

2014
№ 3 (28)

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 № 3 (28) / 2014</p> <p>Электронный научный журнал</p> <p>http://www.viek.ru</p>										
	<p>Содержание</p>										
	<p><u>Военно-техническая политика</u></p>										
<p>Издается с 2008 года</p> <p>Электронный научный журнал «Вооружение и экономика» включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук (решение Президиума Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России от 19 февраля 2010 г. № 6/6)</p> <p>Свидетельство о регистрации СМИ Эл № ФС77-30824 от 25.12.2007 г.</p> <p>ISSN 2071-0151</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="499 763 1390 1088"> <p><i>Друзин С.В., Добридень В.И., Горевич Б.Н.</i> Система управления научно-технической деятельностью предприятий интегрированной структуры радиоэлектронной отрасли оборонно-промышленного комплекса (на примере Концерна ПВО «Алмаз-Антей»)</p> </td> <td data-bbox="1390 763 1473 1088" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> <p>4</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="499 1088 1390 1373"> <p><i>Лясковский В.Л., Смирнов С.С., Пронин А.Ю.</i> Методика формирования портфеля фундаментальных и поисковых исследований с учетом прогнозируемых угроз безопасности Российской Федерации в военно-технической сфере</p> </td> <td data-bbox="1390 1088 1473 1373" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> <p>12</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="499 1373 1390 1563"> <p><i>Лукьяница А.А.</i> Пространственная синхронизация изображений проекторов в электронных тренажерах военного назначения</p> </td> <td data-bbox="1390 1373 1473 1563" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> <p>20</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="499 1563 1390 1753"> <p><i>Ерохин В.А.</i> Методический подход к расчету показателей эффективности применения высокоточного оружия, основанный на экспертных оценках</p> </td> <td data-bbox="1390 1563 1473 1753" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> <p>28</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="499 1753 1390 2022"> <p><i>Коваленко С.Г.</i> Концепция построения модельно-методического аппарата обеспечения формирования и функционирования автоматизированной системы контроля паспортно-визовых документов нового поколения</p> </td> <td data-bbox="1390 1753 1473 2022" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> <p>37</p> </td> </tr> </table>	<p><i>Друзин С.В., Добридень В.И., Горевич Б.Н.</i> Система управления научно-технической деятельностью предприятий интегрированной структуры радиоэлектронной отрасли оборонно-промышленного комплекса (на примере Концерна ПВО «Алмаз-Антей»)</p>	<p>4</p>	<p><i>Лясковский В.Л., Смирнов С.С., Пронин А.Ю.</i> Методика формирования портфеля фундаментальных и поисковых исследований с учетом прогнозируемых угроз безопасности Российской Федерации в военно-технической сфере</p>	<p>12</p>	<p><i>Лукьяница А.А.</i> Пространственная синхронизация изображений проекторов в электронных тренажерах военного назначения</p>	<p>20</p>	<p><i>Ерохин В.А.</i> Методический подход к расчету показателей эффективности применения высокоточного оружия, основанный на экспертных оценках</p>	<p>28</p>	<p><i>Коваленко С.Г.</i> Концепция построения модельно-методического аппарата обеспечения формирования и функционирования автоматизированной системы контроля паспортно-визовых документов нового поколения</p>	<p>37</p>
<p><i>Друзин С.В., Добридень В.И., Горевич Б.Н.</i> Система управления научно-технической деятельностью предприятий интегрированной структуры радиоэлектронной отрасли оборонно-промышленного комплекса (на примере Концерна ПВО «Алмаз-Антей»)</p>	<p>4</p>										
<p><i>Лясковский В.Л., Смирнов С.С., Пронин А.Ю.</i> Методика формирования портфеля фундаментальных и поисковых исследований с учетом прогнозируемых угроз безопасности Российской Федерации в военно-технической сфере</p>	<p>12</p>										
<p><i>Лукьяница А.А.</i> Пространственная синхронизация изображений проекторов в электронных тренажерах военного назначения</p>	<p>20</p>										
<p><i>Ерохин В.А.</i> Методический подход к расчету показателей эффективности применения высокоточного оружия, основанный на экспертных оценках</p>	<p>28</p>										
<p><i>Коваленко С.Г.</i> Концепция построения модельно-методического аппарата обеспечения формирования и функционирования автоматизированной системы контроля паспортно-визовых документов нового поколения</p>	<p>37</p>										

<p>Издатель: Российская академия ракетных и артиллерийских наук 107564, г. Москва, 1-я Мясниковская ул., дом 3, стр. 3 rk@viek.ru</p> <p>Главный редактор дтн проф. Буренок В.М.</p> <p>Редакционная коллегия дтн проф. Анищенко В.Н. ктн доц. Ачасов О.Б. дтн проф. Буравлев А.И. дэн проф. Венедиктов А.А. (отв. редактор) дэн проф. Викулов С.Ф. (зам. гл. редактора) дтн проф. Гальцов Е.М. дтн проф. Горчица Г.И. дтн проф. Горшков В.А. дэн проф. Козин М.Н. ктн снс Косенко А.А. дэн проф. Лавринов Г.А. (зам. гл. редактора) дэн снс Леонов А.В. кэн проф. Савинский П.Ф. дэн проф. Хрусталеv Е.Ю. двн проф. Целыковских А.А.</p> <p>Редакционный совет дтн двн проф. Анисимов Е.Г. дтн Архипов Н.Ф. дтн проф. Балыко Ю.П. дтн проф. Василенко В.В. дэн снс Корчак В.Ю. дтн проф. Минаев В.Н. дтн проф. Козирацкий Ю.Л. кэн Пискунов А.А. дтн проф. Рахманов А.А. кэн Сторонин В.В. дэн проф. Чистов И.В. дтн проф. Ягольников С.В.</p>	<p><u>Военная экономика и финансы</u></p>	
	<p><i>Буравлев А.И., Еланцев Г.А.</i> Задача обоснования оптимальной численности группировки войск по критерию «стоимость-эффективность»</p>	<p>42</p>
	<p><i>Бывших Д.М., Орлов В.А., Ярыгин Ю.Н.</i> Методический подход к обоснованию приоритетных направлений сосредоточения усилий в развитии многофункциональной организационно-технической системы военного назначения</p>	<p>51</p>
	<p><i>Анищенко В.Н.</i> Метод расчета интервала корреляции навигационных полей для корреляционно-экстремальных систем навигации летательных аппаратов</p>	<p>62</p>
	<p><i>Бабенков В.И., Бабенков А.В.</i> Задачи и направления совершенствования интегрированной системы материально-технического обеспечения с применением современных логистических концепций</p>	<p>75</p>
	<p><i>Газимагомедов К.Р.</i> К вопросу об основных аспектах военно-экономического обеспечения национальной безопасности США</p>	<p>81</p>
	<p><i>Сведения об авторах</i></p>	<p>86</p>
	<p><i>Аннотации и ключевые слова</i></p>	<p>89</p>
	<p><i>Правила представления авторами рукописей</i></p>	<p>94</p>
	<p><i>Порядок рецензирования рукописей</i></p>	<p>96</p>
<p><i>Карточка статьи</i></p>	<p>97</p>	

Оформление, верстка Венедиктова М.М. Редактор Молчанова Т.М. Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов. Ответственность за достоверность материалов несут авторы.	<i>Карточка автора</i>	97
	<i>Условия подписки на полнотекстовую версию в Интернете</i>	97

С.В.Друзин, кандидат технических наук
В.И.Добридень, кандидат технических наук, старший научный сотрудник
Б.Н.Горевич, доктор технических наук, профессор

Система управления научно-технической деятельностью предприятий интегрированной структуры радиоэлектронной отрасли оборонно-промышленного комплекса (на примере Концерна ПВО «Алмаз-Антей»)

Рассмотрен объект управления – научно-техническая деятельность интегрированной структуры – как процесс, детерминированный научно-технической политикой государства, при самостоятельном определении путей, форм и способов научно-технического развития организми управления интегрированной структурой. Применительно к объекту управления определены рациональная система управления научно-технической деятельностью интегрированной структуры, функции органов управления и набор реализующих эти функции организационных инструментов управления. Рассмотрены пути развития системы управления научно-технической деятельностью с учетом тенденций развития радиоэлектронной отрасли и современных требований по созданию перспективной военно-технической продукции.

В новейшей истории России радиоэлектронная отрасль прошла ряд коренных структурных изменений – от отдельных министерств электронной промышленности и радиопромышленности, осуществляющих централизованное управление каждым из предприятий отрасли при руководстве со стороны Министерств оборонных отраслей промышленности на завершающем этапе существования Советского Союза, до департамента радиоэлектронной промышленности в составе Минпромторга России, осуществляющего руководство деятельностью интегрированных структур (объединений) предприятий при общем кураторстве их деятельности Военно-промышленной комиссией, – в настоящее время.

Именно создание интегрированных структур предприятий, начавшееся в прошлом десятилетии, наращивание их количества и последовательное реформирование явилось итогом коренных структурных изменений радиоэлектронной отрасли.

Целью создания интегрированных структур стало объединение функционально свя-

занных по роду своей деятельности и виду создаваемой продукции предприятий в экономически самостоятельные организмы, обеспечивающие разработку и производство определенных типорядов изделий военного назначения и гражданской продукции. При таком объединении, с учетом наделения интегрированных структур широкими полномочиями в финансовой сфере и распоряжении имуществом, обеспечивается самостоятельность в определении источников финансирования их деятельности, достигается гибкость в управлении, повышается инициативность и заинтересованность органов управления в выборе инновационных путей развития создаваемой продукции и расширении рынков ее сбыта, снижается время принятия решений, значительно сократился бюрократический аппарат государственных органов управления. Несмотря на существенную самостоятельность в определении типажа создаваемой продукции, за каждой интегрированной структурой закреплено стратегически значимое для государства направление развития науки и техники, разработки и производства

продукции военного назначения определенного вида. Так, за ОАО «Концерн ПВО «Алмаз-Антей», созданным в 2002 г., в качестве приоритетных направлений деятельности закреплены разработка, производство, модернизация, реализация, сопровождение эксплуата-

ции, ремонт и утилизация для федеральных государственных нужд и иностранных заказчиков систем, комплексов и средств противовоздушной обороны (ПВО) и средств нестратегической противоракетной обороны (ПРО).

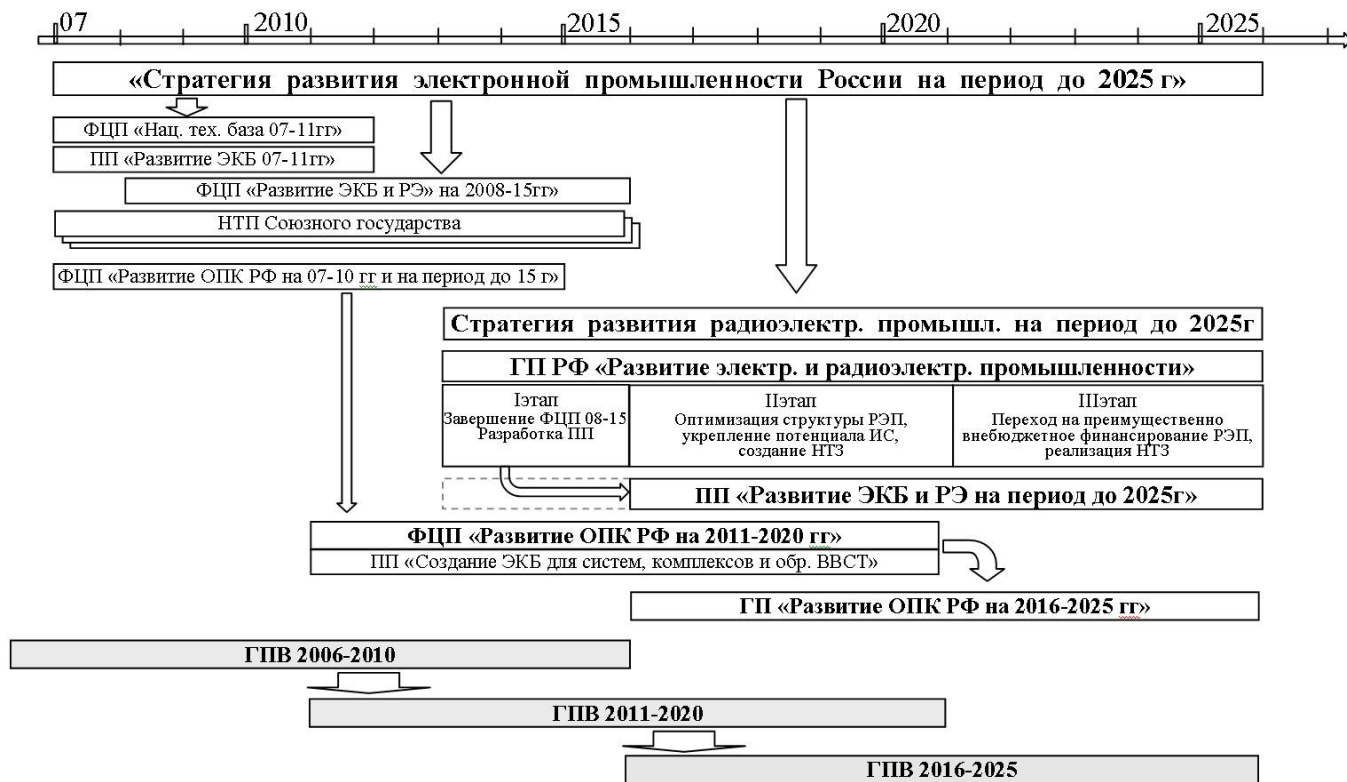


Рисунок 1 – Перечень и распределение стратегических инструментов развития радиоэлектронной отрасли

За государственным органом управления всей радиоэлектронной отраслью – департаментом радиоэлектронной промышленности – фактически остались функции выработки государственной научно-технической политики¹ в отрасли и ее реализации за счет госинвестиций. Основы такой политики определяются в Стратегии развития отрасли (в действующей Стратегии 2007-2015 гг., разра-

батываемой Стратегии на период до 2030 г. и принятой государственной программе «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности на 2013-2025 годы»), а инструментами ее реализации являются ряд федеральных целевых (ФЦП) и государственных программ (ГП), в рамках которых выделяются государственные инвестиции на технологическое перевооружение предприятий, создание новых производств, а также финансируются НИОКР по созданию передовых технологий разработки и производства радиоэлектронных изделий (рисунок 1). Федеральные целевые и государственные программы в своей значительной части ориентированы на обеспечение создания вооружения и военной техники (ВВТ) в рамках государственных про-

1 Государственная научно-техническая политика – это составная часть социально-экономической политики, которая выражает отношение государства к научной и научно-технической деятельности, определяет цели, направления, формы деятельности органов государственной власти Российской Федерации в области науки, техники и реализации достижений науки и техники (Федеральный закон «О науке и государственной научно-технической политике»).

