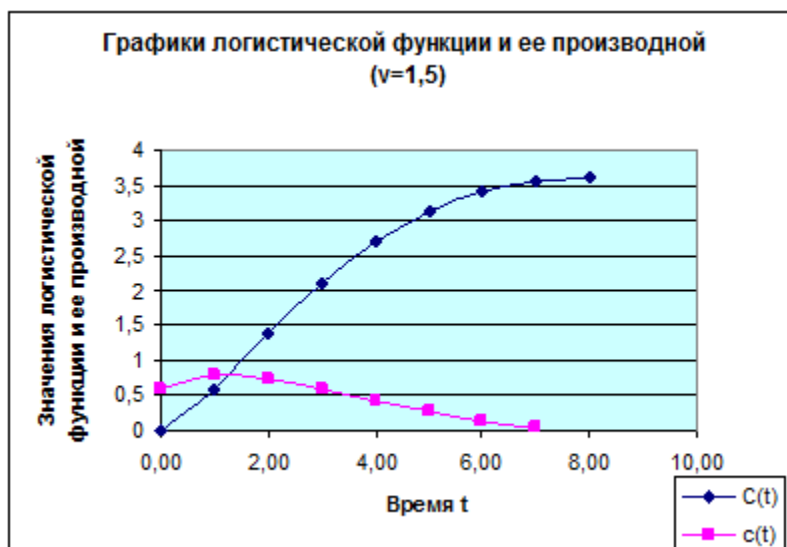


Рисунок 8 – Графики логистической функции и ее производной

Список использованных источников

1. Кузык Б.Н., Яковец Ю.В. Россия-2050: стратегия инновационного прорыва. – М.: Экономика, 2004. – 632 с.
2. Сценарий и перспектива развития России / Под ред. ак. В.А. Садовниченко, ак. А.А. Акаева, проф. А.В. Коротаева, проф. Г.Г. Малинецкого. – М.: ЛЕНАНД, 2011. – 317 с.
3. Сухарев О.С. Реиндустриализация экономики России как проблема управления крупномасштабной системой / Материалы седьмой международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем MLSD, 2013» (30 сентября – 2 октября 2013, Москва, Россия). – М.: ИПУ РАН им. В.А. Трапезникова, 2013.
4. Управление развитием крупномасштабных систем / Под ред. А.Д. Цвиркуна. – М.: Физматлит, 2012. – 496 с.
5. Казаковцев Д. Зарубежная практика структурно-технологического развития в промышленности // Проблемы теории и практики управления. – 2003. – № 3.
6. Матвеев А.А., Новиков Д.А., Цветков А.В. Модели и методы управления портфелями проектов. – М.: ПМСОФТ, 2005.
7. Буравлев А.И., Горчица Г.И., Трусов В.Н. Проектное управление как метод повышения эффективности научно-производственной деятельности авиапромышленных предприятий // Вооружение. Политика. Конверсия. – 2006. – № 2 (68).
8. Методология программно-целевого планирования развития системы вооружения на современном этапе. Ч. 1, 2 / Под ред. В.М. Буренка. – М.: Граница, 2013. – 532 с.
9. Буравлев А.И., Горчица Г.И., Саламатов В.Ю., Степановская И.А. Стратегическое управление промышленными корпорациями и предприятиями: методология и инструментальные средства. – М.: Физматлит, 2008. – 252 с.
10. Хрусталев Е.Ю., Хрусталев О.Е. Моделирование жизненного цикла программы создания наукоемкой продукции // Экономический анализ: теория и практика. – 2012. – № 16 (271).

11. Авдонин, Б.Н., Балычев С.Ю., Батьковский А.М., Божко В.П. Развитие теории и практики управления предприятиями высокотехнологического комплекса / Под общ. ред. Б.Н. Авдонина, А.М. Батьковского, В.П. Божко. – М.: МЭСИ, 2013. – 366 с.

12. Аносов Р.С., Строкова Т.М., Гарашук Е.А. Методика оценки прогнозируемых затрат на ОКР по разработке образцов радиоэлектронной техники военного назначения, не имеющих аналогов // Вооружение и экономика. – 2016. – № 1(34).

13. Буравлев А.И. Управление высокотехнологическими проектами на стадии НИОКР // Вооружение и экономика. – 2015. – № 3 (32).

14. Лебедев В.В., Лебедев К.В. Математическое и компьютерное моделирование экономики. – М.: НВТ-Дизайн, 2002. – 56 с.

15. Буравлев А.И., Брезгин В.С. Оценка качества объектов по неметризуемому вектору характеристик // Вооружение и экономика. – 2009. – № 1 (5).

Д.Н. Гула, кандидат технических наук
М.А. Марченко, кандидат технических наук, доцент

Алгоритм технико-экономического обоснования необходимости внедрения инновационных технологий по продлению назначенных показателей ресурса и срока службы грузоподъемных механизмов наземной космической инфраструктуры космодромов

В статье представлен алгоритм технико-экономического обоснования необходимости дальнейшей эксплуатации объектов гостехнадзора (грузоподъемных механизмов) стартовых и технических комплексов космических войск.

Космические войска на сегодня являются одним из наиболее динамично развивающихся родов войск. Бурное развитие информационных технологий, их интенсивное внедрение в войска приводит к существенному возрастанию зависимости действий Вооруженных сил Российской Федерации (ВС РФ) на суше, на море и в воздухе от действий в космосе. Космические средства становятся не только неотъемлемой информационной частью военной мощи ведущих мировых государств, но и составной частью систем вооружения.

Опыт военных конфликтов последних десятилетий XX века и начала XXI века свидетельствует о возрастающей зависимости эффективности операций на всех театрах военных действий от обеспечивающих космических систем. В этих условиях военно-космическая деятельность приобретает исключительную важность и становится одним из факторов, оказывающих существенное влияние на эффективность боевого применения группировок войск и систем оружия во всех сферах вооруженной борьбы.

В Основах политики Российской Федерации в области космической деятельности на период до 2020 года определено, что главными целями космической политики являются создание новых, модернизация и развитие имеющихся объектов военной инфраструктуры космических войск Воздушно-космических сил ВС РФ. Достижение данных целей космической деятельности неразрывно связано с проблемой обеспечения безопасности эксплуатации вооружения и военной техники (ВВТ), которая существовала всегда, но на современном этапе существенно обострилась.

Здесь необходимо отметить, что основой деятельности по обеспечению безопасной эксплуатации ВВТ, а также одним из первых ее этапов является определение текущего технического состояния образцов техники и мониторинг его изменения в процессе эксплуатации. Одним из ключевых критичных элементов практически всех видов ракетно-космической техники (РКТ) являются металлические конструкции (МК). К типовым МК относятся элементы технологического оборудования стартовых и технических комплексов, подъемных сооружений, котлов, трубопроводов и оборудования, работающего под давлением. В связи с этим особого внимания требуют вопросы определения состояния металлоконструкций [1].

Общей тенденцией при эксплуатации технических объектов РКТ является стремление максимально использовать их ресурс, что увеличивает долю технических объектов с длительными сроками эксплуатации, как правило, превышающими первоначально установленные показатели назначенного ресурса и срока службы. Особенно это характерно для входящих в состав РКТ грузоподъемных сооружений. В то же время при длительной эксплуатации в элементах технических объектов происходит накопление повреждений, вызванных различными деградационными

процессами [2]. Для снижения неопределенности в состоянии МК требуется проведение мероприятий по продлению назначенных показателей ресурса и срока службы. Это, в свою очередь, требует определенных финансовых затрат. Встает вопрос о необходимости проведения сравнительного анализа затрат на продление ресурса и замену оборудования на новое¹.

На основании изложенного можно сделать вывод об актуальности разработки алгоритма, позволяющего определить целесообразность внедрения инновационных технологий по продлению назначенных показателей ресурса и срока службы грузоподъемных механизмов наземной космической инфраструктуры космодромов.

Сбор исходных данных для реализации предложенного в данной статье алгоритма подразумевает получение ответов на следующие вопросы:

- общее количество объектов Ростехнадзора (ОГТН);
- количество ОГТН по видам и типам;
- определение сроков эксплуатации (если есть необходимость);
- определение сроков изготовления;
- изучение принципа действия и конструктивных особенностей системы или агрегата, в состав которого входят ОГТН;
- определение, к какому виду относятся ОГТН;
- определение периодичности проведения работ по продлению ресурса и срока службы ОГТН;
- определение необходимости разработки методик обследования и программ по продлению назначенных показателей ресурса и срока службы грузоподъемных механизмов;
- определение видов рабочих тел и их параметров (для оборудования, работающего под давлением).

Средняя стоимость разработки нового оборудования рассчитывается следующим образом:

$$C_{npt} = C_{pc} + C_{np} + C_{mo} + C_{cc} + C_{эс}, \quad (1)$$

- где C_{npt} – средние расходы на производство техники;
- C_{pc} – средние расходы на разработку вооружения системы;
- C_{np} – средние расходы на производство вооружения;
- C_{mo} – средние расходы на производство технологического оборудования;
- C_{cc} – средние расходы на строительство сооружений;
- $C_{эс}$ – средние расходы на эксплуатацию системы.

$$C_{no} = \frac{C_{npz}}{N_{npz}}, \quad (2)$$

- где C_{no} – средняя стоимость применяемого вооружения;
- C_{npz} – средняя стоимость программы вооружения по данным КВ;
- N_{npz} – число единиц вооружения, предназначенных программой.

$$C_{бз} = C_{no} \cdot N_{бз}, \quad (3)$$

- где $C_{бз}$ – стоимость выполнения боевой задачи;
- $N_{бз}$ – число единиц вооружения, необходимых для выполнения боевой задачи.

$$C_{эк} = C_{эк} (A_{(к)}^{эк}), \quad (4)$$

1 Приказ Ростехнадзора от 12 ноября 2013 г. № 533 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения»; приказ Ростехнадзора от 25 марта 2014 г. № 116 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением».

где $C_{ЭК}$ – средняя стоимость элемента вооружения;

$A_{(K)}^{ЭК}$ – эксплуатационно-технические характеристики элемента комплекта вооружения.