грамм вооружения (ГПВ) и гособоронзаказа (ГОЗ) на продукцию военного назначения.

Соответственно закрепленным направлениям деятельности интегрированных структур решением Военно-промышленной комиссии назначаются генеральные (главные) конструктора по направлениям. Так, генеральный конструктор Концерна ПВО является одновременно Генеральным конструктором системы воздушно-космической обороны (ВКО) России.

Таким образом, научно-техническая деятельность интегрированных структур, как и другие виды деятельности, детерминирована реализуемой научно-технической политикой государства, используемыми государственными финансовыми инструментами поддержки и стимулирования развития, а также существующими в экономике правилами ценообразования и налогообложения. При этом интегрированные структуры имеют существенную свободу в определении путей, форм и способов своего научно-технического развития, наращивании и реализации научно-технического потенциала.

Научно-техническая деятельность (НТД) интегрированных структур является процессом, включающим ряд взаимоувязанных научно-технических и организационно-технических мероприятий, направленных на решение научных, инженерных и технологических проблем (задач), распределенных по направлениям деятельности и времени выполнения. Эти мероприятия включают проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в интересах разработки новых технологий, создания (модернизации) изделий, совершенствования системы их эксплуатации и ремонта, развитие экспериментально-испытательной базы предприятий, подготовку научных кадров, проведение научной работы в форме научно-технических конференций, семинаров, а также осуществление организационной работы в различных формах по планированию и реализации перечисленных мероприятий.

Сравнительно свободный выход интегрированных структур на внешние рынки с создаваемой ими продукцией, а также наличие жестких требований по минимизации затрат на создаваемые образцы ВВТ в рамках ГПВ и ГОЗ внутри государства определили единственно возможный путь развития научно-технической деятельности интегрированных структур – инновационный.

В данном случае под инновациями в науке и технике понимается исходный смысл этого термина – создание новых технологий и продуктов, доведенных до практического применения и востребованных широким кругом потребителей на открытом рынке (т.е. приносящих значимую прибыль). Для изделий, создаваемых в рамках ГПВ и ГОЗ, не имеющих конкурентной среды, востребованность продукции определяется удовлетворением требованиям Заказчика. Инновационный продукт обладает двумя существенными признаками – новизной и возможностью коммерциализации (конкурентной реализации на рынке). Классическими примерами инновационных научно-технических продуктов мирового уровня можно считать созданные на заре научно-технического прогресса электродвигатель Фарадея, лампы накаливания Эдисона и Лодыгина, технологию использования радиоволн для передачи-приема сигналов Попова-Маркони, полупроводниковый транзистор и т.д. В настоящее время к инновационным технологиям и продуктам в сфере радиоэлектронных технологий можно отнести различные технологии изготовления сверхбольших интегральных схем и аппаратуры на их основе, технологии создания высокопроизводительных вычислительных средств широкого применения, цифровые фазированные антенные решетки, спутниковые системы координатно-временного обеспечения и т.д., и, соответственно, создаваемые на их основе образцы вооружения.

В этом плане, применительно к Концерну ПВО, инновационными, широко востребованными и успешно конкурирующими на внешнем

рынке в своем сегменте вооружений, основанными на новых радиоэлектронных технологиях можно считать практически все образцы зенитного ракетного вооружения, и, прежде всего, его наиболее ярких представителей – системы зенитного ракетного оружия С-300 различных вариантов и модификаций, С-400Е, С-350Е, значительное количество радиолокационных станций (РЛС) и комплексов (РЛК), таких, как РЛС «Небо-МЕ», РЛК 91Н6, 9С18М1-3Е, мобильные РЛК разведки позиций артиллерии, а также большое количество других известных и разрабатываемых образцов ВВТ.

Названные образцы, созданные в Концерне ПВО, обеспечили ему мировой уровень известности. В настоящее время на международном рынке новейших технологий Концерн ПВО является одним из признанных лидеров в создании средств противовоздушной обороны, а внутри страны – организацией, отвечающей за решение масштабной задачи создания системы воздушно-космической обороны Российской Федерации [1].

Отличительная особенность создаваемых в Концерне изделий состоит в том, что их функционирование основано на использовании радиолокационных средств или радиолокационных технологий различного вида и назначения. Радиолокационные средства, являясь основой систем разведки и оценки обстановки, средств передачи команд управления и наведения зенитных управляемых ракет, фактически определяют облик и технические возможности создаваемой Концерном системы ВКО. Выступая в функциональном плане системообразующей основой ВКО, радиолокационные средства определяют также и ценовые параметры систем вооружения – доля затрат на радиолокационные средства в системе ВКО (куда входят также средства и системы управления, огневые и обеспечивающие средства) составляет бóльшую часть.

Перечень создаваемых в Концерне радиолокационных средств включает РЛС информационно-разведывательной подсистемы ВКО (от масштабных стационарных средств

контроля космического пространства до мобильных РЛС различных типов радиотехнических войск); специализированные многофункциональные радиолокаторы стрельбовых комплексов сухопутного и корабельного базирования, обеспечивающие выполнение одновременно функций обзора пространства, сопровождения целей, наведения на них ракет; бортовые специализированные радиолокаторы самолетов и пеленгаторы зенитных управляемых ракет; радиолокаторы системы организации воздушного движения, а также широкий перечень других средств (перечень их типов приведен в [1]).

Именно параметры радиолокационных средств, заложенные в них конструктивные решения и используемые при их производстве технологии, определяют инновационность создаваемой Концерном продукции, что должно составлять основной предмет научно-технической деятельности Концерна.

Необходимость создания инновационных технологий и инновационной финальной продукции определяет требования к организации научно-технической деятельности и построению системы управления ею.

Под системой управления научно-технической деятельностью будем понимать совокупность органов управления, реализующих процессы управления (выполняющих определенные функции и решающих задачи) и инструментов управления (организационных средств управляющего воздействия на объект управления).

Основным требованием к построению системы управления научно-технической деятельностью, прежде всего, является направленность ее на обеспечение создания интегрированной структуры инновационной продукции [2]. С этой целью основными функциями системы управления должны быть анализ мировых тенденций и выявление перспективных (прорывных) направлений развития науки и техники, организация на этой основе создания и развития научно-технического задела (НТЗ) перспективных технологий за счет

обеспечения постановки и выполнения НИОКР, обеспечения развития экспериментально-испытательной базы, подготовки научных кадров. Кроме того, как и всякая система управления, система управления научно-технической деятельностью интегрированной структуры должна обеспечивать оперативность реагирования на меняющуюся ситуацию в государственной и отраслевой структуре управления наукой и техникой.

Основными управляющими органами интегрированных структур (ИС), определяющими стратегические направления развития научно-технической деятельности и решающими наиболее важные ее задачи, являются ее совет директоров, правление, научно-технический совет (НТС), совет генеральных и главных конструкторов (СГГК). Кроме этого в каждой ИС имеются свои специальные органы управления (подразделения управляющей компании), определяющие формы и способы управления НТД и обеспечивающие оперативное выполнение мероприятий НТД. Состав таких органов определяется спецификой интегрированной структуры, масштабом решаемых ею задач, ее финансовыми возможностями, уровнем инновационности создаваемой продукции и др. Применительно к Концерну ПВО такими органами оперативного управления являются управление организационного развития (УОР), управление инновационного развития (УИР) и управление научно-технического развития (УНТР). Органом, решающим среди прочих задачи обеспечения функционирования СГГК ВКО и специализированной секции НТС Военно-промышленной комиссии по вопросам ВКО, является научно-технический центр (НТЦ) ВКО.

Основы организации научно-технической деятельности интегрированной структуры закреплены в Стратегии развития интегрированной структуры и детализированы в Программе инновационного развития интегрированной структуры. С этих позиций данные документы являются документами стратегического уровня управления научно-технической

деятельностью интегрированной структуры. Для оперативного управления научно-технической деятельностью в соответствии с направлениями и принципами, выработанными в документах стратегического уровня, в каждой интегрированной структуре создается своя специальная система инструментов. Данная система инструментов оперативного управления научно-технической деятельностью направлена на решение задач информационного обеспечения управления, принятия решений по различным направлениям научно-технической деятельности, организацию выполнения перечисленных выше мероприятий научно-технической деятельности, в том числе на их планирование и контроль выполнения. Применительно к Концерну ПВО система управления научно-технической деятельностью приведена на рисунке 2.

Система управления научно-технической деятельностью не может быть неизменной. Как и всякая система управления, она должна соответствовать содержанию и динамике управляемого процесса, т.е. должна изменять структуру, формы и способы функционирования в соответствии с изменением содержания научно-технической деятельности и условий ее осуществления. Для определения направлений развития системы управления научно-технической деятельностью оценим общие тенденции в радиоэлектронной отрасли, наиболее существенно способствующие созданию инновационной продукции.

Обобщенный прогноз развития радиоэлектроники и создаваемых технологий, изложенный, в частности, в государственной программе «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности на 2013-2025 годы» показывает, что в основе технологического развития радиоэлектронных систем вообще, и радиолокационных средств вооружения в частности, лежит дальнейшее развитие электронной компонентной базы (ЭКБ), которое будет состоять в ее миниатюризации, изменении принципов построения и переходе на новые типы полупроводниковых материалов.

Система управления научно-технической деятельностью интегрированной структуры (применительно к Концерну ПВО)

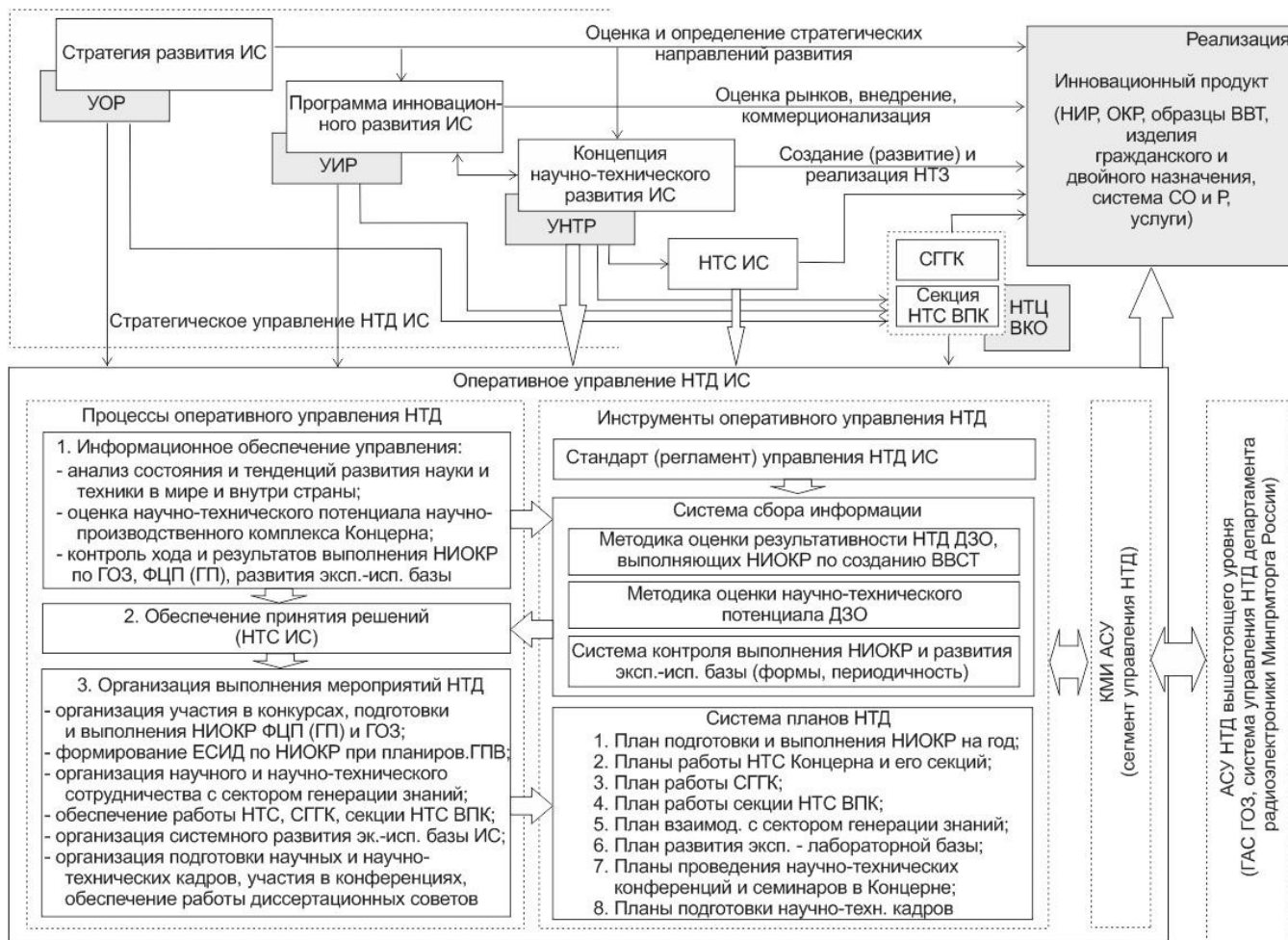


Рисунок 2 – Система управления научно-технической деятельностью ГАС ГОЗ – государственная автоматизированная система гособоронзаказа ДЗО – дочернее зависимое общество

Мировой тенденцией развития передовых технологий создания полупроводниковых структур является снижение их типовых размеров на порядок каждые 10 – 15 лет. Отечественная электронная промышленность, хотя и с некоторым отставанием, также следует этой тенденции (рисунок 3). Принятые меры государственной поддержки радиоэлектронной отрасли, в частности, в рамках ФЦП (подпрограммы) «Развитие электронной компонентной базы ...» направлены на достижение к 2020 году технологического уровня производства ЭКБ порядка 32-22 нм.

Не менее значимым является дальнейшее совершенствование основы электроники – переход от традиционной кремниевой и гер-

маниевой элементной базы радиоэлектроники прошлого поколения к новым типам полупроводниковых материалов (сейчас – это GaN, GaAs, SiC и др.), обеспечивающих продвижение в область более высоких рабочих температур и расширение диапазона рабочих частот аппаратуры, позволяющих повысить ее надежность, что особенно значимо, например, для создания приемо-передающих модулей радиолокационных средств.

Существенные изменения происходят в конструкции полупроводниковых элементов и радиоэлектронных модулей – это создание объемных структур различного вида, изготовление бескорпусных микросхем, изготовление модулей на гибкой (пластичной) основе.

Эти и другие тенденции в развитии ЭКБ ведут к существенному изменению конструктивной основы радиоэлектронных изделий, позволят создавать аппаратуру, конструктив-

но недостижимую в настоящее время и реализовать научно-технические идеи и разработки, которые недостижимы на современной конструктивной основе.

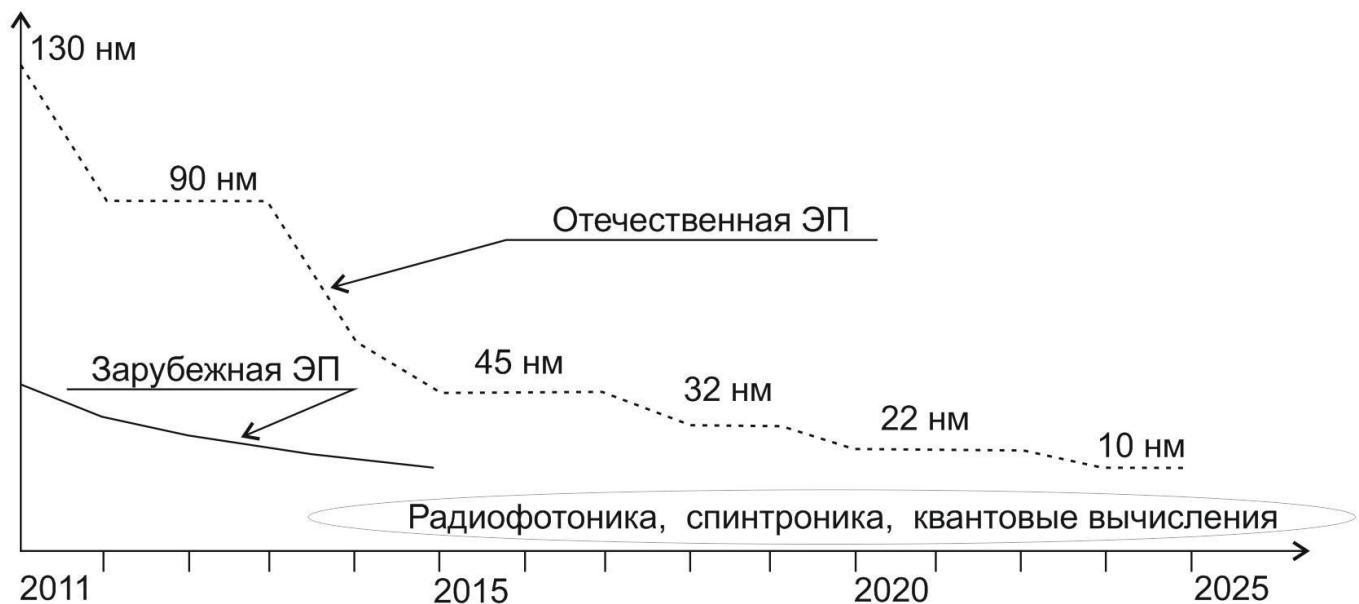


Рисунок 3 – Тенденции развития технологического уровня электронной промышленности

Кроме изменений в ЭКБ, продолжается развитие принципов построения радиоэлектронных систем, в том числе средств радиолокации. Перспективным направлением в данной области является создание систем, основанных на принципах сетецентричности, многопозиционности, в различных вариантах ее функционального исполнения. Для радиолокационных систем, например, значимым является дальнейшее развитие технологий построения средств локации «на просвет» с применением нетрадиционных технических платформ, размещаемых на спутниках в космосе, на беспилотных летательных аппаратах и на аэростатных комплексах.

Изменения в радиоэлектронной отрасли касаются не только технических основ конструирования, но и условий ее функционирования [3]. Стратегическими документами развития радиоэлектронной отрасли определено постепенное изменение взаимоотношений государства и интегрированных структур, суть которых сводится к постепенному переходу от преимущественно государственного инвестирования отрасли к государственно-

частному партнерству, позволяющему в полной мере раскрыть инициативность интегрированных структур и реализовать созданный ими научно-технический задел в инновационных проектах (рисунок 1). Уже в настоящее время существенно меняются условия финансирования конкурсных НИОКР, выполняемых в рамках федеральных целевых (государственных) программ – от соотношения бюджетные/собственные затраты (%) в размере 60/40 в предыдущие годы к 50/50 в текущем году и далее 32/68 в 2016 году. К концу текущего десятилетия предполагается преимущественно внебюджетное финансирование НИОКР, выполняемых интегрированными структурами, с возмещением их затрат на конкурсной основе.

Изменения в ЭКБ и технологиях создания финальных образцов радиоэлектроники, а также условий функционирования интегрированных структур ведут в конечном итоге к необходимости изменений в организации их производственной деятельности и их внутриструктурных преобразованиях. Эти преобразования могут осуществляться только в

рамках общей концепции достижения баланса качества создаваемой продукции и потребных для этого экономических затрат. Естественным путем снижения издержек производства и освоения новых конструктивно-технологических принципов производства является специализация и концентрация производства. Одним из результатов движения по данному пути может быть создание территориальных научно-производственных кластеров, обеспечивающих специализацию и унификацию создаваемой радиоэлектронной аппаратуры. Применительно к Концерну ПВО такими кластерами могут быть ракетный, средств радиолокации, бортовой радиоэлектронной аппаратуры, унифицированных СВЧ модулей и микроэлектроники и др. Здесь могут быть в полной мере использованы преимущества кооперации производства в рамках Концерна как вертикально-интегрированной производственной структуры, обеспечивающие решение организационных вопросов реструктурирования производства.

Построение и функционирование системы управления научно-технической деятельностью интегрированной структуры определяется и ходом реализации текущей государственной программы вооружения. Основным требованием здесь остается безусловное вы-

полнение гособоронзаказа при минимизации издержек на создаваемую продукцию.

Развитие системы управления научно-технической деятельностью должно соответствовать динамике процессов реформирования интегрированной структуры. Повышение адекватности и оперативности управления, рост объема решаемых задач ведут к необходимости углубления автоматизации управления научно-технической деятельностью. Развиваемая в Концерне ПВО комплексная многоуровневая интегрированная автоматизированная система управления (КМИ АСУ) требует дальнейшего совершенствования в части сегмента управления научно-технической деятельностью. Кроме того должно быть обеспечено оперативное взаимодействие КМИ АСУ с системами автоматизации государственных органов – такими, как создаваемые системы ГАС ГОЗ Военно-промышленной комиссии и отраслевой АСУ Минпромторга России.

Своевременное реформирование структуры и функций системы управления научно-технической деятельностью интегрированной структуры, адаптация ее инструментов оперативного управления с учетом тенденций развития радиоэлектронной отрасли и современных требований по созданию перспективной военно-технической продукции позволят обеспечить выполнение задачи по созданию инновационного продукта.

Список использованных источников

1. Друзин С.В. Основные направления развития радиолокационных систем // Вестник Концерна ПВО «Алмаз-Антей». – 2014. – № 2.
2. Горевич Б.Н. Роль корпоративного управления в повышении эффективности функционирования интегрированной структуры за счет диверсификации производства // Материалы военно-промышленной конференции 20.03.2013 г. под эгидой Военно-промышленной комиссии при Правительстве РФ «Актуальные вопросы развития оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации». – М.: Минпромторг России, 2013.
3. Силкин А.Т., Горевич Б.Н., Добридень В.И. Обобщенная модель экономики предприятия оборонно-промышленного комплекса радиоэлектронной отрасли // Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России. – 2013. – № 4.

В.Л.Лясковский, доктор технических наук, профессор
С.С.Смирнов, кандидат технических наук, доцент
А.Ю.Пронин, кандидат технических наук

Методика формирования портфеля фундаментальных и поисковых исследований с учетом прогнозируемых угроз безопасности Российской Федерации в военно-технической сфере

Предложена методика, позволяющая оценить потенциал отечественной науки по возможности парирования возникающих угроз безопасности Российской Федерации в научно-технической сфере, а также сформировать портфель фундаментальных и поисковых исследований в интересах обороны и безопасности государства на долгосрочную перспективу.

Введение

В соответствии с Указом Президента РФ от 7 мая 2012 г. № 603 «О реализации планов (программ) строительства и развития Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск, воинских формирований и органов и модернизации оборонно-промышленного комплекса» Правительству России поручено обеспечить создание качественно новой системы стратегического планирования в области противодействия угрозам национальной безопасности на период от 30 до 50 лет в интересах формирования государственных программ вооружения (ГПВ), условий для динамичного развития прорывных высокорискованных исследований и разработок фундаментальной науки и реализацию прикладных исследовательских программ в интересах обеспечения обороны страны и безопасности государства. Следует подчеркнуть, что достижения фундаментальной науки являются основой создания научного задела для разработки перспективного, в том числе нетрадиционного, вооружения (рисунок 1) и позволяют не допустить критического отставания России в военно-технической сфере от ведущих зарубежных стран.

Прогнозные исследования в рамках фундаментальных и поисковых исследований

(ФПИ) являются одним из элементов стратегического планирования в интересах обеспечения противодействия угрозам национальной безопасности на долгосрочный период и должны проводиться по следующим основным направлениям [1]:

прогнозирование развития военно-политической обстановки в мире, выявление потенциальных угроз безопасности Российской Федерации в военно-технической сфере;

установление взаимосвязей и степени влияния прогнозных научных достижений на парирование потенциальных угроз безопасности Российской Федерации;

формирование портфеля ФПИ на долгосрочный период в интересах обеспечения обороны и безопасности государства, оказывающих наибольшее влияние на парирование потенциальных угроз безопасности Российской Федерации.

В этой связи в интересах стратегического планирования фундаментальной науки целесообразно разрабатывать и уточнять раз в 5 лет прогноз развития науки в интересах обеспечения обороны страны и безопасности государства.

При формировании портфеля ФПИ необходимо основываться на традиционных подходах и использовать хорошо зарекомендо-

вавшие себя методы прогнозирования (методы Форсайт-исследований, Дельфи и др.) [2, 3]. Однако нужно учитывать и ряд специфических особенностей научно-технического прогнозирования в военной и военно-технической области, включая проведение прогнозных оценок по возможности парирования потенциальных угроз безопасности

Российской Федерации в военно-технической сфере, которая может быть обеспечена принятием на вооружение некоторой совокупности существующих, разрабатываемых и перспективных образцов вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ), основанных на новейших достижениях науки и техники.



Рисунок 1 – Схема создания научно-технического задела для разработки перспективного вооружения

Таким образом, формирование портфеля ФПИ, с учетом указанных особенностей, предполагает реализацию следующих мероприятий [2-5]:

- определение перечня угроз безопасности Российской Федерации в военно-технической сфере и их параметров;

- выявление прорывных научных направлений, оказывающих наибольшее влияние на создание образцов (подсистем, элементов) ВВСТ (выявление «окон возможностей»);

- формирование множества мер противодействия и перечня их параметров;

- оценка степени парирования угроз безопасности Российской Федерации в военно-технической сфере;

- использование сценарных подходов научного прогнозирования, позволяющих оценить возможность получения конкретных результатов по определенным научным направлениям при различных вариантах финансирования;

- совмещение количественных и качественных подходов к выявлению тенденций развития научных направлений, технологий и техники;

- применение современных методов Форсайт-исследований, широко используемых как в нашей стране, так и за рубежом;

- привлечение широко круга специалистов и высококвалифицированных экспертов к разработке долгосрочных прогнозов развития отечественной науки.

1. Постановка задачи формирования портфеля ФПИ с учетом прогнозируемых угроз безопасности Российской Федерации в научно-технической сфере

В качестве исходных данных для формирования портфеля ФПИ с учетом прогнозируемых угроз безопасности Российской Федерации в научно-технической сфере необходимо использовать:

классификатор образцов ВВСТ с набором типовых характеристик;

перечень угроз безопасности РФ в военно-технической сфере;

возможные варианты финансирования ФПИ в области обеспечения обороны страны и безопасности государства;

перечень приоритетных направлений ФПИ в интересах обеспечения обороны страны и безопасности государства;

перечень базовых и критических военных технологий;

прогноз развития науки и техники в интересах обеспечения обороны страны и безопасности государства.

Требуется найти портфель ФПИ $X^*(t_k)$, для каждого рассматриваемого среза времени $t_k (k=1, 2, \dots, K)$, обеспечивающий максимальное противодействие угрозам безопасности в научно-технической сфере, при ограничении на стоимость выполнения ФПИ, стоимость их реализации в образцах ВВСТ и допустимые сроки выполнения и реализации ФПИ:

$$X^*(t_k) = \underset{X(t_k)}{\operatorname{argmax}} \sum_{i=1}^{n(t_k)} p_i(t_k) \cdot \eta_i(t_k) \cdot A_i(X(t_k))$$

$$\forall t_k: C_{\text{вып}}(X(t_k)) < C_{\text{вып}}^{\text{дон}}(t_k),$$

$$C_{\text{реал}}(X(t_k)) < C_{\text{реал}}^{\text{дон}}(t_k),$$

$$t_{\text{вып}}(X(t_k)) < t_{\text{вып}}^{\text{дон}}(t_k),$$

$$t_{\text{реал}}(X(t_k)) < t_{\text{реал}}^{\text{дон}}(t_k),$$

где $n(t_k)$ – перечень возможных угроз на момент времени t_k ;

$p_i(t_k)$ – вероятность возникновения i -й угрозы на момент времени t_k ;

$\eta_i(t_k)$ – степень опасности i -й угрозы на момент времени t_k ;

$A_i(X(t_k))$ – показатель степени парирования i -й угрозы на момент времени t_k при варианте $X(t_k)$;

$C_{\text{вып}}(X(t_k))$ – стоимость выполнения ФПИ для портфеля $X(t_k)$;

$C_{\text{вып}}^{\text{дон}}(t_k)$ – допустимая стоимость выполнения ФПИ;

$C_{\text{реал}}(X(t_k))$ – стоимость реализации результатов ФПИ в образцах ВВСТ для портфеля $X(t_k)$;

$C_{\text{реал}}^{\text{дон}}(t_k)$ – допустимая стоимость реализации результатов ФПИ в образцах ВВСТ;

$t_{\text{вып}}(X(t_k))$ – сроки выполнения ФПИ для портфеля $X(t_k)$;

$t_{\text{вып}}^{\text{дон}}(X(t_k))$ – допустимые сроки выполнения ФПИ для портфеля $X(t_k)$,

$t_{\text{вып}}^{\text{дон}}(X(t_k)) \approx 3$ года;

$t_{\text{реал}}(X(t_k))$ – сроки реализации результатов ФПИ в образцах ВВСТ для портфеля $X(t_k)$;

$t_{\text{реал}}^{\text{дон}}(X(t_k))$ – допустимые сроки реализации результатов ФПИ в образцах ВВСТ для портфеля $X(t_k)$, $t_{\text{реал}}^{\text{дон}}(X(t_k)) \approx 7$ лет.