Полные затраты C_{np} вычисляются следующим образом:

$$\dot{C}(t) = \sum_{i=1}^3 \dot{C}_i(t), \tag{5}$$

$$C_{np} = \int_{t_n}^{t_k} \dot{C}_1(t) dt + \int_{t_n}^{t_k} \dot{C}_2(t) dt + \int_{t_0}^{t_k} \dot{C}_3(t) dt + C_{косв}^{\Sigma} + C_{сопр}^{\Sigma} + C_{сопут}^{\Sigma}, \tag{6}$$

где $C_1 = C_n$ – затраты на этапе проектирования;

$C_2 = C_u$ – затраты на этапе изготовления;

$C_3 = C_3$ – затраты на этапе эксплуатации;

$C_{косв}^{\Sigma}$ – суммарные косвенные затраты;

$C_{сопр}^{\Sigma}$ – суммарные сопряженные затраты;

$C_{сопут}^{\Sigma}$ – суммарные сопутствующие затраты;

$\dot{C}_i(t)$ – интенсивность затрат на i -м этапе;

t_n, t_0, t_k – соответственно моменты начала жизненного цикла системы, ввода ее в эксплуатацию и снятия с эксплуатации (окончания жизненного цикла системы).

Алгоритм технико-экономического обоснования необходимости внедрения инновационных технологий по продлению назначенных показателей и срока службы грузоподъемных механизмов приведен на рисунке 1.

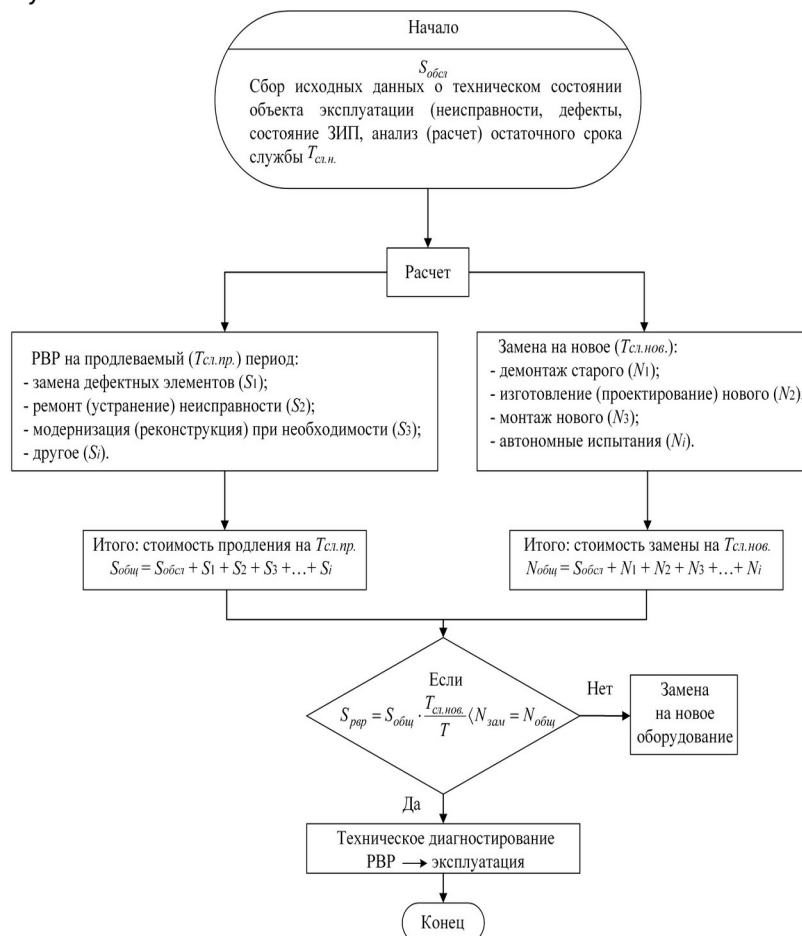


Рисунок 1 – Алгоритм технико-экономического обоснования необходимости внедрения инновационных технологий по продлению назначенных показателей ресурса и срока службы

грузоподъемных механизмов

В алгоритме производится сравнение затрат на поставку нового оборудования либо ремонтно-восстановительные работы (РВР) используемого оборудования. В основу алгоритма заложена стоимость обследования $S_{обсл}$ инновационными методами неразрушающего контроля ВВТ.

Вывод: Разработанный алгоритм позволяет оперативно и без дополнительных затрат:

- проводить сравнительный анализ затрат на продление ресурса и срока службы грузоподъемных механизмов или на замену грузоподъемных механизмов при проведении ремонтно-восстановительных работ;
- являясь элементом системы поддержки принятия решения, обеспечить обоснованный выбор эксплуатационных мероприятий для обеспечения безопасной эксплуатации грузоподъемных механизмов;
- обеспечить обоснованное внедрение новых технологий технического диагностирования по продлению ресурса и срока службы грузоподъемных механизмов в практику эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры космодромов для снижения расходов на проведение ремонтно-восстановительных работ.

Список использованных источников

1. Гузенко В.Л., Космин Г.В. Обеспечение безопасности эксплуатации объектов гостехнадзора: Учебное пособие. Ч. 1. – М.: Министерство обороны РФ, 2002. – 153 с.

2. Полупан А.В. Повышение безопасности эксплуатации металлоконструкций ракетно-космической техники. – СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2006. – 278 с.

П.П. Топчий
А.В. Теребухин
А.Г. Подольский, доктор экономических наук, профессор
Д.Р. Назырова, кандидат экономических наук

К вопросу о создании модели анализа целесообразности внедрения цифровых технологий в систему управления ресурсами предприятия ОПК¹

В статье показана целесообразность внедрения на предприятиях оборонно-промышленного комплекса цифровых технологий и приведены примеры их позитивного влияния на финансово-хозяйственную деятельность. Приведен перечень основных индикаторов, используемых для оценки эффективности внедрения цифровых технологий в систему управления ресурсами, и функциональная структура динамической модели анализа целесообразности внедрения цифровых технологий в систему управления ресурсами предприятия.

Развитие отечественной промышленности, в том числе оборонно-промышленного комплекса (ОПК), невозможно без применения передовых технологий в производстве как продукции военного назначения (ПВН), так и продукции гражданского назначения, которые создаются и внедряются в ходе четвертой промышленной революции, призванной объединить промышленное производство и цифровые технологии. В условиях острого экономического и военно-политического противоборства без их освоения невозможно обеспечить экономическую и военную безопасность государства.

Одним из важнейших направлений инновационного развития предприятий ОПК является внедрение в процесс управления ресурсами цифровых технологий (киберфизических систем, автоматизации и искусственного интеллекта), обладающих целым рядом достоинств: быстрое изменение настроек для переключения от изготовления одних изделий к другим; сокращение времени изготовления образцов; улучшение контроля качества продукции и логистики; экономия трудовых, материальных и финансовых ресурсов и др.² Они оказывают позитивное влияние на экономические результаты деятельности предприятий ОПК, способствуя повышению качества и снижению себестоимости производимой продукции, а, следовательно, росту ее конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках, адаптации финансово-хозяйственной деятельности предприятия под внешние меняющиеся условия.

Исследованию целесообразности внедрения цифровых технологий управления ресурсами уделяется значительное внимание [1, 2, 3]. Они проводятся как на микро-, так и на макроэкономическом уровне. Например, в методике, разработанной Организацией экономического сотрудничества и развития, для этого применяются показатели уровня замещения физического труда информационным, степени развития сетей передачи, скорости обработки и передачи данных и т. д. В отчете KPMG (международная организация, осуществляющая аудиторские, налоговые и консультационные услуги) реализован традиционный подход, применяемый при анализе инвестиционных проектов, предусматривающий оценку срока окупаемости инвестиций в цифровые

1 Статья подготовлена в рамках гранта РФФИ № 19-010-00027.

2 Бакулина А.А., Назырова Д.Р., Топчий П.П. Финансирование производства гражданской продукции на предприятиях ОПК: трансформация бизнес-процессов // Экономические науки. – 2019. – № 173. – С. 125-131.

технологии, а также стоимостно-ориентированный подход, предусматривающий оценку повышения ценности продукции, изготовленной с применением указанных технологий¹.

Кроме того, в имеющихся публикациях для оценки влияния использования цифровых технологий на управление различными видами ресурсов используется комплекс частных показателей, которые в зависимости от объекта анализа можно разделить на следующие группы [4]:

- финансы – обеспеченность собственными и заемными ресурсами;
- кадры – обеспеченность кадрами, уровень квалификации;
- техника и технологии – уровень технической оснащенности производства;
- информация – актуальность информационного обеспечения и уровень защиты информации;
- производство – обеспеченность бесперебойного функционирования предприятия;
- управление – уровень организации управления предприятия;
- сбыт – эффективность сбытовой деятельности, ее непрерывность.

Перечисленные показатели имеют статический характер и рассматриваются применительно к конкретному предприятию и фиксированному моменту времени или периоду. В то же время для принятия обоснованных плановых решений необходимо, во-первых, использовать показатели, имеющие динамический характер, во-вторых, учитывать достаточность финансирования для получения значимых экономических результатов от цифровизации. Кроме того, как показала практика, для принятия обоснованного решения, связанного с целесообразностью внедрения цифровых технологий, необходимо использовать показатель, позволяющий комплексно учесть как эффект от использования цифровых технологий (результативный аспект), так и потребные для этого затраты (затратный аспект), что весьма важно в условиях жестких ограничений на бюджетное финансирование. Таким образом, весьма актуальным является продолжение исследований по созданию динамической модели анализа целесообразности внедрения цифровых технологий в систему управления ресурсами предприятий ОПК.

В соответствии с методологией военно-экономического анализа комплексным показателем, который следует использовать для анализа целесообразности внедрения цифровых технологий управления ресурсами, является показатель эффективности, позволяющий учесть результативный и затратный аспекты. Под указанным показателем понимается соотношение между затратами на проведение мероприятия в определенное время (за фиксированный период) и полученным эффектом, а под эффектом понимается величина, характеризующая результат деятельности безотносительно к тому, какими усилиями он достигнут [5].

При анализе целесообразности внедрения цифровых технологий необходимо учитывать показатели внешней среды, носящие макроэкономический характер, например, инфляцию, а также показатели, характеризующие отраслевые особенности управления ресурсами предприятий ОПК. Кроме показателей внешней среды необходимо учитывать показатели, носящие микроэкономический характер и характеризующие результативность управления ресурсами конкретного предприятия, например, динамика себестоимости изготовления продукции, определяемая длительностью и спецификой технологического процесса производства ПВН и организацией труда на предприятии. Так как показатели, носящие макроэкономический характер, оказывают влияние на микроэкономические показатели, то их учет при анализе целесообразности расходования бюджетных средств на цифровизацию предприятий должен носить комплексный характер.