2. Методический подход к оценке взаимосвязи результатов ФПИ с параметрами мер противодействия угрозам безопасности в научно-технической сфере

В обобщенном виде формирование портфеля ФПИ в интересах обороны и безопасности государства на первоначальном этапе предполагает выявление и оценку возможных угроз безопасности РФ в военно-технической сфере (в том числе существующих в настоящее время и прогнозируемых перспективных угроз). При этом угрозы безопасности РФ в военной (военно-технической) сфере должны быть сформулированы конкретно, отражать вероятность и

специфику их возникновения и развития в различные периоды оцениваемых временных срезов долгосрочного прогнозирования.

Здесь следует отметить, что первоначально сформированный перечень угроз безопасности РФ, а также характеризующие их параметры могут дополняться и видоизменяться с течением времени (как правило, на основе оценки знаний, опыта и интуиции высококвалифицированных экспертов) [6].

В то же время возможные угрозы безопасности РФ в военной (военно-технической) сфере должны парироваться рядом существующих и перспективных мер противодействия. При этом перспективные меры должны выбираться и оцениваться на основе долгосрочного прогноза направлений развития науки в интересах обороны и безопасности.

В общем виде меры противодействия угрозам безопасности РФ в военной (военно-технической) сфере должны включать некоторую совокупность образцов ВВСТ, находящихся на различных этапах их жизненного цикла и предназначенных для решения насущных (перспективных) военно-технических задач в сфере обеспечения безопасности государства. Представляется целесообразным классифицировать образцы ВВСТ, входящие в меры противодействия угрозам безопасности, на:

существующие образцы ВВСТ – образцы ВВСТ, находящиеся на эксплуатации в войсках, а также на этапе серийных поставок;

образцы ВВСТ ближайшей перспективы (новые и модернизируемые образцы ВВСТ) – образцы ВВСТ, находящиеся на этапе проектирования (образцы ВВСТ, по которым в настоящий момент времени выполняется аванпроект или опытно-конструкторская работа);

перспективные образцы ВВСТ – образцы (комплексы, системы) ВВСТ, планируемые к разработке.

Предложенная классификация образцов ВВСТ привязана к этапам жизненного цикла образцов и позволяет провести оценку возможности их применения в различных мерах противодействия на различных временных

интервалах прогноза. При этом представляется очевидным, что существующие угрозы безопасности могут быть парированы только теми мерами противодействия, которые включают в свой состав существующие образцы ВВСТ.

Исходя из предложенных классов ВВСТ, можно оценить возможность реализации мер противодействия угрозам безопасности во времени (в соответствии с принятием образца ВВСТ на вооружение (снабжение)). Как правило, чем более совершенная мера противодействия может быть получена в будущем, тем больше времени требуется на ее реализацию (создание образцов ближайшей перспективы и перспективных образцов ВВСТ) и, соответственно, выше научно-технологические и производственные риски реализации меры.

Таким образом, меру противодействия угрозам безопасности в военной (военно-технической) сфере целесообразно представлять некоторой совокупностью образцов ВВСТ, включающей, в общем случае, существующие образцы ВВСТ, образцы ВВСТ ближайшей перспективы, а также перспективные образцы ВВСТ – образцы ВВСТ, обладающие принципиально новыми или существенно улучшенными свойствами (тактико-техническими характеристиками (ТТХ)) за счет реализации результатов выполнения ФПИ.

Исходя из изложенного, для формирования портфеля ФПИ представляется целесообразным оценить эффективность противодействия угрозам безопасности за счет выбора и применения различных мер противодействия. Для решения этой задачи необходимо сформировать следующую матрицу:

$$\begin{matrix}
 \text{Угроза безопасности 1} \\
 \text{Угроза безопасности 2} \\
 \dots \\
 \text{Угроза безопасности n}
 \end{matrix}
 \begin{matrix}
 a_{11}(t_k) & a_{12}(t_k) & \dots & a_{1m}(t_k) \\
 a_{21}(t_k) & a_{22}(t_k) & \dots & a_{2m}(t_k) \\
 \dots & \dots & \ddots & \dots \\
 a_{n1}(t_k) & a_{n1}(t_k) & \dots & a_{nm}(t_k)
 \end{matrix}
 \begin{matrix}
 \text{Мера противодействия 1} \\
 \text{Мера противодействия 2} \\
 \dots \\
 \text{Мера противодействия m}
 \end{matrix}
 \quad (2)$$

Угрозы безопасности и меры противодействия целесообразно сформировать с привязкой к временной оси их возможного существования (рисунок 2). Изображенные на рисунке степени противодействия угрозам безопасности, полученные за счет использования существующих, разрабатываемых и перспективных

образцов ВВСТ, носят иллюстрационный характер и должны рассчитываться с использованием соответствующих методов математического и ситуационного моделирования [3, 7]. Рассмотрение данных методов выходит за рамки настоящей статьи.

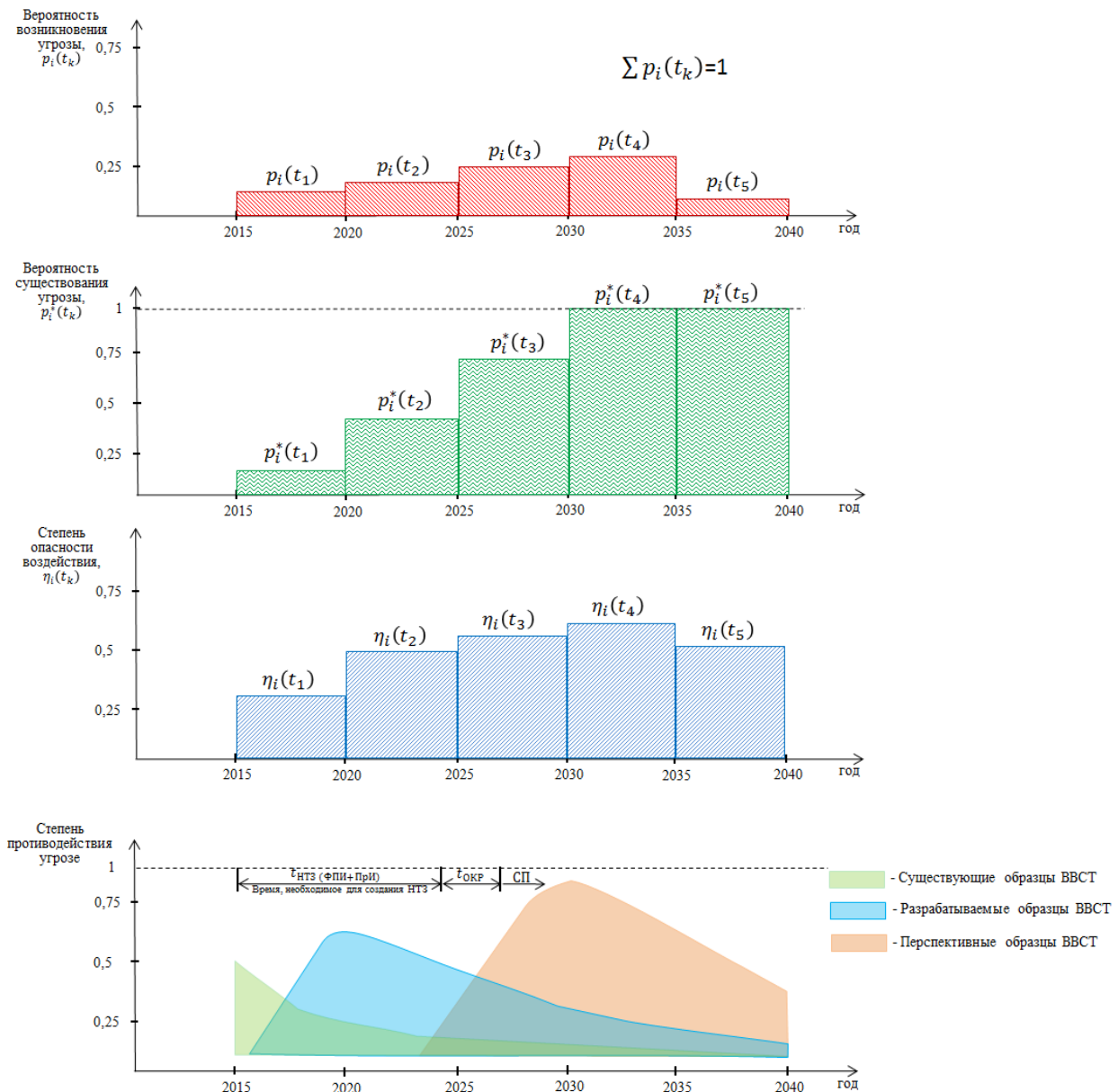


Рисунок 2 – Схематичное представление оценки возможности реализации мер противодействия угрозам безопасности во времени

Элемент матрицы $a_{ij}(t_k)$ – показатель, характеризующий степень противодействия i -й угрозе за счет применения j -й меры противодействия на момент времени t_k $a_{ij}(t_k) \in [0,1]$ (в общем виде $a_{ij}(t_k)$ могут быть получены на

основе экспертного опроса. При этом целесообразно предусмотреть возможность задания элементов матрицы как в виде числа, так и на основе вербально-числовой шкалы – таблица 1).

Таблица 1 – Вербально-числовая шкала градаций возможных мер противодействия угрозам безопасности военно-технической сфере

№ п/п	Вербальное описание показателя a_{ij} для мер противодействия, основанных на использовании в ВВСТ разработок на основе результатов ФПИ	Числовое значение
1.	Угроза не парируется (полученные результаты ФПИ, которые предполагается реализовать в j -й мере противодействия, не позволят парировать i -ю угрозу национальной безопасности страны)	0
2.	Низкая степень парирования угрозы (полученные результаты ФПИ, которые предполагается реализовать в j -й мере противодействия, позволят частично парировать i -ю угрозу национальной безопасности страны)	0,25
3.	Средняя степень парирования угрозы (полученные результаты ФПИ, которые предполагается реализовать в j -й мере противодействия, в основном позволят парировать i -ю угрозу национальной безопасности страны)	0,5
4.	Высокая степень парирования угрозы (полученные результаты ФПИ, которые предполагается реализовать в j -й мере противодействия, позволят парировать i -ю угрозу национальной с высокой долей вероятности)	0,75
5.	Полное парирование угрозы (полученные результаты ФПИ, которые предполагается реализовать в j -й мере противодействия, позволят полностью парировать i -ю угрозу национальной безопасности)	1

Таблица 2 – Вербально-числовая шкала градаций степени опасности угрозы

№ п/п	Вербальное описание степени опасности угрозы	Числовое значение
1.	Угроза не представляет опасности	0
2.	Угроза имеет низкую степень опасности	0,25
3.	Угроза имеет среднюю степень опасности	0,5
4.	Угроза имеет высокую степень опасности	0,75
5.	Угроза представляет чрезвычайную опасность	1

Если на основе обобщения экспертных оценок $a_{ij}(t_k)=0$, то j -я мера не влияет на i -ю угрозу на момент времени t_k (не обеспечивает никакого противодействия). Если $a_{ij}(t_k)=1$, то j -я мера полностью парирует i -ю угрозу в момент времени t_k .

С учетом принятых пределов изменения элементов матрицы, в предположении возможности одновременного применения всех рассматриваемых мер противодействия для рассматриваемого момента времени t_k , показатель степени парирования i -й угрозы может быть записан как:

$$A_i(t_k) = 1 - \prod_{j=1}^m (1 - a_{ij}(t_k)).$$

На каждый временной срез оценки и выбора угрозы безопасности целесообразно ранжировать по вероятности возникновения $p_i(t_k)$ и степени опасности $\eta_i(t_k)$ (может быть задана на основе экспертного опроса, с

использованием вербально-числовой шкалы, приведенной в таблице 2).

Мера противодействия l характеризуется столбцом матрицы:

$$\begin{pmatrix} a_{1l}(t_k) \\ a_{2l}(t_k) \\ \dots \\ a_{nl}(t_k) \end{pmatrix}$$

и зависит от ТТХ существующего, модернизируемого и перспективного ВВСТ. Если для l -й

меры $\sum_{i=1}^n a_{il}(t_k) = 0$ (все $a_{il}(t_k) = 0$), то такая

мера нецелесообразна и ее из исходной матрицы следует исключить. Достижимые ТТХ модернизируемых и перспективных образцов зависят, в том числе от результатов выполнения ФПИ, прикладных исследований, разработки новых технических решений, а также научно-технологических и производственных возможностей их реализации в образцах

ВВСТ к моменту возможного появления соответствующей угрозы безопасности.

Таким образом, меру противодействия угрозам безопасности целесообразно связать с результатами выполнения ФПИ следующим образом:

1) В меру противодействия включаются существующие образцы ВВСТ, образцы ВВСТ ближайшей перспективы, а также перспективные образцы ВВСТ.

2) Для каждого типа образца ВВСТ (из выделенного в соответствующую меру) для типовых ТТХ данного класса выявляется параметр связи с потенциальными результатами ФПИ (задается вопрос экспертам: могут ли повлиять потенциальные результаты ФПИ на ТТХ рассматриваемого образца ВВСТ, если да – то на какие конкретно ТТХ?).

При этом увязка ТТХ образцов ВВСТ с результатами выполнения ФПИ осуществляется с использованием двух подходов:

2.1) Будут ли достигнуты требования к ТТХ образца ВВСТ к моменту возможного появления соответствующей угрозы за счет использования результатов ФПИ, т.е. результаты ФПИ будут успешно внедрены при модернизации (разработке перспективного) образца ВВСТ к моменту возможного появления угрозы.

2.2) Какие ТТХ образца ВВСТ будут достигнуты к моменту возможного появления угрозы с учетом успешного выполнения ФПИ, а также успешной реализации результатов ФПИ в образце ВВСТ к моменту времени возможного появления угрозы.

Следует отметить, что имея значения элементов матрицы А, можно оценить степень противодействия каждой угрозе при различных сценарных условиях (рассчитать $A_i(t_k)$), их проранжировать (для определения той угрозы, которая менее всего парируется предложенным набором мер противодействия).

3. Методический подход к решению задачи выбора приоритетных направлений ФПИ

Допустим, что на момент времени t_k могут быть поставлены и реализованы в образцах ВВСТ L_k ФПИ, для каждой l_k ($l_k=1, L_k$) ФПИ заданы временные параметры ее выполнения $(t_{вып}^{(l_k)})$ и реализации $(t_{реал}^{(l_k)})$. Тогда временной интервал до получения положительного эффекта от постановки ФПИ до реализации его в образцах ВВСТ, а соответственно и в мерах противодействия угрозам безопасности, составит:

$$t_{l_k} = t_{вып}^{(l_k)} + t_{реал}^{(l_k)}$$

Тогда в общем случае (при условии, что l_k ФПИ может быть реализована в образце ВВСТ, который может входить в несколько мер противодействия и парировать несколько угроз безопасности в военно-технической сфере) показатель значимости l_k ФПИ может быть записан как:

$$\beta_{l_k} = \sum_i \sum_j P_i(t_{l_k}) \cdot \eta_i(t_{l_k}) \cdot \left(\frac{a_{ij}^{(l_k)}(t_{l_k}) - a_{ij}(t_{l_k})}{a_{ij}^{(l_k)}(t_{l_k})} \right),$$

где: $a_{ij}^{(l_k)}(t_{l_k})$ – показатель парирования i -й угрозы безопасности в военно-технической сфере на основе применения j -й меры противодействия, в которой внедрены результаты l_k -й ФПИ на момент времени t_{l_k} .

При этом будем предполагать, что внедрение результатов l_k -й ФПИ в образцы ВВСТ не могут ухудшить показатели степени парирования угроз безопасности в военно-технической сфере (то есть $\forall i, j, l_k: a_{ij}^{(l_k)}(t_{l_k}) \geq a_{ij}(t_{l_k})$). Показатель $a_{ij}^{(l_k)}(t_{l_k})$ может быть оценен на основе вербально-числовой шкалы, приведенной в таблице 1.

Тогда с учетом введенного показателя значимости ФПИ задача оптимизации (1) может быть преобразована к следующему виду: для каждого рассматриваемого интервала времени t_k к постановке и реализации в образцах ВВСТ необходимо выбрать такой

перечень ФПИ из ранее не выбранных, для которых выполняются условия:

$$X^*(t_k) = \underset{X(t_k)}{\operatorname{argmax}} \sum_{l_k=1}^{L_k} \beta_{l_k} \cdot x_{l_k}$$

при ограничениях:

$$\sum_{l_k=1}^{L_k} c_{\text{вып}_{l_k}} \cdot x_{l_k} < C_{\text{вып}}^{\text{доп}}(t_k),$$

$$\sum_{l_k=1}^{L_k} c_{\text{реал}_{l_k}} \cdot x_{l_k} < C_{\text{реал}}^{\text{доп}}(t_k), \quad \forall l_k: t_{l_k} \cdot x_{l_k} \leq T_{\text{доп}}(t_k),$$

где x_{l_k} принимает значение 1, если l_k -я ФПИ на k -м этапе выбора принимается к постановке и реализации в образцах ВВСТ, и значение 0 – в противном случае;

$c_{\text{вып}_{l_k}}$ – стоимость выполнения l_k ФПИ;

$c_{\text{реал}_{l_k}}$ – стоимость реализации результатов l_k ФПИ в образцах ВВСТ.

Задача (6) сформулирована как задача дискретной булевой оптимизации и для ее решения могут быть применены как точные, так и приближенные методы решения, например, [8].

Заключение

Следует отметить, что в рассматриваемой методике меры противодействия принимаются несколько упрощенно (как совокупность существующих, новых (модернизируемых) и перспективных образцов ВВСТ), кроме того меры противодействия угрозам безопасности принимаются как исходные данные. Выбор перечня мер противодействия угрозам безопасности РФ, их компоновка в виде совокупности существующих, новых (модернизируемых) и перспективных образцов ВВСТ, увязки ТТХ перспективных образцов ВВСТ с результатами выполнения ФПИ представляет собой ряд отдельных и достаточно сложных научно-технических задач, которые выходят за рамки настоящей статьи.

Таким образом, предложенная методика позволяет оценить потенциал отечественной науки по возможности парирования возникающих угроз безопасности Российской Федерации в научно-технической сфере, а также сформировать портфель ФПИ в интересах обороны и безопасности государства на долгосрочную перспективу с использованием сценарного подхода.

Список использованных источников

1. Методические указания по формированию долгосрочного прогноза приоритетных направлений развития российской науки в интересах обеспечения обороны страны и безопасности государства – М.: 46 ЦНИИ МО РФ, 2014.
2. Никифоров А.Д. Теоретические основы прогнозирования в технике и технологии: Учебник / А.Д. Никифоров, А.Н. Ковшов, А.Г. Схиртладзе. – М.: Высшая школа, 2010. – 519 с.
3. Шурыгин А.М. Математические методы прогнозирования: Учебное пособие для ВУЗов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2009. – 180 с.
4. Соколов А.В., Чулок А.А. Долгосрочный прогноз научно-технологического развития России на период до 2030 года: ключевые особенности и первые результаты. – М.: Форсайт, 2010.
5. Тимофеева Н.М. Рекомендации по технологическому прогнозированию. – М.: Академия прогнозирования, 2003.
6. Лясковский В.Л., Смирнов С.С., Пронин А.Ю. Методика оценки компетентности экспертов в процессе формирования предложений в проекты программных документов // Вооружение и экономика. – 2013. – № 4.
7. Математические методы в теории систем / Под ред. Колмогорова А.Н. – М., 1979.
8. Борисенков И.Л., Смирнов С.С., Лясковский В.Л. Методика выбора состава исследований на основе унифицированных процедур // Компетентность. – 2013. – № 3, 4.

А.А. Лукьяница, кандидат физико-математических наук

Пространственная синхронизация изображений проекторов в электронных тренажерах военного назначения

Настоящая работа посвящена проблеме пространственной синхронизации изображений двух и более проекторов, которая возникает при создании проекционной стереосистемы. Для решения данной задачи предложен эффективный алгоритм, который может быть использован как в автостереоскопических проекционных системах, так и в стереосистемах с использованием стереочков.

Электронные тренажеры позволяют не только ускорить процесс обучения и повышения мастерства военных специалистов различного уровня, но также существенно сэкономить материальные ресурсы. Современный тренажер должен максимально реалистично отображать визуальную информацию, что достигается за счет использования технических средств для воспроизведения объемного изображения – стереодисплеев либо проекционных стереосистем. В предыдущей работе автора [1] были проанализированы автостереоскопические системы, не требующие наличия стереочков. Если в тренажере используется проекционная стереосистема, которая имеет в своем составе

более одного проектора, то независимо от типа этой системы (будет ли она автостереоскопической или использует стереочки) возникает проблема пространственной синхронизации выводимых на экран изображений. Поскольку проекторы расположены в различных точках пространства, то проецирование производится под разными углами относительно нормали к экрану, в результате чего изображения на экране получаются искаженными. Даже если бы оптические системы проекторов были идеальными, то прямоугольная граница изображения при проектировании преобразовывалась бы в трапецию, как это показано на рисунке 1 для системы из двух проекторов.

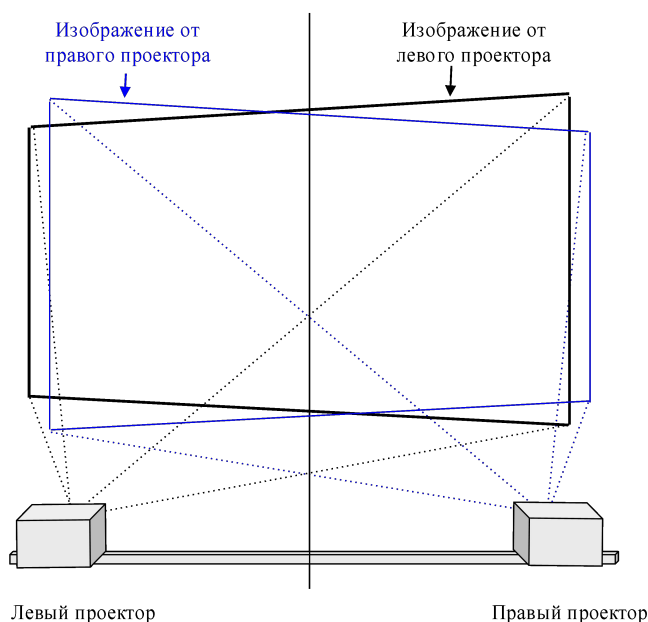


Рисунок 1. При проецировании идеальной оптической системой граница прямоугольного кадра превращается в трапецию

Конечно, у современных проекторов существует возможность немного подкорректировать этот дефект, чего вполне достаточно для визуального восприятия, когда на единственном проекторе демонстрируются слайды. Однако при этом вносятся нелинейные искажения, поэтому даже для системы из двух самых совершенных проекторов не удастся полностью совместить два изображения.



Рисунок 2 – Система из четырех проекторов и камеры, смонтированных на одном основании

На каждый проектор поочередно выводится тестовое изображение, например, прямоугольная сетка, которое фиксируется камерой. Специальная программа анализирует степень деформации сетки в различных областях экрана и вычисляет для каждого проектора обратное преобразование, которое переводит эту сетку в эталонную. Далее найденное преобразование используется для корректировки изображений при показе стереоизображения.

Предлагаемая процедура пространственной синхронизации изображений описывается следующим алгоритмом:

1. Для каждого проектора выполнить следующую последовательность:

1.1. Вывести с данного проектора на экран изображение калибровочной сетки.

В настоящей работе предлагается метод программной коррекции изображений, выводимых на каждый из проекторов, суть которого состоит в следующем. В центре оптической системы располагается камера (например, на том же основании, на котором крепятся проекторы, как это показано на рисунке 2).

1.2. Зафиксировать проекцию калибровочной сетки с помощью стационарной камеры.

1.3. Распознать на полученном изображении узлы сетки.

2. Найти прямоугольную область максимально возможного размера, которую покрывают изображения всех проекторов.

3. Построить в найденной области прямоугольную эталонную сетку.

4. Для каждого проектора вычислить преобразование, которое переводит узлы спроецированной сетки в узлы эталонной сетки.

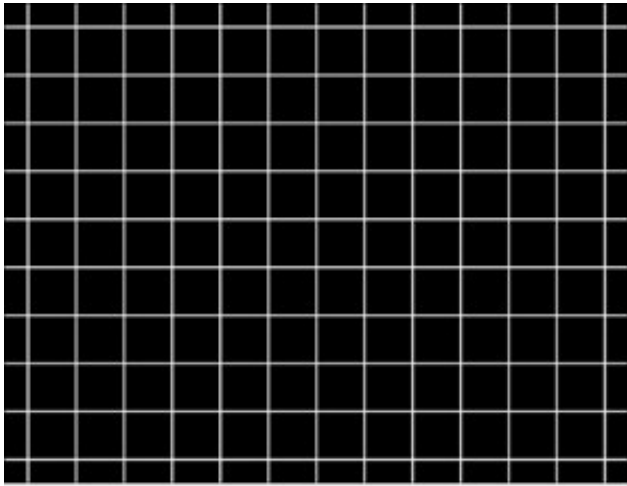
5. Использовать найденные преобразования для коррекции изображений, выводимых на экран.

Распознавание узлов эталонной сетки

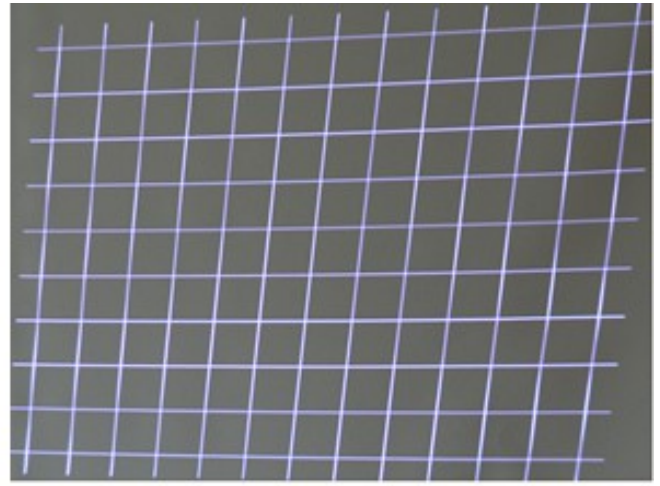
Для определения деформации проекционного изображения на каждый проектор

предлагается вывести равномерную калибровочную сетку, зафиксировать полученное изображение камерой, после чего программно распознать расположение узлов спроецированной сетки. На рисунке 3А приведен при-

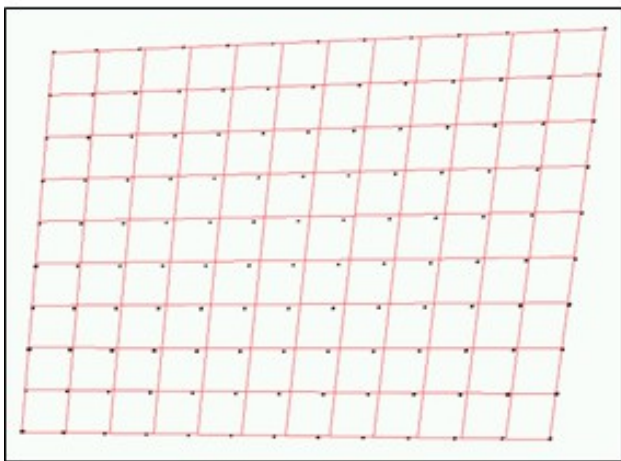
мер калибровочной сетки, содержащей 10x13 узлов, а на рисунке 3Б – изображение этой же сетки на проекционном экране, полученные с помощью камеры.



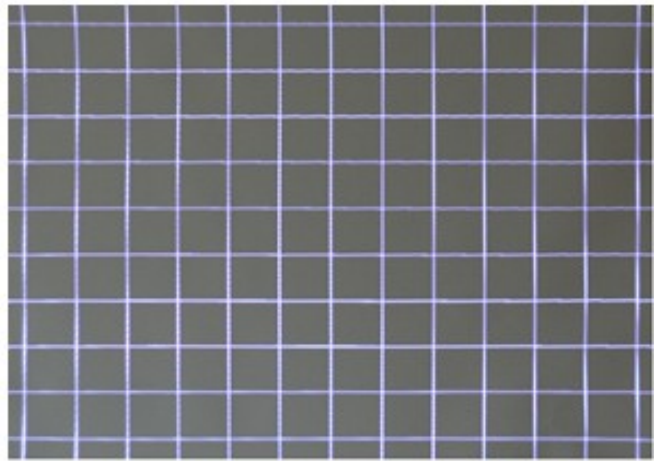
А



Б



В



Г

Рисунок 3. А – калибровочная сетка; Б – изображение калибровочной сетки на проекционном экране; В – грубая аппроксимация деформированной сетки (красные линии), точки – узлы деформированной сетки; Г – изображение, полученное на экране в результате выполнения построенного обратного преобразования

Сравнение рисунков 3А и 3Б позволяет заметить значительную деформацию сетки в результате проецирования. Для распознавания узлов сетки на искаженном изображении была разработана следующая процедура. Учитывая тот факт, что при проецировании снижается контрастность исходного изображения (что хорошо видно из сопоставления рисунков 3А и 3Б), и более того, она становит-

ся неравномерной по полю экрана, нужно провести предварительную обработку полученного изображения для повышения его контрастности. Обозначим зарегистрированное изображение как $I_0(x, y)$, где x и y обозначают соответственно горизонтальную и вертикальную координаты каждого пикселя. Для повышения контраста предлагается вы-

полнить следующее пороговое преобразование:

$$I(x, y) = \begin{cases} 255, & I_0(x, y) \geq \theta \\ 0, & I_0(x, y) < \theta \end{cases} \quad (1)$$

где θ – выбранное пороговое значение;
 $I(x, y)$ – полученное изображение с высоким контрастом.