ОПК является одним из наиболее развитых сегментов российской экономики, что подтверждается вторым местом по экспорту вооружения в мире, которое занимает Россия несмотря на значительное политическое давление на страны-импортеры. Сохранение конкурентных пози-

1 Цифровые технологии в российских компаниях. Отчет KPMG. 2019 [Электронный ресурс] // <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/ru/pdf/2019/01/ru-ru-digital-technologies-in-russian-companies.pdf>

ций продукции отечественного ОПК, темпы технологического и экономического развития страны, а также объем валютной выручки, поступающей предприятию и в бюджет государства, во многом зависят от того, насколько результативно внедряются цифровые технологии на предприятиях ОПК. Это обусловлено тем, что наиболее крупные инновационные прорывы в нашей стране связаны с оборонным комплексом. Именно поэтому, а также в связи с ограниченностью финансовых ресурсов, которые могут быть выделены на инновационное развитие предприятий, так важен объективный анализ целесообразности внедрения цифровых технологий управления ресурсами на предприятиях ОПК.

Цифровые технологии могут использоваться на предприятиях ОПК в различных областях ее научно-технической, производственной, управленческой и финансово-хозяйственной деятельности, что иллюстрируется рисунком 1.



Рисунок 1 – Области внедрения цифровых технологий на предприятиях ОПК

Имеется достаточное количество позитивных примеров использования цифровых технологий на предприятиях. В компании ОК «РУСАЛ» внедряются системы управления производством или MES-системы (от англ. manufacturing execution system – система управления производственными процессами). В них стекаются данные с различных единиц групп оборудования, которые анализируются и предоставляются диспетчеру или единому центру управления в обработанном виде. Также эти системы могут генерировать обратный сигнал для изменения параметров работы оборудования по заранее заложенным алгоритмам.

АО «Объединенная судостроительная корпорация» внедряет корпоративную информационную систему нормативно-справочной информации или различных справочников, интегрированных во все основные программные продукты, используемые в корпорации. Кроме того, планируется создать единое информационное пространство, позволяющее конструкторским бюро и верфям работать с едиными математическими моделями и массивами данных. Это целый комплекс работ, начиная с построения инфраструктуры и заканчивая стандартами взаимодействия конструкторских бюро и верфей.

Кроме того, АО «Объединенная судостроительная корпорация» планирует организовать единую диспетчерскую службу, позволяющую отслеживать ход строительства кораблей и судов, выявлять отклонения от план-графика и их причины. Это даст возможность своевременно принимать управленческие решения. Планируется создание банка идей, расширенного контекстного поиска по базе, а также организация единого окна для внешних инновационных предложений. Проект подразумевает широкую интеграцию с другими системами корпорации, такими как система учета результатов интеллектуальной деятельности, корпоративными порталами обществ, системами электронного документооборота и т. д.

Многие предприятия промышленности уже запустили свои проекты по созданию Smart Factory (заводы нового поколения, где установлены современные системы, реализующие более эффективное и экономичное производство). В их арсенале – широкий спектр решений, начиная с дронов и заканчивая технологиями виртуальной и дополненной реальности, big data и IoT (интернет вещей). Кроме того, растет спрос на специалистов по аналитике данных, так называемых data scientists, которые, применяя научный и технологический подходы, могут решать конкретные задачи производства, например, уменьшать выпуск бракованного сырья или увеличивать срок службы оборудования. Все это говорит о том, что промышленный сектор в нашей стране прочно встал на рельсы цифровизации. Уменьшение затрат на производство и повышение его эффективности за счет автоматизации, снижение риска получения травм персоналом и вероятности несчастных случаев, а также времени запуска новых продуктов на рынок – вот лишь неполный перечень целей, которые достигают предприятия благодаря цифровой трансформации.

Для АО «Зарубежэнергопроект» цифровое производство подразделяется на два основных направления: построение 2D- и 3D-моделей сложных промышленных объектов на этапе проектирования; цифровизация процессов управления инженерной информацией. При проектировании, например, тепловых электростанций цифровое производство в первую очередь ведет к повышению качества выполняемой работы, за счет систематизации данных, автоматизации процесса выпуска рабочей документации и анализа проектных ошибок. А повышение качества проекта в конечном итоге ведет к снижению материальных и временных затрат уже на следующем этапе – строительно-монтажных работ. Немаловажным фактором в процессе проектирования является скорость обработки и передачи информации, но следует отметить, что «чистая» цифровизация (без автоматизации) не дает значимого прироста производительности труда.

Таким образом, в нынешних непростых условиях потребности предприятий и интересы государства в цифровизации промышленности, включая ОПК, совпадают: и те, и другие заинтересованы в поиске новой формы коммерческих отношений с опорой на цифровые технологии. Это приводит к тому, что предприятия ОПК запускают новую волну внедрений инновационных технологических решений.

Для обеспечения эффективного расходования бюджетных средств в динамической модели анализа целесообразности внедрения цифровых технологий должны учитываться наиболее вероятные направления цифровой трансформации на предприятиях высокотехнологического комплекса России, к которым относятся, во-первых, идущее развертывание цифровой инфраструктуры (электронные торговые площадки, широкополосная связь, аддитивное производство, системы управления ресурсами, включая интеллектуальные); во-вторых, обострение цифровых угроз; в-третьих, разработка и обеспечение доступности новых производственных и управленческих технологий, опирающихся на цифровые решения¹.

1 Агеев А.И. Насколько Россия подготовлена к вызовам XXI века. Цифровизация и Общество 5.0 выводят человечество на другой уровень развития // Независимая газета. – 2019. – 14 января.

Наивысшие риски, генерируемые цифровизацией, ассоциируются прежде всего с киберугрозами во всем разнообразии их проявлений, за ними следуют такие риски, как деградация естественного интеллекта, транснациональный характер конкуренции и цифровая трансформация государства и общества. Последние два фактора воспринимаются не только как угрозы, но и как возможности, требующие эффективного управления¹.

В отчете KPMG анализируется размер средней экономии, получаемой от внедрения роботов, как количества высвобожденных полных штатных единиц по отраслям экономики (рисунок 2), и показана экономическая целесообразность цифровой трансформации в сочетании с роботизацией. По мнению большинства российских компаний, один внедренный робот в среднем выполняет работу 4,5 полных штатных единиц².



* не может быть оценено количественным показателем эффективности (ПШЕ)

Рисунок 2 – Экономическая эффективность внедрения роботизации
в российских компаниях в 2018 году

В ОПК такой подход также применим. Поскольку, например, применение роботизированной техники в строительстве самолетов и другой высокотехнологичной продукции принесет и существенное улучшение качества продукции и повышение производительности труда.

Авторами предполагается создать динамическую модель производства и развития предприятия ОПК, которая в реальном масштабе времени вырабатывает рекомендации для повышения эффективности работы предприятия с использованием технологий повышения продуктивности, 3D/4D геомеханического и физико-химического моделирования. Для этого необходимо структурировать показатели предприятий отрасли, полученные в ходе их мониторинга и позволяющие оценить степень влияния внедрения цифровых технологий на итоговые показатели деятельности предприятия ОПК, характеризующие в том числе и эффективность использования ресурсов.

В динамическую модель анализа целесообразности внедрения цифровых технологий в систему управления ресурсами предприятия ОПК, функциональная структура которой представлена на рисунке 3, предлагается включить следующие индикаторы:

1 Там же.

2 Цифровые технологии в российских компаниях. Отчет KPMG. 2019 [Электронный ресурс] // <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/ru/pdf/2019/01/ru-ru-digital-technologies-in-russian-companies.pdf>

1. Индикаторы эффективности научной и производственной деятельности, характеризующие динамику производства, реальный уровень загрузки производственных мощностей, долю научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в общем объеме работ, темп обновления основных производственных фондов, ритмичность и уровень загруженности производственного процесса, конкурентоспособность продукции.

2. Экономические индикаторы, отражающие объемы продаж за прошедший и плановый периоды, фактический и необходимый объем инвестиций, уровень инновационной активности (объем инвестиций в нововведения), фондоотдачу производства и уровень рентабельности производства.

3. Финансовые индикаторы, характеризующие динамику платежеспособности, финансовой устойчивости и деловой активности предприятия.

4. Социальные индикаторы, отражающие динамику оплаты труда по отношению к среднему показателю отрасли, уровня задолженности по зарплате и текучесть кадров, а также изменение структуры кадрового потенциала (возрастной и квалификационной).



Рисунок 3 – Функциональная структура динамической модели анализа эффективности внедрения цифровых технологий в систему управления ресурсами предприятия ОПК

Для выявления негативных и позитивных тенденций в финансово-хозяйственной деятельности предприятия, а также повышения уровня обоснованности результатов, полученных с применением динамической модели, целесообразно использовать информацию, полученную как в ходе текущего мониторинга, так и результаты обработки ретроспективной информации, хранящейся в специальной базе данных. Это позволит своевременно выявлять подразделения предприятия, наиболее подверженные риску неэффективного использования финансовых, произ-

водственных и трудовых ресурсов и выработать мероприятия, направленные на парирование указанного риска.

Как показывает практика, внедрение предлагаемой динамической модели анализа целесообразности использования цифровых технологий в управление ресурсами предприятия ОПК требует незначительных затрат времени¹. Она должна стать составной частью системы управления инвестиционными проектами предприятия, в части управления ресурсами, предусматривающей оптимизацию их расходования.

Таким образом, создание динамической модели, использующей цифровые технологии в управлении ресурсами предприятия ОПК, позволит повысить эффективность расходования бюджетных средств на ресурсное обеспечение и будет способствовать экономии ресурсов, а также выявлять в режиме реального времени негативные тенденции и выработать рекомендации по снижению производственных и финансово-экономических рисков, что приведет к улучшению параметров финансово-хозяйственной деятельности предприятий ОПК.

Применение изложенной динамической модели анализа результатов внедрения цифровых технологий в систему управления ресурсами предприятия ОПК позволит выбрать такой вариант управления ресурсами, который обеспечит эффективное расходование бюджетных средств на реализацию заданий государственного оборонного заказа.