Пороговое значение определяется по гистограмме интенсивностей пикселей изображения $H(i)$, $i = 0, \dots, 255$; каждый ее i -й элемент вычисляется как количество пикселей, имеющих интенсивность i . На основе этой гистограммы определяется частота p_i появления пикселя с интенсивностью i :

$$p_i = \frac{H(i)}{\sum_{i=0}^{255} H(i)}, \quad i = 0, \dots, 255. \quad (2)$$

Поскольку большую часть снимка занимает изображение фона, то максимальное значение p_i достигается при некоем индексе

$i = i_{max}$, соответствующем фону. Поэтому для отделения изображения сетки от фона пороговое значение θ должно быть больше, чем i_{max} . Проведенные эксперименты показали, что устойчивые результаты получаются при

$$\theta = i_{max} + \sigma, \quad (3)$$

где σ – среднеквадратичное отклонение, вычисляемое следующим образом [2]:

$$\sigma = \sqrt{D},$$

$$D = M((i - m)^2) = \sum_{i=0}^{255} (i - m)^2 p_i,$$

$$m = M(i) = \sum_{i=0}^{255} i \cdot p_i. \quad (4)$$

На рисунке 4 показано распределение p_i , вычисленное для изображения, приведенного на рисунке 3Б. Максимум достигается при значении $i_{max} = 104$, а стандартное отклонение $\sigma = 31$, поэтому в качестве порога θ выбрано значение $\theta = 135$.

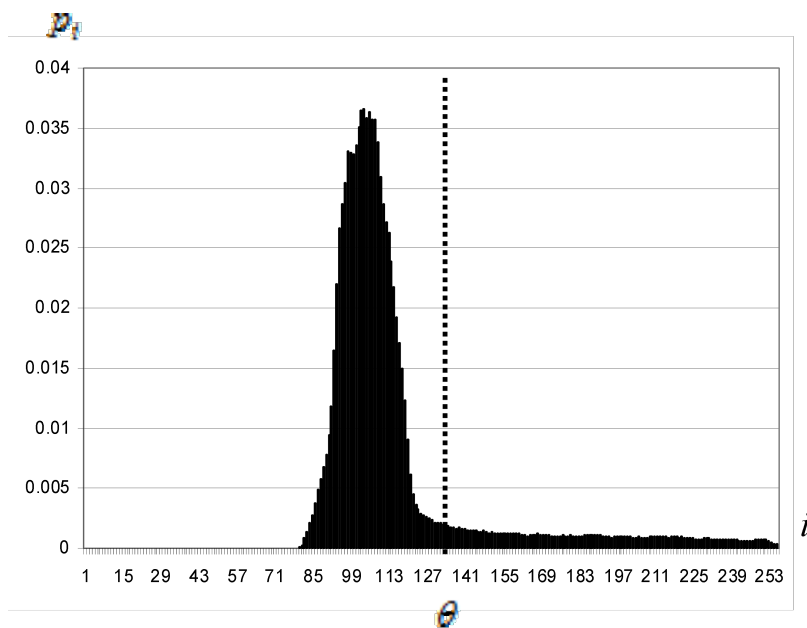


Рисунок 4 – Распределение интенсивностей пикселей p_i (пунктиром показано пороговое значение θ)

Влияние неравномерной освещенности экрана можно снизить следующим образом: разбить исходное изображение на блоки, после чего применять описанную операцию повышения контраста к каждому из блоков. Ми-

нимальный размер блока должен выбираться из тех соображений, чтобы в каждом из них присутствовал фрагмент сетки.

Для нахождения узлов сетки вычисляются корреляции блоков полученного изображе-

ния с тестовым изображением, являющимся «утолщенным» образом узла сетки. Пример тестового изображения приведен на рисунке 5.

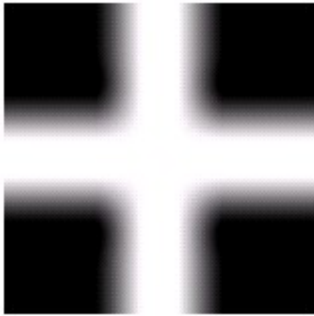


Рисунок 5 – Тестовое изображение, используемое для поиска узлов сетки

Утолщение линий сетки получено путем размытия узла эталонной сетки, показанной на рисунке 3, с гауссовым ядром

$$G(x, y, \sigma_0) = \frac{1}{2\pi\sigma_0^2} \exp\left(\frac{-x^2 + y^2}{2\sigma_0^2}\right), \quad (5)$$

где x и y – координаты пикселя;

σ_0 – параметр, для которого использовалось значение 2.

Это преобразование нужно для того, чтобы обеспечить инвариантность относительно деформаций, которые появляются в результате операции проецирования. Положения узлов соответствуют максимальным значениям корреляций с тестовым изображением.

На рисунке 3D точками показаны расположения максимумов корреляции для изображения, приведенного на рисунке 3Б.

Теперь нужно установить взаимно-однозначное соответствие между найденными положениями узлов и индексами сетки. Для этого предлагается следующая операция. В массивах координат полученных узлов сетки находятся левые верхняя и нижняя точки, а также правые верхняя и нижняя точки, которые соединяются прямыми линиями для образования четырехугольника. На каждой из сторон полученного четырехугольника строится равномерная сетка, содержащая столько же узлов, сколько и сетка тестового изображения.

Затем узлы полученной сетки соединяются прямыми линиями, в результате чего получается двумерная сетка, являющаяся грубой аппроксимацией деформированной сетки (рисунок 3В).

Однако, поскольку узлы этой сетки являются упорядоченными, это дает возможность найти взаимно-однозначное соответствие между найденными вершинами искаженной сетки и их прообразами на тестовой сетке. Для этого каждому узлу деформированной сетки приписывается номер узла аппроксимирующей сетки, являющегося ближайшим в смысле евклидова расстояния. В результате применения описанного алгоритма к изображениям, полученным от каждого проектора, на выходе имеем набор координат узлов деформированной сетки, соответствующих узлам калибровочной сетки.

Вычисление обратного преобразования

Чтобы пространственно синхронизировать изображения от всех проекторов, необходимо найти соответствующие преобразования исходных изображений. Для этого предлагается следующий алгоритм. Во-первых, нужно найти прямоугольную область максимального размера, которая лежит в пересечении зафиксированных изображений всех проекторов. Далее в этой области следует построить калибровочную сетку, соответствующую исходной калибровочной сетке. После этого для каждого j -го проектора нужно найти преобразование, которое переведет координаты узлов деформированной сетки $G_j(x, y)$ в координаты узлов построенной калибровочной сетки $G(x, y)$. Для этой цели были применены полиномиальные аппроксимирующие преобразования [3] и преобразования с использованием многочленов Чебышёва [4], нейронная сеть прямого распространения (персептрон) [5] и нейронная сеть радиального базиса [6]. Как показали проведенные эксперименты, наилучший результат позволяет получить нейронная сеть радиального базиса. Искомое преобразова-

ние формируется в процессе настройки нейросети, на вход которой подаются координаты узлов искаженной сетки $G_j(x, y)$, а на вы-

ходе добавляются появления координат их прообразов на прямоугольной сетке $G(x, y)$, как это показано на рисунке 6.

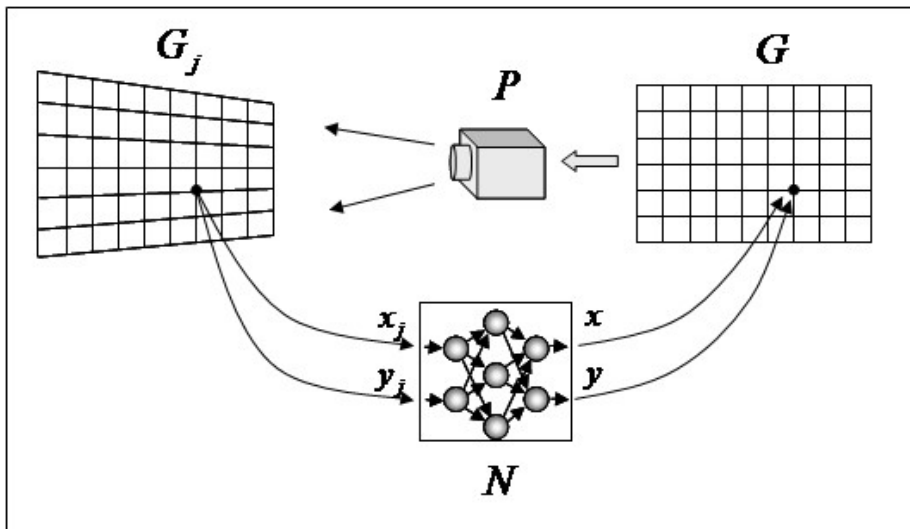


Рисунок 6. При настройке нейросети N на ее вход подаются координаты искаженной j -м проектором P сетки $G_j(x, y)$, а на выходе добавляются появления координат их прообразов на прямоугольной калибровочной сетке $G(x, y)$

После того, как нейросеть настроена, на ее вход подаются координаты пикселей изображения I_0 , которое должно быть видимо на экране, а с выхода снимают соответствующие им координаты пикселей, в которые нужно вывести это изображение на проектор. Таким образом нейросеть строит обратное преоб-

разование, трансформирующее исходное изображение I_0 в новое изображение I_T , которое подается на проектор. В результате изображения от всех проекторов на экране оказываются прямоугольными и попавшими в одну и ту же заданную область. Описанный процесс изображен на рисунке 7.

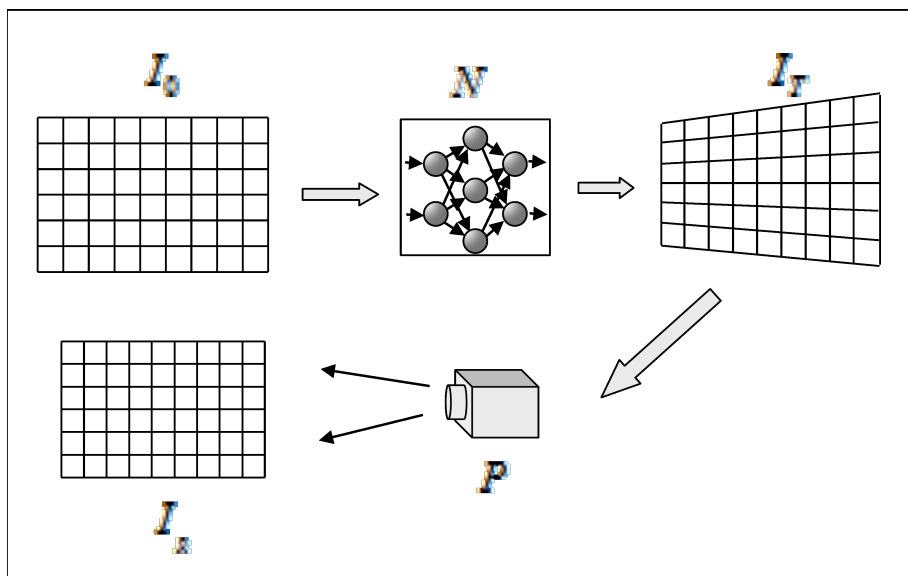


Рисунок 7. Исходное изображение I_0 преобразуется нейронной сетью N в I_T , которое подается на проектор P . В результате наблюдатель видит на экране неискаженное изображение I_R

Архитектура нейросети с радиальными базисными функциями приведена на рисунке 8. Она содержит два входных нейрона, на которые подается вектор координат пикселей $\vec{a} = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$, m скрытых нейронов $b_1 \div b_m$ и два

выходных нейрона, с которых снимается вектор координат преобразованных пикселей $\vec{c} = \begin{pmatrix} x_T \\ y_T \end{pmatrix}$.

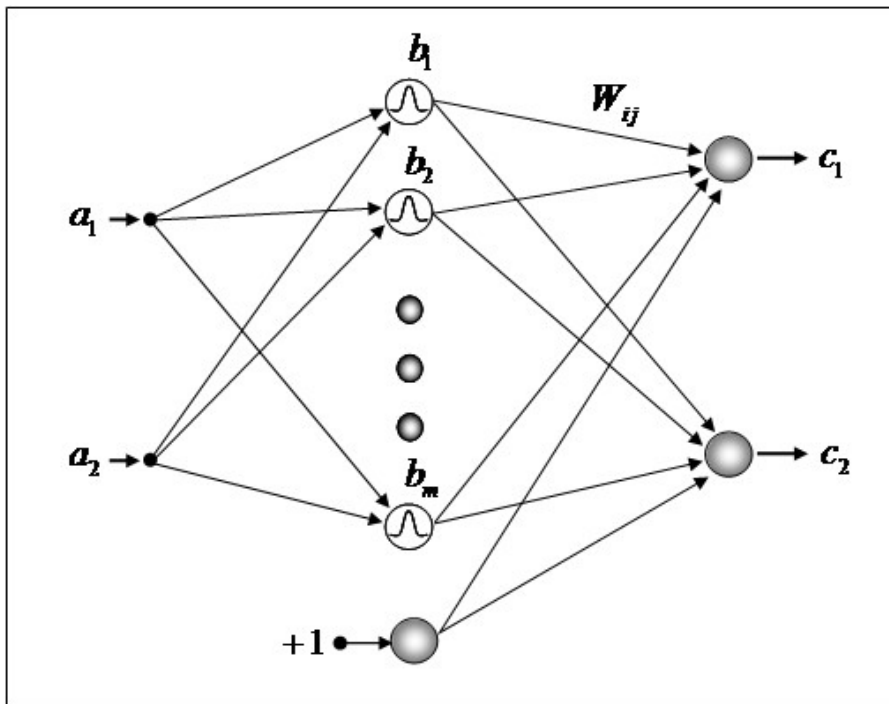


Рисунок 8 – Архитектура нейросети радиального базиса

Скрытый слой состоит из нейронов радиального базиса, а выходной слой – из стандартных нейронов с тождественной передаточной функцией. Нейроны радиального базиса расположены в узлах прямоугольной сетки $\vec{b}_i = \begin{pmatrix} x_i \\ y_i \end{pmatrix}$, покрывающей область изображения; эта сетка может иметь больший шаг, чем калибровочная сетка. Выходные сигналы этих нейронов формируются базисной передаточной функцией Φ , аргументом которой является расстояние от входного вектора до точки локализации нейрона:

$$u_i = \Phi_i \left(\left(\vec{a} - \vec{b}_i \right) \right). \quad (6)$$

В качестве базисных функций были выбраны функции Гаусса:

$$\Phi_i \left(\left(\vec{a} - \vec{b}_i \right) \right) = \exp \left(\frac{-\left(\vec{a} - \vec{b}_i \right)^2}{2 \sigma_i^2} \right), \quad (7)$$

у которых параметр σ_i выбирался в зависимости от расстояния между точками локализации функций таким образом, чтобы значение $\Phi_i \left(\left(\vec{b}_j - \vec{b}_i \right) \right)$ между любыми двумя несовпадающими функциями \vec{b}_i и \vec{b}_j было пренебрежимо мало.

Сигнал на j -м выходе нейросети определяется по следующей формуле:

$$c_j(\vec{a}) = \sum_{i=1}^m W_{ij} \Phi_i \left(\left(\vec{a} - \vec{b}_i \right) \right) + W_{0j}, \quad j=1,2, \quad (8)$$

где W_{ij} – настраиваемые веса сети между скрытым и выходным слоями. Веса между нейронами входного слоя и нейронами скрытого слоя служат лишь для тождественной передачи входного сигнала, поэтому все они имеют фиксированное значение, равное единице.

Настройка нейросети состоит в нахождении таких значений весовых множителей W ,

при которых ошибка нейросети на всей совокупности примеров достигнет минимального значения:

$$\min_W E = \sum_{p=1}^P E_p, \quad (9)$$

где $E_p = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^2 (\vec{d}_k - \vec{c}_k)^2$ – ошибка на примере номер p ;

$$\vec{d}_k = \begin{pmatrix} x_k \\ y_k \end{pmatrix} \text{ – вектор координат пикселей,}$$

который нужно получить на выходе нейросети.

Для настройки весов нейросети W_{ij} эффективной процедурой является метод градиентного спуска с инерционным членом [7]:

$$W_{ij}(t+1) = W_{ij}(t) - \alpha \frac{\partial E}{\partial W_{ij}}(t) - \beta \frac{\partial E}{\partial W_{ij}}(t-1), \quad (10)$$

где t – номер шага настройки,

α и β – параметры, характеризующие соответственно скорость обучения и степень влияния инерционного члена. Градиент вычисляется по следующей формуле:

$$\frac{\partial E_p}{\partial W_{ij}} = \begin{cases} d_j - c_j, & i=0 \\ (d_j - c_j)\Phi_i, & i=1, \dots, n \end{cases}. \quad (11)$$

Обычно до достижения минимума следует сделать несколько десятков итераций по формуле (10), так что процесс построения обратного преобразования проводится практически в реальном времени.

На рисунке 3Г приведена фотография изображения калибровочной сетки, которое было получено на экране в результате вывода на проектор изображения, рассчитанного путем выполнения обратного преобразования. В данном случае использовались 12 скрытых нейронов, расположенных в узлах прямоугольной сетки, которая содержала четыре точки по горизонтали и три точки по вертикали. Хотя на самой периферии наблюдаются некоторые искажения, в центральной области изображение является практически идеальным (сравните с изображением рисунка 3Б).

Таким образом, предложенный алгоритм позволяет эффективно осуществлять автоматическую пространственную синхронизацию изображений двух и более проекторов; он может использоваться при создании проекционных стереосистем различных типов.

Список использованных источников

1. Лукьяница А.А. Трехмерная виртуальная реальность в электронных тренажерах военного назначения // Вооружение и экономика. – 2014. – № 2 (27).
2. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Высшая школа, 1999. – 576 с.
3. Русинов М.М. Вычислительная оптика. Справочник. – Л.: Машиностроение, 1984. – 423 с.
4. Грузман И.С., Киричук В.С., Косых В.П., Перетягин Г.И., Спектор А.А. Цифровая обработка изображений в информационных системах. – Новосибирск: НГТУ, 2002. – 352 с.
5. Хайкин С. Нейронные сети : полный курс. – М.: Вильямс, 2006. – 1104 с.
6. Broomhead D.S., Lowe D. Multivariable functional interpolation and adaptive networks // Complex Systems. – 1988. – № 2.
7. Cichocki A., Unbehauen R. Neural Networks for Optimization and Signal Processing. – Wiley, 1993. – 548 p.

В.А.Ерохин, кандидат технических наук,
старший научный сотрудник

Методический подход к расчету показателей эффективности применения высокоточного оружия, основанный на экспертных оценках¹

В статье рассматривается унифицированный способ расчетов по оценке эффективности применения средств ВТО как боеприпасов ударного действия по различным элементарным одиночным объектам, которые могут входить в состав поражаемых комбинаций групповых объектов. Расчеты базируются на использовании понятия среднего необходимого числа попаданий применяемых боеприпасов, достаточного для поражения элементарной цели по заданному типу.

В ряде опубликованных ранее работ [1, 7, 9] уже рассматривались методические вопросы расчета вероятности поражения наземных объектов высокоточным оружием (ВТО). В настоящей статье излагается еще один способ вычисления вероятности поражения объектов средствами ВТО, базирующийся на рассмотрении их как боеприпасов ударного действия с комбинированной боевой частью.

Учитывая, что ключевыми признаками ВТО являются высокая вероятность прямого попадания в заданную цель или ее уязвимый элемент наряду с наличием факторов комбинированного действия боевой части (проникающего, фугасного, осколочного), допустимо рассматривать образцы ВТО в общем случае как средства поражения (СП) ударного действия. Так, например, современные отечественные крылатые ракеты (КР), оснащенные боевой частью комбинированного действия калибра 500 кг, обладают характеристикой кругового вероятного отклонения $KBO \leq 10 м$ и предназначены для применения по объектам инфраструктуры, промышленного потенциала, системы управления, энергетики и другим важным объектам. Поскольку указанные СП можно отнести к оружию точечного действия, для них могут быть определены экспериментально-расчетным способом или методом экспертных оценок значения средних необходи-

мых чисел попаданий ω (как для ударных боеприпасов), достаточных для поражения по определенному типу конкретных отдельных одиночных элементарных объектов, или элементарных объектов, входящих в состав поражаемых комбинаций сложных групповых объектов. Искомые значения ω могут быть получены путем вычисления оценок уязвимой площади поражения (разрушения) S_y элементарного объекта-цели относительно всей его площади – S_u аналогично как для СП ударного действия:

$$\omega = \frac{S_u}{S_y}.$$

В общем случае площадь цели можно определять как проекцию размерного объекта в плане на плоскость земной поверхности или на картинную плоскость стрельбы.

Уязвимая площадь объекта определяется при прямом попадании СП в цель с учетом совместного комбинированного действия поражающих факторов его боевой части на элементы конструкции, из которых состоит объект, технологические элементы и агрегаты, с учетом характеристик их уязвимости. Оценка уязвимой площади поражения при попадании СП в размерный физический объект может быть получена с использованием математических моделей, разработанных на основе имитационного моделирования процессов действия поражающих факторов боевой части СП на

1 Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 12-08-041а).

структурные элементы объекта. На практике не всегда бывают достоверно известны значения некоторых необходимых исходных данных, и в таких случаях вынужденным решением задачи может быть использование экспертных оценок. Для этого специалисты эксперты по боеприпасам на основе научных знаний и практического опыта могут оценивать с определенным уровнем достоверности искомые величины уязвимых площадей поражения для конкретных объектов и значения средних необходимых чисел попаданий боеприпасов, соответствующих действию поражающих факторов боевой части применяемых средств ВТО.

Расчеты эффективности применения ВТО в такой постановке могут быть упрощены по сравнению с расчетами, предложенными в методике А.И.Буравлева [1]. Предлагаемый здесь подход позволяет свести расчеты к единообразному алгоритму, основанному, в частности, на соотношениях оперативных методик, опубликованных в [2, 3] при использовании известной формы условного закона поражения.

Указанные методики позволяют определять вероятность поражения одиночных объектов, математическое ожидание доли пораженных элементов групповых объектов (или гарантированный ущерб с заданным уровнем вероятности) при действии заданного наряда средств ВТО, или их полигонные наряды, необходимые для достижения заданного ущерба на объекте. Для решения этих задач должны быть определены или известны характеристики точности применения средств ВТО в плоскости расположения цели (или в проекции на картинную плоскость) – вероятные отклонения нормального рассеивания (E_x, E_z) вдоль главных осей координат: X – по дальности полета ВТО, Z – в боковом направлении. Расчетные значения этих характеристик должны соответствовать конкретным условиям боевого применения ВТО в районе нахождения цели.

Для типовых легко уязвимых войсковых объектов поражения (например, РЛС) определяются интегральные характеристики поражающего действия боеприпасов с учетом поражающих факторов дистанционного действия боевой части (фугасного, осколочного, зажигательного) – площади приведенных зон поражения (ПЗП) по разным типам (А, В, С). Площади ПЗП (S_{Π}) вычисляются относительно центра цели путем осреднения координатного закона поражения (КЗП) цели в проекции на плоскость ее расположения. Для этих объектов размеры сторон ПЗП могут превышать физические размеры проекции цели, а условная вероятность поражения в пределах ПЗП принимается равной единице ($G_1=1$). Расчеты эффективности применения ВТО по таким объектам выполняются также в плоскости их расположения на земной поверхности. Вероятность поражения цели одним средством ВТО при применении по легко уязвимым объектам определяется вероятностью его попадания в площадь ПЗП, так как условная вероятность поражения цели в пределах площади ПЗП принимается равной единице.

Поскольку составляющими элементами объектов военно-экономического потенциала (ВЭП) и инфраструктуры являются в основном прочные трудно уязвимые размерные цели (железобетонные здания, сооружения, технологические конструкции и агрегаты, хранилища и пр.), для поражения которых необходимо прямое попадание СП, то методически более удобно проводить расчеты эффективности в проекции цели на картинную плоскость, перпендикулярную вектору скорости V средства ВТО при подлете его к цели. При этом для вычисления вероятности попадания СП в цель, необходимо спроектировать геометрические размеры цели, представленной в форме параллелепипеда, на картинную плоскость с учетом углов подлета к ней в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Вероятность попадания СП в проекцию цели вычисляется с учетом значений характеристик рассеивания, определенных в той же плоскости. Услов-

ная вероятность поражения цели G_1 при попадании одного СП вычисляется через определенное значение среднего необходимого числа попаданий – ω : $G_1 = \frac{1}{\omega}$.

В видовых методиках расчетов эффективности применения средств поражения, принятых в ВВС, Ракетных войсках и артиллерии (РВиА) традиционно используются в качестве характеристик нормального закона рассеивания СП их вероятные отклонения вдоль главных осей E_x , E_z при рассеивании на земной поверхности, или круговое вероятное отклонение $E_{кво}$ (КВО) при круговом рассеивании СП в картинной плоскости по закону Релея. Общеизвестно, что закон рассеивания при стрельбе является нормальным и величина вероятного отклонения рассеивания E используется только для нормального закона, в отличие от общеупотребительной характеристики среднеквадратического отклонения (с.к.о.) σ , которая применяется для любых законов распределения случайных величин. Удобство использования характеристик вероятных отклонений (в.о.) рассеивания СП вместо с.к.о., объясняется практической простотой вычисления оценок значений вероятного отклонения (или кругового вероятного отклонения) по сравнению с вычислением характеристики с.к.о. их рассеивания. Так, например, при проведении достаточного числа испытаний с применением реальных образцов боеприпасов и определении координат всех точек попаданий при их рассеивании на поверхности, можно легко вычислить значение кругового вероятного отклонения $E_{кво}$, как радиус круга, в пределах которого будет находиться половина точек попаданий СП. Между разными характеристиками рассеивания (E и σ) для нормального закона распределения существуют известные соотношения: $E = 0,57 \cdot E_{кво}$; $E = 0,674 \sigma$; $\sigma = 0,85 E_{кво}$.

Полученные значения характеристик рассеивания СП используются далее для вычисления вероятности попадания боеприпасов в

площадь ПЗП для легко уязвимых войсковых объектов или в проекцию цели в картинной плоскости для случаев применения средств ВТО по размерным элементарным объектам. Для этого размеры сторон проекции цели в прямоугольной системе координат выражаются в относительных значениях характеристик рассеивания по соответствующим осям (X, Z), а затем определяется вероятность попадания СП в цель P_1 как произведение вероятностей попадания P_x и P_z в полуразмеры сторон проекции цели по осям координат $\frac{L_x}{2}$; $\frac{L_z}{2}$ при отсутствии систематических ошибок. Направление оси X в плоскости проекции расположения цели на земной поверхности принято выбирать по дальности полета средства поражения (носителя). Ось Z направлена перпендикулярно в боковом направлении. Указанные вероятности определяются с использованием соответствующих известных форм табличных функций нормального распределения, приведенных в учебниках или в справочной литературе [4, 5]. Так, если характеристики рассеивания представлены в вероятных отклонениях, то используются таблицы приведенной функции Лапласа:

$$\hat{F}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\rho} x e^{-t^2} dt,$$

где $\rho = 0,4769$, а значения аргумента x выражены в в.о.

Если характеристики рассеивания определены в с.к.о., то используются таблицы нормальной функции распределения:

$$\hat{\Phi}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

или таблицы для другой формы интеграла вероятностей (функции Лапласа):

$$\Phi(x) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \int_0^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt,$$

где в обоих случаях значения аргумента x выражены в с.к.о.

Для удобства практических расчетов вместо таблиц можно пользоваться аппроксими-

рующими формулами с относительной погрешностью результатов менее 1%. Так, например [6]:

$$\Phi(x) = \sqrt{1 - e^{-\frac{2x^2}{\pi}}},$$

где $x = \frac{Ц}{2\sigma}$.

Между указанными разновидностями форм нормального закона распределения существует зависимость, определяемая следующими соотношениями:

$$\hat{F}(x) = 2\Phi(x\rho\sqrt{2}) - 1 = \Phi(x\rho\sqrt{2}),$$

где аргумент x выражен в относительных значениях вероятного отклонения рассеивания

по соответствующей координате $x = \frac{Ц}{2E}$.

После вычисления характеристик рассеивания необходимо определить размеры проекции элементарной цели $Ц_x, Ц_z$ в плоскости рассеивания СП и значение среднего необходимого числа попаданий ω для того или иного типа поражения цели. Размеры проекции цели на плоскости должны быть определены с учетом направления захода ВТО на цель и угла подхода к ее поверхности. Характеристики рассеивания точек попаданий средств ВТО должны быть также определены в плоскости расположения цели (или в проекции на картинную плоскость).

Обозначим размеры сторон проекции цели величинами $l_x = Ц_x; l_z = Ц_z$. Площадь проекции цели – $S_u = l_x \cdot l_z$. Определим вероятные отклонения нормального рассеивания точек попаданий ВТО в проекцию цели на земной поверхности при известных значениях КВО в картинной плоскости:

$$E_x = 0,57 \frac{E_{кво}}{\sin \lambda} \text{ – по дальности полета}$$

средства ВТО;

$$E_z = 0,57 E_{кво} \text{ – в боковом направлении,}$$

где: $E_{кво}$ – круговое вероятное отклонение рассеивания образца ВТО, м;

λ – угол подхода ВТО к поверхности расположения цели.