Список использованных источников

1. Колонтаевская И.Ф., Исабекова О.А. Цифровая культура инженера: проблемы и решения / Материалы Международной научно-практической конференции «Наука-2014: проблемы и перспективы». Москва, 26 января 2015 г. – М.: Грифон, 2015. – С. 72-76.

2. Прокудин Д.Е., Соколов Е.Г. «Цифровая культура» vs «Аналоговая культура» // Вестник СПбГУ. Серия 17. – 2013. – Вып. 4. – С. 83-91.

3. Тушавин В.А. Автоматизация бизнес-процессов. Начинаем с аудита // Управление проектами. – 2010. – № 2. – С. 34-37.

4. 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.

5. Военно-экономический анализ / Под ред. С.Ф. Викулова. – М.: Военное издательство, 2001. – 350 с.

1 Там же.

А.А. Венедиктов, доктор экономических наук, профессор

Нелетальные войны – опыт философского и экономического осмысления современных проблем обеспечения национальной безопасности¹

Статья представляет собой рецензию на монографию Гладышевского В.Л., Горголы Е.В., Цырендоржиева С.Р., Моница С.А., Худякова Д.В. «Партикулярные» формы военных действий. Невоенное противоборство в XXI веке» [1], изданную Региональной общественной организацией «Академия проблем военной экономики и финансов» под редакцией ее президента доктора экономических наук профессора С.Ф. Викулова.

Рецензируемая монография представляет собой попытку научного осмысления такого современного явления как невооруженное противоборство государств: информационные, экономические, сетевые, кибервойны, которые не являются «войнами» в классическом понимании этого слова, однако преследуют те же цели ослабления своих геополитических конкурентов, достижения глобального лидерства, получения контроля над природными, производственными, людскими ресурсами других государств. На основе исследования данного феномена авторы, по их собственной формулировке, пытаются на научной основе изучить концепцию современного западного глобализма, его действующие силы, механизмы и инструменты достижения соответствующих целей. Еще одна задача, решаемая в рамках данного исследования, – выявление наиболее опасных угроз и вызовов для России, исходящих от агрессивной политики ряда западных государств, исследование их форм и проявлений, оценка последствий реализации, а также обоснование возможных путей их парирования или нейтрализации.

Наконец, помимо собственно научной в работе решается задача, носящая, скорее, публицистический характер: на основе анализа большого объема публикаций в научной периодике, средствах массовой информации, а также на разнопрофильных сайтах в сети Интернет авторы делают попытку разоблачить фарисейскую позицию ряда недружественно настроенных по отношению к России государств, обосновать антигуманный характер их глобалистских устремлений под прикрытием псевдодемократических и псевдогуманных лозунгов. Тем самым авторы монографии отчасти дают пример того, каким образом интересы Российской Федерации могут отстаиваться в рамках информационной войны против России и ее стратегических партнеров, навязанной рядом стран, традиционно обладающих контролем над доминирующими мировыми средствами массовой информации.

Монография включает в себя 4 раздела, на содержании которых хотелось бы остановиться подробнее.

Первый раздел посвящен теоретическому осмыслению особенностей межгосударственного противоборства в начале XXI века. Рассматриваются сущность и содержание данного феномена, его актуальные формы и способы. Наибольший научный интерес, по мнению рецензента, представляет впервые обоснованная на системной основе классификация угроз национальной безопасности, а также невоенных мер парирования военных опасностей и угроз. Не останавливаясь подробно на раскрытии данного, исследованного в монографии, вопроса, хотелось бы привести структуру угроз национальным интересам, т. е. интересам личности, общества и государства (рисунок 1), а также структуру угроз национальной безопасности (рисунок 2), схематически изображенные авторами.

1 Статья подготовлена в рамках гранта РФФИ № 17-06-00522.



Рисунок 1 – Угрозы национальным интересам (интересам личности, общества и государства) [1]

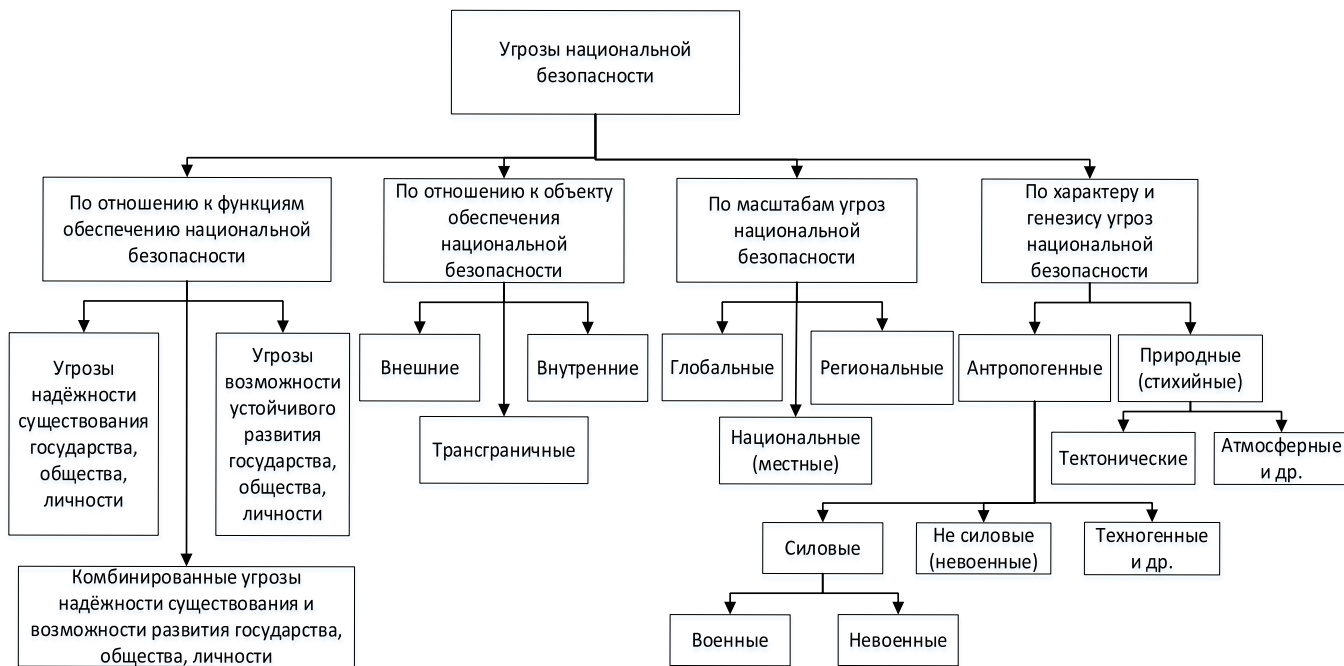


Рисунок 2 – Угрозы национальной безопасности [1]

Авторы монографии рассматривают различные виды потенциалов государств в условиях реализации сетевых стратегий в межгосударственном противоборстве, а также методы обоснования выбора конкретного вида потенциала для оценивания и прогнозирования хода и исхода современного межгосударственного противоборства, в том числе носящего характер так называемой гибридной войны. Например, еще недавно в период нарастания военной угрозы наиболее важным считался военный потенциал государства, однако в настоящее время, как убедитель-

тельно показывают авторы монографии, наиболее репрезентативным показателем становится совокупный потенциал государства и его сетевая мощь как реализуемая часть этого потенциала.

В целях обоснования собственных выводов авторы рассматривают обширный исторический материал за период от XVI до XXI века. Некоторое несогласие вызывает упоминание при анализе советского периода нашей истории «неэффективной экономической политики», «догматического толкования марксистско-ленинской идеологии», «выхолащивания социалистических идей развития государства и общества». Тем самым в какой-то степени сами авторы попадают под влияние спорных либеральных «теорий», огульно отрицающих все позитивное, что имело место в отечественной экономике в период с 1917 по 1991 год. Хотелось бы напомнить, что либеральные инсинуации о якобы неэффективности социалистического хозяйственного уклада, звучавшие в течение целого десятилетия 1990-х годов, сопровождались одновременным азартным разворовыванием несметных богатств, накопленных за годы господства в нашей стране этой «неэффективной» экономической системы.

Второй раздел работы посвящен исследованию экономических форм внешнеполитической борьбы. В рамках изучения данного вопроса авторы предлагают классификацию форм экономической борьбы против России и ее интересов. На основе произведенной классификации производится оценка ущерба, нанесенного каждой из сторон «экономической войны» 2014-2018 гг. Авторы рассматривают противоборство в финансовой (отдельно – в банковской и валютно-финансовой) сфере, последствия торговой, ресурсной, технологической «войн». Полемизуя с традиционной положительной оценкой иностранных инвестиций в экономику России, авторы отмечают и отрицательную сторону того факта, что более четверти общего объема уставных капиталов всех субъектов российской экономики приходится на компании, где нерезиденты являются мажоритарными акционерами.

В работе отмечается, что в ряде случаев эта доля существенно выше среднего показателя: в добыче полезных ископаемых – 44%, в обрабатывающей промышленности – 34%, в оптовой и розничной торговле – 90%. Вместе с тем основания для излишнего алармизма в данном вопросе отсутствуют. Во-первых, формальное нерезидентство собственников мажоритарных пакетов акций зачастую свидетельствует лишь о сложных схемах взаимного контроля отечественных и зарубежных компаний, что приводит к ситуации, когда фактическими хозяевами акционеров-нерезидентов являются отечественные физические и юридические лица. Во-вторых, обладающее суверенитетом на своей территории Российское государство в большинстве случаев имеет достаточно возможностей минимизировать возможный ущерб от зарубежного контроля иностранных акционеров над отечественными компаниями.

Третий, самый большой по объему, **раздел** монографии посвящен рассмотрению информационной борьбы как инструмента межгосударственного политического противоборства в современных условиях. Не пересказывая его содержание, хотелось бы привести перечень подразделов данного раздела книги:

- Информационно-сетевые операции.
- Информационно-психологические операции.
- Взгляды Запада на информационные войны.
- Краткая история информационных войн.
- Информационная война против России сегодня.
- Особенности современного информационного противоборства.
- Инструменты ведения информационной войны на примере Украины.
- Информационная война против РФ в истории, в политике, в образовании.

- Влияние информационной войны на криминогенную обстановку в стране.
- Враждебные информационные подрывные действия против России.
- Последствия гибридных войн.
- Социальные последствия информационной войны и основы информационной безопасности.
- Информационно-дипломатическая война. Нейтрализация информационных кампаний НАТО, призванных обосновать и закрепить конфронтационный курс альянса по отношению к России.
- Информационное давление и фейковая война (примеры из западных СМИ).
- Разоблачение фактов недобросовестного выполнения США и их союзниками двусторонних и международных соглашений в области безопасности, а также попыток расширения военного присутствия США за рубежом.
- Информационно-техническая борьба. Кибероружие.
- Кибервойны.
- Военный потенциал искусственного интеллекта.

По мнению рецензента, наиболее интересным выглядит подраздел, посвященный информационной войне против России в истории, политике, образовании. Авторы несколько выходят за рамки обозначенного в его заголовке круга вопросов, по существу, рассматривая более широкую, социокультурную, сферу. В книге приведено немало примеров, когда школьные учебники, телепрограммы на федеральных каналах, оплачиваемые за государственный счет, тиражируют не просто не соответствующие действительности, но и, по существу, антироссийские выдумки, выдаваемые за сведения о событиях, реально имевших место.

Редкий современный художественный фильм о советском периоде отечественной истории, снятый «при поддержке» отнюдь не правительства Соединенных Штатов, а, наоборот, Федерального агентства по культуре и кинематографии¹, не содержит пасквильных инсинуаций на тему «кровавой гэбни», «палача Сталина», «кровавого маньяка Берии», «штрафбатов, выигравших войну» и т. п. Ю.М. Поляков – один из немногих современных писателей, сочетающих в себе литературный талант и реальный (не «квасной») патриотизм, – так пишет о деятелях культуры, названных им «наоборотниками»: «Прошлая покорность жгла им грудь, наполняя лихорадочным желанием изменить теперь все сразу до неузнаваемости. Если раньше Запад считался угрозой миру, а СССР – оплотом человечества, то теперь все стало наоборот: мы империя зла, а они – жены-мироносицы... Если совки держали генерала Власова за предателя, значит, новые золотые перья выписывали из него борца с тиранией. Если прежде гордились космическими достижениями СССР, то теперь вместо орбитальной станции советовали учредить на вокзалах страны новые чистые сортиры...»²

Тот же Ю.М. Поляков в другом своем произведении подмечает интересную закономерность: «Заметьте, осмеянию и осуждению подверглись почему-то в основном русские герои, подвижники и страстотерпцы. Павлик Морозов гнусно сдал папу чекистам; Василий Чапаев дрался с Фурмановым из-за Анки; Зоя Космодемьянская сожгла, будучи пироманкой, под зиму избы колхозников; Александр Матросов спьяну упал на амбразуру; маршал Жуков лил солдатскую кровь цистернами без всякой жалости; нарком Молотов был «железной задницей» и т. д. А вот глумлений над «нацменскими» знаменитостями и героями я не припомню. Ругали за свирепость Емельку Пугачева, но Салавата Юлаева – ни-ни. Не трогали Марата Казея, Автандила Кантарию³,

1 В настоящее время его функции переданы Министерству культуры Российской Федерации.

2 Ю. Поляков. Любовь в эпоху перемен. – М.: Издательство АСТ, 2015.

3 Возможно, речь идет о Мелитоне Кантарии – А.В.

бакинских комиссаров, маршала Баграмяна, наркома Микояна, даже Лазаря Кагановича, который прямо-таки просился под розги мстительного сарказма, не задевали»¹.

Безусловно, в последние 10-20 лет в этой сфере произошел ряд позитивных, в целом, изменений, однако и они далеки от совершенства. Так, вызывает сомнения попытка государства вместо создания современной светской, рассчитанной на все население страны, идеологии реанимировать православие и другие традиционные для народов России религии. Желание использовать их как средство самоидентификации и повышения патриотизма русского народа и других национальностей, населяющих нашу страну, выглядит примерно так, как если бы в период борьбы с «джинсовым культом» в СССР населению предложили для поддержания национального духа носить «традиционные для России» лапти и онучи.

Клерикализация образования, да и многих других сфер общественной жизни, включение теологии в перечень научных специальностей в существенной степени не консолидируют, а раскалывают российское общество. Приведу цитату из учебника для 1-го класса², включенного в федеральный перечень учебников, утвержденный приказом Минобрнауки России от 31.03.2014 № 253³: «Две тысячи лет назад родился Иисус Христос – Спаситель мира. Произошло это величайшее чудо в маленьком городке Вифлеем (Палестина). Тогда в небе зажглась новая звезда. Она указывала путь к тому месту, где родился Младенец Иисус...»

Как видим, христианские догматы подаются здесь в императивной форме, библейская легенда излагается как информация о событиях, имевших место в действительности. Эти и другие вероучительные положения преподаются детям в рамках обязательной светской учебной дисциплины «Музыка», согласие родителей и детей на обучение их религии в рамках данного учебного курса не выясняется. Тем самым не только нарушается право граждан, гарантированное п. 5 ст. 3 Федерального закона «О свободе совести и о религиозных объединениях»⁴ (запрет на обучение малолетних религии вопреки их воле и без согласия родителей), но вокруг ребенка создается конфликтная ситуация. Родители, не согласные с мнением таких «педагогов», вынуждены излагать детям свою точку зрения на религию (чего они, возможно, не стали бы делать при отсутствии отступлений от светского принципа образования), показывать им абсурдность сведений, сообщаемых учителем, или даже высмеивать его. Малолетний ребенок получает в связи с этим негативные эмоции, в его глазах неизбежно снижается авторитет педагога и школы в целом.

В качестве одного из достоинств данного раздела книги хотелось бы упомянуть то обстоятельство, что авторам удалось сохранить научный подход к исследованию рассматриваемых в монографии вопросов, не скатиться к уровню конспирологических теорий, которых немало появляется при рассмотрении вопросов межгосударственного информационного противоборства.

В **четвертом разделе** авторы в постановочном плане раскрывают сущность и содержание ряда современных глобальных вызовов существующему миропорядку. В работе рассматриваются проблемы разработки и распространения биологического оружия, в том числе его модификации на основе достижений геной инженерии, конфликтный потенциал проблемы грядущего дефицита водных ресурсов. Отдельное внимание уделяется практике использования псевдоэкологической риторики, применяемой отдельными государствами и даже фирмами в борьбе с реальными и потенциальными конкурентами, при лоббировании интересов национальных произ-

1 Ю. Поляков. Быть русским в России. – М.: Издательский дом «Аргументы недели», 2019.

2 Критская Е.Д., Сергеева Г.П., Шмагина Т.С. Музыка: Учебник для учащихся 1 класса начальной школы (рекомендовано Министерством образования и науки Российской Федерации). – М.: Просвещение, 2007.

3 http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_162928

4 http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_16218/

водителей. Здесь можно упомянуть так называемый «Киотский протокол» – международное соглашение, заключенное с продекларированной целью сокращения выбросов парниковых газов в атмосферу в рамках противодействия негативным последствиям глобального потепления. На деле же данный международный акт зачастую превращается в инструмент, позволяющий сдерживать развитие промышленности, энергетики и некоторых иных сфер экономической деятельности государства-конкурента.

Авторы монографии рассматривают также проблемы создания и возможного применения психотронного, климатического оружия, а также генетически модифицированных организмов, которые полагают одной из форм биологической войны. Не ставя под сомнение право авторов рассмотреть в своей работе данные проблемы, хотелось бы отметить, что никаких подтвержденных данных о существовании психотронного и климатического оружия за пределами фантастических литературных произведений, пока не имеется. Равно как нет ни одного научно подтвержденного свидетельства вреда от употребления в пищу генно-модифицированных организмов. Впрочем, в монографии рассматриваются не только существующие, но и возможные перспективные угрозы национальной безопасности.

Замечания к рецензируемой работе носят, в основном, технический характер. Так, некоторое неудобство при чтении текста вызывает отсутствие списка используемых сокращений. В некоторых случаях возникает путаница с отдельными фактическими данными (например, с показателями учетной ставки Центрального банка Российской Федерации в 2018-2019 гг.). Однако данные мелкие недочеты ни в коей мере не снижают общую высокую оценку работы. Хотелось бы выразить надежду, что авторы устроят их при повторном издании своего произведения.

Материал написан понятным, удобным для восприятия языком, снабжен большим количеством ссылок на использованные источники (такой список имеется у каждого подраздела монографии), многие из которых оформлены как URL-адреса Интернет-ресурсов. Это является особенно удобным с учетом того, что при чтении часто возникает желание ознакомиться с первоисточником приведенных в работе интересных фактов.

Рецензируемая монография представляет собой ценный вклад в военную и военно-экономическую науку, она, несомненно, окажется полезной исследователям современных видов межгосударственных противоборств, способов обеспечения безопасности Российской Федерации во многих сферах, а также курсантам, слушателям, адъюнктам и докторантам военных учебных заведений и научно-исследовательских организаций. Хотелось бы пожелать ее авторам новых творческих успехов на благо нашей Родины и ее Вооруженных Сил.

Список использованных источников

1. Гладышевский В.Л., Горгола Е.В., Цырендоржиев С.Р., Монин С.А., Худяков Д.В. «Партикулярные» формы военных действий. Невоенное противоборство в XXI веке» / Под ред. С.Ф. Викулова. – М.: РОО «АПВЭФ», 2019.



Брайткрайт Сергей Гарриевич
доктор технических наук, старший научный сотрудник
ведущий научный сотрудник 46 ЦНИИ МО РФ
braitkrait_e@mail.ru



Буравлев Александр Иванович
доктор технических наук, профессор
ведущий научный сотрудник 46 ЦНИИ МО РФ
buravlev46@mail.ru



Буренок Василий Михайлович
доктор технических наук, профессор
президент Российской академии ракетных и артиллерийских наук
bvasil57@rambler.ru



Бухтияров Василий Викторович
кандидат технических наук
начальник лаборатории 46 ЦНИИ МО РФ
bacvil@yandex.ru



Венедиктов Андрей Альбертович
доктор экономических наук, профессор
ведущий научный сотрудник 46 ЦНИИ МО РФ
a_venediktov@mail.ru
SPIN-код: 5727-0709



Головачев Григорий Иванович
доктор технических наук, профессор
главный научный сотрудник НИИЦ БТ 3 ЦНИИ Минобороны России
niii38-nio11@yandex.ru



Гула Дмитрий Николаевич
кандидат технических наук
начальник научно-исследовательской лаборатории ВКА им.
А.Ф. Можайского
dimas.gula@ya.ru
SPIN-код: 9147-9805



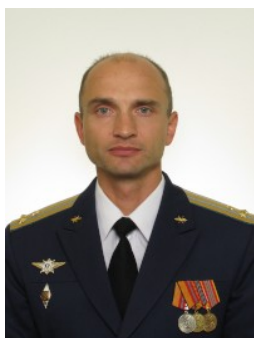
Дулена Владимир Викторович
кандидат технических наук
ведущий научный сотрудник НИИЦ БТ 3 ЦНИИ Минобороны России
niii38-nio11@yandex.ru



Евдокимов Владимир Александрович
кандидат технических наук
ведущий научный сотрудник 46 ЦНИИ МО РФ
authors@viek.ru



Лавринов Геннадий Алексеевич
доктор экономических наук, профессор
первый вице-президент Российской академии ракетных и
артиллерийских наук
gelavrinov@yandex.ru



Марченко Михаил Андреевич
кандидат технических наук, доцент
доцент кафедры ВКА им. А.Ф. Можайского
maarchelo@yandex.ru



Назырова Диана Рамильевна
кандидат экономических наук
доцент кафедры Уфимского государственного авиационного
технического университета
Nazyrova.diana@gmail.com



Наумочкин Денис Валерьевич
научный сотрудник 1-го Государственного испытательного космодрома
МО РФ
authors@viek.ru



Петухов Антон Иванович
инженер лаборатории 28-го Арсенала Космических войск МО РФ
authors@viek.ru



Подольский Александр Геннадьевич
доктор экономических наук, профессор
ведущий научный сотрудник 46 ЦНИИ МО РФ
podolskijag@mail.ru



Полуян Максим Михайлович
кандидат технических наук
преподаватель ВКА им. А.Ф. Можайского
poluyanmm@mail.ru



Теребухин Александр Валентинович
заместитель генерального директора по НИОКР АО «Опытно-
конструкторское бюро «Электроавтоматика» имени П.А. Ефимова»
alexutoa@mail.ru



Толчков Александр Николаевич
кандидат технических наук
заместитель начальника научно-исследовательского отдела ВУНЦ ВВС
«Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и
Ю.А. Гагарина»
tolchkov_an@mail.ru
SPIN-код: 4672-1870



Топчий Павел Павлович
заместитель генерального директора ООО «Комупак»
paultop4i@yandex.ru



Чумичкин Александр Александрович
кандидат технических наук, доцент
начальник научно-исследовательского отдела ВУНЦ ВВС «Военно-
воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и
Ю.А. Гагарина»
alexander.chumichkin@gmail.com
SPIN-код: 4307-5006

Определение облика перспективной экипировки солдата

В.М. Буренок

Рассмотрен методический подход к обоснованию облика перспективной боевой экипировки. Показана целесообразность формирования на основе индивидуальной экипировки бойцов подразделения интегрированной разведывательно-информационно-огневой системы подразделения.

боевая экипировка; управление подразделением в бою; искусственный интеллект; разведывательно-информационно-огневая система

The Definition of the Next-Generation Combat Equipment

V.M. Burenok

The article considers a methodical approach to the definition of the next-generation combat soldier's equipment. The advisability of the integrated intelligence information and fire plan unit forming on basis of individual soldier's equipment is presented.

soldier's equipment; combat unit control; artificial intelligence; intelligence information and fire system

Научно-методический подход к обоснованию рационального облика гиперзвукового оружия

С.Г. Брайткрайтс, В.А. Евдокимов, В.В. Бухтияров

В статье рассмотрен методический подход к формированию рационального облика гиперзвукового оружия. Учитывая существенные особенности этого класса высокоточного оружия, детально рассмотрены основные концептуальные вопросы разработки и создания гиперзвукового оружия, включающие формирование оперативно-тактической, научно-технической и производственно-экономической концепций ГЗО. Обоснование облика ГЗО представлено в виде трехуровневой схемы информационно-аналитических, расчетно-оптимизационных и расчетно-экспертных процедур.

методический подход; гиперзвуковое оружие; высокоточное оружие; оперативно-тактическая, научно-техническая и производственно-экономическая концепции

Scientific-Methodical Approach to the Hypersonic Weapon of Rational Complex Synthesis Justification

S.G. Braitkraits, V.A. Evdokimov, V.V. Bukhtiyarov

A methodical approach to hypersonic weapon rational complex synthesis is concerned in the article. Taking into account the essential features of this high precision weapon type, the main conceptual matters of hypersonic weapon development that include hypersonic weapon operational, scientific and technical, and industrial-economic-concept are considered. The hypersonic weapon rational complex justification is represented as a three-level schema of certain analytic data, optimality-rated and expert calculated procedures.

methodical approach; hypersonic weapon; high precision weapon; operational, scientific and technical, and industrial and economic concept

Методика оценки военно-экономической эффективности создаваемых (модернизируемых) образцов бронетанкового вооружения

Г.И. Головачев, В.В. Дулепа

Разработана методика оценки военно-экономической эффективности создаваемых (модернизируемых) образцов бронетанкового вооружения, основанная на расчете стоимости выполнения боевой задачи с использованием показателя военно-технического уровня.

военно-экономическая эффективность; военно-технический уровень; лимитная цена; модернизация; моделирование боевых действий; образец бронетанкового вооружения; потери боевых средств; стоимость выполнения боевой задачи; уровень технического совершенства; условная боевая задача

Methodology for the Military-Economic Efficiency Evaluation of the Armored Force Created (Upgraded) Weapons Samples

G.I. Golovachev, V.V. Dulepa

A methodology for the military-economic efficiency evaluation of the created (upgraded) samples of armored force vehicle weapon is developed. It is based on the calculation of the combat task performance cost by using of the military technical level indicator.

military-economic efficiency; military-technical level; limit price; modernization; combat simulation; armored weapon sample; damages of weapons; combat task performance cost; level of technical excellence; conditional combat task

Логико-лингвистическая модель прогнозирования изменения технического состояния металлооблицовки нулевой отметки стартового комплекса

Д.Н. Гула

В статье представлена логико-лингвистическая модель прогнозирования возможности (вероятности) возникновения дефекта листов как показателя изменения технического состояния металлооблицовки нулевой отметки стартового комплекса различных конструкций (схем) в реальных условиях. Данная модель, в отличие от общепринятых математических моделей, построена с использованием знаний и опыта экспертов и позволяет осуществлять прогноз на заданное количество пусков ракет-космического назначения.

логико-лингвистическая модель; прогнозирование; техническое состояние; металлооблицовка; стартовый комплекс

The Logical-Linguistic Model for the Metal Covering Technical Condition Changes Prediction of the Launch-Site Complex Zero Mark

D.N. Gula

The article presents a logical-linguistic prediction model of the probable skin plate defect as an indicator of the operational state changes of the various launch-site complex zero mark of the launch-site complex in real-life environment. In the contrast to standard mathematical models, this model is constructed by means of experts' knowledge and

experience of experts, and enables prediction of given number of space rocket starts.

logical-linguistic model; prediction; operational state; metal covering; launch-site complex

Анализ тенденций развития сверхмалых космических аппаратов

Д.В. Наумочкин, А.И. Петухов, М.М. Полуян

В статье представлен анализ современной роли и дана оценка перспективам развития космических аппаратов (КА) массой менее 100 кг. Показано, что в настоящее время наиболее распространенной целевой задачей сверхмалых (СМ) КА является снижение стоимости отработки новых технологий, переносимых в следующее поколение более тяжелых КА, в полной мере удовлетворяющих растущим требованиям заказчика. В частности, современные коммерчески успешные многоспутниковые орбитальные группировки по-прежнему включают в свой состав КА массой более 100 кг. Формирование группировок СМ КА, удовлетворяющих предельно допустимым значениям тактико-технических и эксплуатационных характеристик, но имеющих минимальную массу, в перспективе позволяет расширять функциональные возможности орбитальных группировок (ОГ) из достаточно «крупных» производительных КА. Основным преимуществом таких космических систем является высокая оперативность доступа к любому участку поверхности Земли.

уровень технологической готовности; орбитальная группировка; сверхмалые космические аппараты; cubesat

Analysis of the Very Small Space Vehicle Developmental Trend

D.V. Naumochkin, A.I. Petuhov, M.M. Poluyan

In the article it is represented an analysis of the current role of the space vehicles weighing less than 100 kg and their development assessment prospects. At present time, the most common target is to reduce the cost of new technology adjustment that is to be extended

to next-generation space vehicles and in turn will fully comply with customer growing requirements. More particularly, contemporary commercially successful very small vehicle orbit groups continue to involve space vehicle of more than 100 kg weigh. Very small space vehicle groups that satisfy maximum permissible value of performance and operational characteristics, but have a minimal mass, will give an ability to supplement functional capabilities of orbital groups consisted of sufficiently "large" space vehicles. The main advantage of such space systems is their perfect operability of access to any patch of the Earth surface.

technology readiness level, orbital group; very small space vehicle

Методический подход к обоснованию требований к информационным системам военного назначения

А.А. Чумичкин, А.Н. Толчков

В статье рассматривается задача обоснования требований к перспективным информационным системам военного назначения. В настоящее время требования к перспективным информационным системам формируются на естественном языке, выразительных свойств, которого недостаточно для лаконичного и однозначного описания требований, что усложняет процесс разработки и согласования. Предложенный методический подход основан на построении комплекса моделей перспективной информационной системы. Особенностью предлагаемого подхода является комплексное использование методологий функционального и объектно-ориентированного моделирования информационной системы и соответствующих процессов управления, а также разработанной нотации моделирования пользовательского интерфейса. Использование унифицированного языка моделирования обеспечивает однозначность интерпретации требований всеми участниками процесса создания информационной системы, от заказчика до разработчика.

обоснование требований; моделирование автоматизированных систем; унифицированный язык моделирования

A Methodical Approach to the Military Information System Requirements Substantiation

A.A. Chumickin, A.N. Tolchkov

A problem of the advanced military information system requirements substantiation is a matter of the article. Nowadays information system requirements are formulated by means of natural language. But they are insufficient to laconic and single-valued description of the requirements, and this fact complicates the process of their development and coordination. This methodological approach is based on the construction of an advanced information system complex. A characteristic of the proposed approach is the multipurpose use of information system functional and object-oriented simulation methodologies, and appropriate control processes, and developed user's interface simulation notation as well. The employment of the unified modeling language provides unambiguity of the requirement interpretation by all parties of the information system development.

requirements substantiation; modeling of automated systems; unified modeling language

Роль и место неопределенности при разработке и применении экономико-математических моделей оценки продолжительности и стоимости мероприятий дорожных карт

Г.А. Лавринов, А.Г. Подольский

В статье показана необходимость учета неопределенности при разработке и применении экономико-математических моделей оценки продолжительности и стоимости мероприятий, включаемых в дорожные карты по реализации национальных проектов. Приведены виды погрешностей, влияющих на неопределенность значений, сформированных с применением моделей, а также их роль в процессе верификации временных и стоимостных показателей. Изложена роль и место

неопределенности в процессе формирования временных и стоимостных показателей таких мероприятий, в части проверки их адекватности и обеспечения целесообразности расходования бюджетных средств.

верификация; технико-экономическая целесообразность; неопределенность; временные и стоимостные показатели; экономико-математическая модель; дорожная карта

Ambiguity: Its Role and Position in the Course of the Estimated Time and Roadmap Events Value Econometric Models Application

G.A. Lavrinov, A.G. Podolskij

The article concerns the matter of necessity of taking into account the ambiguity in the process of econometric estimated time and roadmap events costs included in the national projects implementation. Certain types of inaccuracy that have an effect on ambiguity generated in the course of models application and their role in the time and cost indicators verification are presented. Role and position of the ambiguity in the course of time and cost indicators formation in point of their adequacy checking and budgetary funds expenditure advisability ensuring are stated.

verification; technical and economic expediency; ambiguity; time and cost indicators; economic and mathematical model; roadmap

Модель управления ресурсным обеспечением проектов создания высокотехнологичной продукции

А.И. Буравлев

В статье рассматривается модель управления ресурсным обеспечением проектов создания высокотехнологичной продукции. В качестве модели эволюции продукции используется логистическая функция, темп изменения которой зависит от скорости используемого потока ресурсов. Проведен анализ типовых зависимостей скорости ресурсного обеспечения и для них получены аналитические выражения для функции эволюция

проекта во времени и прогнозных оценок его готовности к использованию. Найдены оптимальные параметры динамики ресурсного обеспечения проекта, обеспечивающие для заданного уровня готовности проекта одинаковый объем затрат ресурсов.

проектное управление; функция эволюции проекта; показатель готовности проекта; скорость потока ресурсов; научно-технический задел проекта

Model of High-Tech Product Creation Projects Resource Supply Management

A.I. Buravlyov

The article discusses a model of high-tech projects resource supply management. As a product development model, a logistic function is used. The rate of its change depends on the employed resource flow rate. An analysis of resource supply rate routine dependence is carried out. Analytical expressions for product development function and predictive estimates of its availability are obtained. The optimal parameters of project supply resources dynamic are found that provide the same resources expenditure volume for the given level of project readiness.

project management; project evolution function; project readiness indicator; resource flow rate; scientific and technical background of the project

Алгоритм технико-экономического обоснования необходимости внедрения инновационных технологий по продлению назначенных показателей ресурса и срока службы грузоподъемных механизмов наземной космической инфраструктуры космодромов

Д.Н. Гула, М.А. Марченко

В статье представлен алгоритм технико-экономического обоснования необходимости дальнейшей эксплуатации объектов гостехнадзора (грузоподъемных механизмов) стартовых и технических комплексов космических войск.

алгоритм; технико-экономическое обоснование; внедрение; инновационные технологии; продление срока службы; грузоподъемные механизмы

Feasibility Study Algorithm for Innovation Implementation Need for Assigned Resource Indicators Overhaul-Period and Ground-Based Space Infrastructure Spaceports Load Lifting Mechanism Life-cycle Renewal

D.N. Gula, M.A. Marchenko

The article presents a feasibility study algorithm for the need for the State Mining and Industrial Supervision (Gostekhnadzor) facilities (lifting mechanisms) further operation in launch and technical complexes of the space forces.

algorithm; feasibility study; implementation; innovative technologies; life-cycle renewal; lifting mechanisms.

К вопросу о создании модели анализа целесообразности внедрения цифровых технологий в систему управления ресурсами предприятия ОПК

*П.П. Топчий, А.В. Теребухин,
А.Г. Подольский, Д.Р. Назырова*

В статье показана целесообразность внедрения на предприятиях оборонно-промышленного комплекса цифровых технологий и приведены примеры их позитивного влияния на финансово-хозяйственную деятельность. Приведен перечень основных индикаторов, используемых для оценки эффективности внедрения цифровых технологий в систему управления ресурсами, и функциональная структура динамической модели анализа целесообразности внедрения цифровых технологий в систему управления ресурсами предприятия.

динамическая модель; индикатор; оборонно-промышленный комплекс; управление ресурсами; цифровые технологии; анализ целесообразности; эффективность

On the Matter of Dynamic Model Creating for the Analysis of Digital Technologies Implementation Advisability in the Defense Industry Enterprise Resource Management System

*P.P. Topchij, A.V. Terebukhin,
A.G. Podolskij, D.R. Nazyrova*

The article shows the advisability of digital technologies implementation at the military-in-

dustrial complex enterprises and provides examples of their positive impact on financial and economic activities. A list of the main indicators used to the effectiveness assessment of the digital technologies implementation in the resource management system, and the functional structure of a dynamic model for the advisability analysis of digital technologies implementation into the enterprise resource management are given.

dynamic model; indicator; military-industrial complex; resource management; digital technology; advisability analysis; efficiency

Нелетальные войны – опыт философского и экономического осмысления современных проблем обеспечения национальной безопасности

А.А. Венедиктов

Статья представляет собой рецензию на монографию Гладышевского В.Л., Горголы Е.В., Цырендоржиева С.Р., Моница С.А., Худякова Д.В. «Партикулярные» формы военных действий. Невоенное противоборство в XXI веке» [1], изданную Региональной общественной организацией «Академия проблем военной экономики и финансов» под редакцией ее президента доктора экономических наук профессора С.Ф. Викулова.

нелетальные войны; гибридная война; невоенное противоборство

Non-lethal Wars – Experience of Philosophical and Economic Understanding of Modern National Security Problems

A.A. Venediktov

The article is a review of a monograph titled “Particular” Forms of Military Operations. Non-Military Confrontation in the XXI Century” by Gladyshevsky V.L., Gorgola E.V., Tsyren-dorzhiev S.R., Monin S.A., Khudyakov D.V. The monograph is published by the Academy of Military Economics and Finance Regional Public Organization edited by its President, Doctor of Economics, Professor S.F. Vikulov.

non-lethal wars; hybrid war; non-military confrontation

Правила представления авторами рукописей

1. Для опубликования в журнале «Вооружение и экономика» (далее – 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.

Представляемая научная работа, как правило, должна соответствовать одной из следующих научных специальностей:

20.02.01 – Теория вооружения, военно-техническая политика, система вооружения;

20.01.07 – Военная экономика, оборонно-промышленный потенциал;

20.02.03 – Военное право, военные проблемы международного права;

20.02.14 – Вооружение и военная техника. Комплексы и системы военного назначения.

Авторам рекомендуется в сопроводительном письме указывать научную специальность, по тематике которой подготовлена статья.

2. Рукописи публикаций в Журнале и прилагаемые к ним материалы представляются авторами по электронной почте на адрес rk@viek.ru. Одновременно подписанный автором (авторами) экземпляр рукописи и прилагаемые материалы высылаются на почтовый адрес: 129327, г. Москва, Чукотский проезд д. 10, Академия проблем военной экономики и финансов.

Рассмотрение статьи начинается с момента получения полного комплекта материалов в электронном виде. Принятие окончательного решения об опубликовании возможно не ранее получения оригиналов прилагаемых документов.

3. Рукопись представляется на русском языке в одном из следующих форматов **odt**

(предпочтительно), rtf, doc, docx. Параметры оформления: размер листа А4, все поля по 20 мм, ориентация страницы – книжная, шрифт – **Pt Sans** (предпочтительно) или Times New Roman; размер шрифта – 14 pt; межстрочный интервал – полуторный; расстановка переносов – автоматическая; выравнивание текста – по ширине; отступ первой строки абзаца – 1,25 см.

Не рекомендуется использовать кернинг (разреженный или уплотненный шрифт), подстрочные и надстрочные символы не следует применять вне формул.

В начале файла с рукописью статьи указываются фамилия, имя, отчество, ученая степень и ученое звание, адрес электронной почты и телефон автора. Если у статьи несколько авторов, перечисленные сведения указываются для каждого из них, при этом контактные данные (адрес электронной почты, телефон) могут быть указаны только для одного из авторов.

В статье помимо текста допускается наличие математических формул, рисунков и таблиц.

Математические формулы должны быть вставлены в файл как объект OpenOffice.org (LibreOffice.org) **Math**.

Каждая иллюстрация должна быть вставлена в виде отдельного объекта «изображение» («рисунок») в формате **SVG** (предпочтительно) без скриптов, анимации и «внешних» ссылок или в одном из общепринятых графических форматов (JPEG, TIFF, BMP, GIF, PNG). Рекомендуется формат GIF с прозрачным фоном. Размер каждой иллюстрации не должен превышать 800х600 точек. Допускается приложение отдельных файлов, содержащих включенные в статью иллюстрации. Подпись к рисунку не должна быть включена в рисунок.

Не рекомендуется применять сложное оформление таблиц: разнообразное обрамление, объединение и разбиение ячеек и т. п. В

случае необходимости их использования таблицу рекомендуется оформлять в виде рисунка.

Подписи иллюстраций, заголовки таблиц, формулы, сноски, ссылки на литературу оформляются в текстовом виде в соответствии с ГОСТом.

Учитывая, что издатель не использует пакет Microsoft Office и производит верстку в программе LibreOffice, **рекомендуем** перед отправкой в редакцию открыть направляемую статью в программе LibreOffice (OpenOffice) Writer с тем, чтобы убедиться в корректности отображения формул, таблиц, рисунков. Невыполнение данной рекомендации может привести к возврату статьи для приведения ее в соответствие с настоящими правилами и поддержке с помещением ее в Журнал.

4. Статья должна оканчиваться списком использованных источников, в котором указываются только авторские произведения, подлежащие включению в систему Российского индекса научного цитирования (более подробную информацию о данной системе см. на сайте Электронной научной библиотеки: <http://www.elibrary.ru>). Список 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». Образцы оформления библиографических ссылок в соответствии с упомянутым стандартом приведены [на сайте](#) Журнала.

5. К рукописи должны быть приложены в отдельных файлах:

- заполненная карточка статьи по приведенной ниже форме;
- заполненная карточка автора (если авторов несколько, составляется на каждого автора) по приведенной ниже форме;
- заключение комиссии о возможности открытого опубликования статьи, утвержденное и заверенное печатью организации. В состав комиссии должен входить представитель службы защиты государственной тайны;
- фотография автора (авторов) 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 (представляется по желанию);
- два экземпляра договора между издателем электронного научного журнала «Вооружение и экономика» и автором (авторами), подписанных авторами. Если авторы не желают заключать договор в письменной форме, то договор на тех же условиях считается заключенным в устной форме. Направляя на адрес редакционной коллегии рукопись, автор тем самым соглашается с условиями данного договора;
- документ об оплате рецензирования статьи (см. [Порядок рецензирования рукописей](#)).

6. В случае несоответствия рукописи или прилагаемых материалов настоящим правилам ответственный секретарь редакции возвращает их автору для устранения недостатков.

Порядок рецензирования рукописей

1. Рукописи, поступающие в редакцию журнала «Вооружение и экономика» (далее – Журнал), подлежат обязательному рецензированию (экспертной оценке).

2. Перечень специалистов, привлекаемых к рецензированию, утверждается главным редактором журнала. В рецензировании рукописей вправе участвовать члены редакционной коллегии Журнала. По решению редакционной коллегии для рецензирования могут привлекаться также иные специалисты, если среди перечисленных лиц отсутствуют эксперты по проблематике представленной статьи.

3. Оплата рецензирования статей производится авторами из расчета 300 руб. за каждую полную или неполную страницу предлагаемого к опубликованию материала, оформленного в соответствии с Правилами представления авторами рукописей.

Способы оплаты:

наличными по месту нахождения Академии проблем военной экономики и финансов по квитанции установленного образца;

безналичным переводом на банковский счет со следующими реквизитами:

Получатель: Региональная общественная организация «Академия проблем военной экономики и финансов».

ИНН 7716161379.

Р/с 40703810538050100402 в Московском банке Сбербанка РФ.

БИК 044525225.

Кор./счет 30101810400000000225.

Плата за рецензирование статей не взимается с сотрудников 46 ЦНИИ Минобороны России, Российской академии ракетных и артиллерийских наук, Академии проблем военной экономики и финансов.

4. В течение недели с момента получения рукописи и прилагаемых материалов, оформленных в соответствии с требованиями Правил представления авторами рукописей, редакция направляет статью на рецензирова-

ние одному из экспертов, указанных в пункте 2 настоящего положения. При направлении статьи на рецензирование из нее удаляется информация об авторе.

5. 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 рецензирования работы на срок до одного месяца либо передать рукопись на рецензирование другому рецензенту.

6. Если рецензент полагает, что он не может объективно оценить рукопись (сам ведет исследования по аналогичной проблематике, не является экспертом по проблематике представленной статьи и т. п.), он в течение пяти рабочих дней с момента получения рукописи возвращает ее в редакцию с указанием причины, по которой он не может выступить рецензентом.

7. После получения рецензии главный редактор (заместитель главного редактора) вправе направить рукопись на дополнительное рецензирование другому рецензенту.

8. Отрицательная рецензия высылается автору (авторам) рукописей на указанный ими адрес электронной почты без указания лица, проводившего рецензирование (анонимно). Положительные рецензии направляются авторам лишь по их просьбе.

При опубликовании статьи в Журнале редакция вправе указать информацию о лице, давшем на нее положительную рецензию.

Рецензии представляются редакцией по запросам Минобрнауки России.

9. Автор, не согласный с рецензией, вправе в месячный срок представить свои возражения по ее содержанию.

10. После получения рецензии рукопись представляется ученым секретарем на ближайшем заседании редакционной коллегии. В случае если рецензия не является положительной (содержит замечания, указания на необходимость переработки, вывод о нецелесообразности опубликования в представленном виде и т. п.), представление на заседании редакционной коллегии производится не

раньше, чем по истечении срока, указанного в п. 9 настоящего Порядка.

11. В случае отказа в публикации статьи редакция направляет автору мотивированный отказ.

12. Оплата труда рецензентов производится Региональной общественной организации «Академия проблем военной экономики и финансов».

Карточка статьи

| | На русском языке | На английском языке |
|---|------------------|---------------------|
| Название статьи | | |
| Инициалы и фамилия автора (авторов) | | |
| Авторская аннотация (не более 1000 знаков, включая пробелы) | | |
| Ключевые слова (разделенные точкой с запятой) | | |

[Карточка статьи.doc](#)

Карточка автора

| | |
|---|--|
| Фамилия | |
| Имя | |
| Отчество ¹⁾ | |
| Ученая степень ²⁾ | |
| Ученое звание ²⁾ | |
| Место работы | |
| Должность | |
| Контактный телефон | |
| Адрес электронной почты | |
| SPIN-код ³⁾ | |
| Дополнительная информация ³⁾ | |

¹⁾ При наличии.

²⁾ Заполняется по желанию автора. Здесь могут быть указаны сведения, которые автор желает дополнительно сообщить о себе (наличие почетных званий и др.). Указание приведенных дополнительных сведений в Журнале остается на усмотрение редакции.

[Карточка автора.doc](#)

Условия подписки на полнотекстовую версию

Свободный доступ к полнотекстовой версии электронного научного журнала «Вооружение и экономика» осуществляется на сайте Министерства обороны Российской Федерации по адресу <http://sc.mil.ru/social/media/magazine/more.htm?id=10696@morfOrgInfo> либо на сайте журнала <http://www.viek.ru>.

Сведения о членах редакционной коллегии

1. **Александров Анатолий Александрович** – доктор технических наук, профессор, академик РАН, лауреат премий Правительства РФ в области науки и техники, премии Правительства Российской Федерации в области образования, ректор Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана.
2. **Ачасов Олег Борисович** – кандидат технических наук, доцент, член-корреспондент РАН, заместитель начальника 46 Центрального научно-исследовательского института Министерства обороны Российской Федерации по научной работе.
3. **Бочкарев Олег Иванович** – кандидат экономических наук, член-корреспондент РАН, заместитель председателя коллегии Военно-промышленной комиссии Российской Федерации.
4. **Буренок Василий Михайлович** – доктор технических наук, профессор, академик РАН, лауреат Государственной премии Российской Федерации имени Маршала Советского Союза Г.К. Жукова, лауреат премии Правительства Российской Федерации, заслуженный деятель науки Российской Федерации, президент Российской академии ракетных и артиллерийских наук – *главный редактор*.
5. **Быстров Андрей Владимирович** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики промышленности Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова.
6. **Венедиктов Андрей Альбертович** – доктор экономических наук, профессор, лауреат Государственной премии Российской Федерации имени Маршала Советского Союза Г.К. Жукова, ведущий научный сотрудник 46 Центрального научно-исследовательского института Министерства обороны Российской Федерации – *заместитель главного редактора – ученый секретарь*.
7. **Викулов Сергей Филиппович** – доктор экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, президент РОО «Академия проблем военной экономики и финансов» – *заместитель главного редактора*.
8. **Гладышевский Владимир Леонидович** – кандидат технических наук, доцент, заместитель начальника 46 Центрального научно-исследовательского института Министерства обороны Российской Федерации по научной работе.
9. **Горчица Геннадий Иванович** – доктор военных наук, профессор, академик РАН, заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации, главный ученый секретарь Российской академии ракетных и артиллерийских наук.
10. **Горшков Владимир Анатольевич** – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, главный научный сотрудник Центрального научно-исследовательского института Военно-воздушных сил Министерства обороны Российской Федерации.
11. **Кашин Валерий Михайлович** – доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, академик РАН, Герой Труда Российской Федерации, заведующий кафедрой Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана, генеральный конструктор Научно-производственной корпорации «Конструкторское бюро машиностроения», лауреат Государственной премии Российской Федерации в области науки и техники, лауреат Государственной премии Российской Федерации в области науки и технологий, лауреат премий Правительства Российской Федерации в области науки и техники.

12. **Кокошин Андрей Афанасьевич** – доктор исторических наук, профессор, академик РАН, академик РАН, декан факультета мировой политики Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.
13. **Лавринов Геннадий Алексеевич** – доктор экономических наук, профессор, академик РАН, лауреат Государственной премии Российской Федерации имени Маршала Советского Союза Г.К. Жукова, первый вице-президент Российской академии ракетных и артиллерийских наук – *заместитель главного редактора*.
14. **Леонов Александр Васильевич** – доктор экономических наук, профессор, ведущий научный сотрудник 46 Центрального научно-исследовательского института Министерства обороны Российской Федерации.
15. **Михайлов Юрий Михайлович** – доктор химических наук, профессор, академик РАН, академик РАН, лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники, лауреат премии Российской академии наук имени В.Н. Ипатьева в области технической химии, председатель научно-технического совета Военно-промышленной комиссии Российской Федерации – заместитель председателя коллегии Военно-промышленной комиссии Российской Федерации.
16. **Рахманов Александр Алексеевич** – доктор технических наук, профессор, академик РАН, лауреат Государственной премии Российской Федерации имени Маршала Советского Союза Г.К. Жукова, лауреат премии Правительства Российской Федерации, заслуженный деятель науки Российской Федерации – заместитель генерального директора ПАО МАК «Вымпел» по научно-техническому развитию.
17. **Хрусталеv Евгений Юрьевич** – доктор экономических наук, профессор, заведующий лабораторией имитационного моделирования взаимодействия экономических объектов Центрального экономико-математического института РАН.
18. **Цельковских Александр Александрович** – доктор военных наук, профессор, заместитель начальника Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева по учебной и научной работе.