Вероятность поражения цели одним высокоточным СП определяется по формуле:

$$W_1 = P_1 G_1 = \hat{F}_x \left(\frac{l_x}{2E_x} \right) \hat{F}_z \left(\frac{l_z}{2E_z} \right) G_1,$$

где: P_1 – вероятность попадания СП в площадь проекции цели;

$\hat{F}(t)$ – приведенная функция Лапласа [2];

$G_1 = \frac{1}{\omega}$ – условная вероятность поражения цели при попадании одного СП;

ω – среднее необходимое число попаданий для заданного типа поражения цели.

Приведенная функция Лапласа может быть определена приближенно с достаточной для практики точностью по формуле аппроксимации, полученной из указанной выше формулы для значений аргумента, выраженных в среднеквадратических отклонениях с учетом пересчета аргумента в вероятных отклонениях:

$$\hat{F}(t) = \sqrt{1 - e^{-(2/\pi)(t\rho\sqrt{2})^2}} = \sqrt{1 - e^{-0,29t^2}},$$

где $t = \frac{l}{2E}$.

При применении нескольких однотипных средств ВТО по одиночной цели, вероятность ее поражения определяется по формуле для независимых выстрелов при отсутствии накопления ущерба в форме условного показательного закона поражения:

$$W_n = 1 - (1 - W_1)^n.$$

Отсюда можно определить число n средств ВТО, необходимое для достижения заданного уровня поражения цели $W_n = W_3$. Заданный уровень поражения устанавливается в зависимости от степени важности поражаемого объекта ($W_3 = 0,8; 0,9$):

$$n = \frac{\ln(1 - W_3)}{\ln(1 - W_1)}.$$

Рассмотрим в качестве примера в общем случае определение размеров проекции размерного объекта поражения, представленного в форме параллелепипеда, на картинную плоскость, перпендикулярную вектору скорости подлетающего к цели СП. Для этого необ-

ходимо спроектировать геометрические контуры цели на картинную плоскость с учетом углов подлета СП к цели в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Таковыми углами являются угол направления захода – φ , определяемый относительно одной из сторон цели, например, по отношению к ее длине D , и угол пикирования – λ .

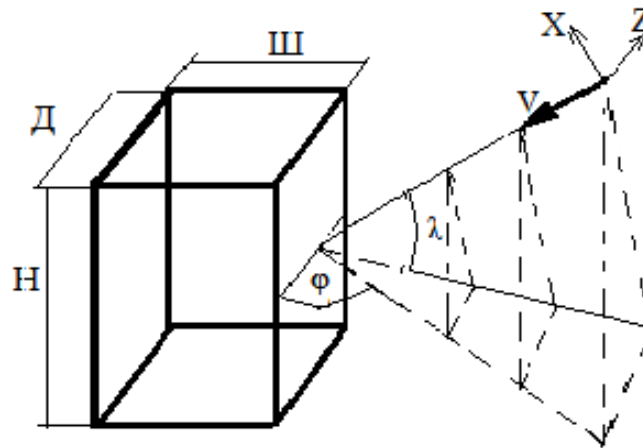


Рисунок 1 – Вычисление размеров проекции цели на картинную плоскость

Размеры проекции цели $Ц_x, Ц_z$ в картинной плоскости определяются по следующим формулам:

$$Ц_x = H \cos(\lambda) + \min \left\{ D; \frac{Ш \sin(\lambda)}{\sin(\varphi)} \right\} \sin(\lambda);$$

$$Ц_z = D \sin(\varphi) + Ш \cos(\varphi),$$

где: $H, Ш, D$ – высота, ширина и длина цели. Угол φ измеряется относительно длины D (длинной стороны) цели в пределах от нуля до 90 градусов ($0^\circ \leq |\varphi| \leq 90^\circ$). Угол λ измеряется в вертикальной плоскости от горизонтальной земной поверхности в пределах от нуля до 90 градусов ($0^\circ \leq \lambda \leq 90^\circ$). Ось X картинной плоскости направлена в верхнюю полусферу перпендикулярно вектору скорости V , ось Z – перпендикулярна X и вектору V . Зная размеры проекции цели $Ц_x, Ц_z$ и характеристики рассеивания СП на плоскости, можно вычислить вероятность его попадания в площадь проекции цели по одной из формул, используя соответствующую форму нормального закона:

На рисунке 1 представлена схема, поясняющая вычисление размеров проекции цели $Ц_x, Ц_z$, изображенной в форме параллелепипеда, на картинную плоскость, перпендикулярную вектору скорости V при подлете СП к центру цели. Направление вектора V определяется углами φ и λ .

$$P_1 = \hat{F}(x) \left(\frac{Ц_x}{2E_x} \right) \hat{F}(z) \left(\frac{Ц_z}{2E_z} \right) =$$

$$= \Phi_x \left(\frac{Ц_x}{2\sigma_x} \right) \Phi_z \left(\frac{Ц_z}{2\sigma_z} \right).$$

Рассмотрим пример поражения ректификационной колонны нефтеперерабатывающего завода крылатой ракетой (КР), имеющей комбинированную боевую часть калибра 500 кг и круговое вероятное отклонение рассеивания $E_{кво} = 10 м$.

Колонна имеет высоту 45 м и диаметр 7 м. Для поражения колонны достаточно одного попадания КР: $\omega = 1$. Крылатая ракета подлетает к колонне на малой высоте горизонтального полета и наводится по центральной части высоты колонны. Расчеты эффективности проведем в плоскости проекции колонны на вертикальную плоскость, совпадающую в данных условиях с картинной плоскостью, перпендикулярной вектору скорости КР.

Определим исходные данные для расчетов. Выберем начало координат и направление осей. Начало координат совпадает с точ-

кой прицеливания (наведения) КР в центральной части колонны, ось X направлена вверх вдоль высоты колонны, ось Z перпендикулярна ей и вектору скорости КР. Высота колонны $H=l_x=45$ м, ширина (диаметр)

$$W_1=P_1 G_1=\hat{F}_x\left(\frac{45}{2\cdot 5,7}\right)\hat{F}_z\left(\frac{7}{2\cdot 5,7}\right)G_1=\sqrt{1-e^{-0,29\cdot 3,95^2}}\cdot\sqrt{1-e^{-0,29\cdot 0,61^2}}\cdot 1=0,32.$$

Итак, вероятность поражения цели в данных расчетных условиях составляет всего 32% по причине сопоставимого значения характеристики рассеивания КР в боковом направлении по координате Z по сравнению с размером цели в этом направлении ($E_z=5,7$ м, $l_z=7$ м).

Вероятность поражения ректификационной колонны, определенная по методике А.И.Буравлева [1] для тех же исходных данных, составляет $W=0,25$. Анализ расчетных формул, используемых для определения величины W в обеих рассматриваемых методиках, позволяет сделать вывод, что при улучшении (уменьшении) характеристик точности применения средств ВТО, результаты расчетов по обеим методикам будут все ближе совпадать.

Рассмотрим другой пример поражения одиночной цели, имеющей иную конфигурацию и расположение. В качестве такой цели выберем, например, автомобильный мост. Мост состоит из шести пролетов ($K_{np}=6$), имеет длину $D=1200$ м, ширину $Ш=8$ м и высоту над рекой 20 м. Для разрушения пролета моста при применении КР того же типа, как в предыдущем примере, среднее необходимое число попаданий составляет $\omega=2$. Будем рассматривать вариант наведения КР на мост, которая подлетает к нему под небольшим углом вдоль его длины в проекции на горизонтальную плоскость и с углом пикирования $\lambda=20^\circ$. Примем в данном случае значение кругового вероятного отклонения равным $E_{кво}=5$ м.

Подготовим необходимые исходные данные для расчетов. Расчеты будем проводить в

$Ш=l_z=7$ м. Вероятные отклонения рассеивания по осям: $E_x=E_z=0,57\cdot 10=5,7$ м.

Определим вероятность поражения ректификационной колонны:

горизонтальной плоскости расположения полотна моста.

Определим длину пролета моста:

$$L_x=\frac{D}{K_{np}}=\frac{1200}{6}=200\text{ м}.$$

Ширина пролета составляет $Ш=8$ м.

Предполагаем, что КР наводится по центру пролета.

Определим характеристики рассеивания КР в плоскости расположения полотна моста с учетом угла пикирования $\lambda=20^\circ$.

$$E_x=\frac{0,57\cdot 5}{\sin}20^\circ=8,33\text{ м};$$

$$E_z=0,57\cdot 5=2,85\text{ м}.$$

Определим вероятность поражения пролета моста одной КР:

$$W_1=P_1 G_1=\hat{F}_x\left(\frac{200}{2\cdot 8,33}\right)\hat{F}_z\left(\frac{8}{2\cdot 2,85}\right)\cdot\frac{1}{2}=1\cdot 0,65\cdot 0,5=0,33.$$

Вероятность попадания одной КР в пролет моста по расчетам составляет $P_1=0,65$, а вероятность его поражения – $W_1=0,33$.

Определим число КР, необходимое для разрушения пролета моста с вероятностью $W_3=0,9$:

$$n=\frac{\ln(1-W_3)}{\ln(1-W_1)}=\frac{\ln(1-0,9)}{\ln(1-0,33)}=5,7\approx 6.$$

Итак, для разрушения пролета моста с вероятностью 0,9 в данных расчетных условиях необходимо применение шести КР, наводящихся по одной точке прицеливания без учета накопления ущерба.

Факт накопления ущерба и его учет при попадании в размерный одиночный промышленный или инфраструктурный объект (например, заводское здание производственного цеха или энергетического предприятия;

площадка технологического оборудования того или иного производства и т.п.) нескольких боеприпасов ($n > 1$) комбинированного действия имеет определенный методический и практический интерес. Так, например, в расчетах по оценке эффективности для ударных боеприпасов обычно используется условная вероятность поражения цели при попадании одного СП, вычисляемая как отношение определенной уязвимой площади поражения цели

к общей ее площади $\left(G_1 = \frac{S_y}{S_u} \right)$ при условии,

что точки попадания СП распределяются по всей поверхности цели. Обратная величина этого отношения определяет значение среднего необходимого для поражения цели числа попаданий $\left(\omega = \frac{S_u}{S_y} \right)$ и является параметром

условного показательного закона поражения при отсутствии накопления ущерба:

$$G(n) = 1 - (1 - G_1)^n.$$

По виду этой формулы можно заметить, что условная вероятность поражения цели приближается к единице в пределе при достаточно большом значении n (для случаев, когда $G_1 \leq 0,5$). Для реальных объектов практически достоверное поражение (например, разрушение и обрушение конструкции) наступает при некотором критическом значении $n_k = m$ (в частном случае при $n_k = \omega$) за счет явления накопления ущерба, в основе которого лежит синергетический суммарный эффект, когда каждое последующее попадающее в цель СП имеет большую площадь разрушений чем предыдущее, либо за счет снижения прочности конструкции объекта поражения, или за счет возникновения вторичных деструктивных эффектов (взрывов, пожаров).

Для дальнейших исследований эффективности применения средств ВТО (КР) введем в

рассмотрение так называемый форсированный условный закон поражения цели, для которого примем линейную форму закона накопления ущерба цели G_n при независимом применении по ней n боеприпасов. В качестве возможного варианта можно предложить следующую формулу для определения G_n :

$$G(n) = \min\{1; nG_1\}.$$

Отсюда можно заметить, что при $n \geq G_1^{-1}$ условная вероятность поражения цели G_n будет равна единице, т.е. при $n_k = \omega$; $G_n = 1$.

Определим в этом случае вероятность поражения пролета моста при применении n средств ВТО. Так как форсированный условный закон поражения не является показательным, то вероятность поражения цели необходимо определять по общей формуле полной вероятности (формуле Колмогорова):

$$W_n = \sum_{m=1}^n P_{m,n} G_m,$$

где $P_{m,n} = C_n^m P^m q^{n-m}$;

$$C_n^m = \frac{n!}{m!(n-m)!};$$

$$q = 1 - P_1.$$

Из этой формулы можно определить наряд n КР, необходимый для достижения заданного уровня поражения цели $W_n = W_3$ методом подбора (итераций), задаваясь исходным значением n , вычисляя W_n и сравнивая его с заданным W_3 .

Определим для условий предыдущего примера необходимое число КР для разрушения пролета моста с заданной вероятностью $W_3 = 0,9$ с учетом накопления ущерба.

В данном случае, поскольку $G_1 = 0,5$ и при $n \geq 2$, $G_n = 1$, то в качестве первого приближения зададимся значением $n = 2$ КР. Определим последовательно значения W_n (для $n = 2, 3, 4$), учитывая, что $P_1 = 0,65$:

$$W_2 = \sum_{m=1}^2 P_{m,2} G_m = C_2^1 P_1^1 q^{2-1} G_1 + C_2^2 P_2^1 q^0 G_2 = 2 \cdot 0,65 \cdot 0,35 \cdot 0,5 + 1 \cdot 0,423 \cdot 1 = 0,65;$$

$$W_3 = \sum_{m=1}^3 P_{m,3} G_m = C_3^1 P_1^1 q^{3-1} G_1 + C_3^2 P_2^1 q^{3-2} G_2 + C_3^3 P_3^1 q^0 G_3 = \\ = 3 \cdot 0,65 \cdot 0,35^2 \cdot 0,5 + 3 \cdot 0,65^2 \cdot 0,35 \cdot 1 + 1 \cdot 0,65^3 \cdot 0,35^0 \cdot 1 = 0,84;$$

$$W_4 = \sum_{m=1}^4 P_{m,4} G_m = 0,93 > 0,9, \text{ при } n=4.$$

Таким образом, учет накопления ущерба позволяет заметно уменьшить расчетный наряд КР (в данном примере с 6-ти до 4-х), необходимый для нанесения цели заданного уровня поражения $W_3 = 0,9$.

В статье Буравлева А.И. и Брезгина В.С. [7] предложена другая форма закона накопления ущерба с вычислением коэффициента накопления ущерба и учетом его приращений также по линейному закону. В результате решения приведенного выше примера по указанному в статье способу при использовании тех же исходных данных и рассчитанных значений промежуточных величин ($G_1 = 0,5$; $P_1 = 0,65$; $m = 2$; $k = 1,41$), пролет моста может быть поражен пятью КР с вероятностью $W_5 = 0,91 > 0,9$.

Профессор Ф.П.Мирополюский предложил вариант форсированного показательного условного закона поражения следующего вида [8]:

$$G_F(m) = 0, \text{ при } m_1 = 0;$$

$$G_F(m) = \begin{cases} r_1 + k_F(1-r_1)[1-(1-r_1)]^{m-1} \\ G_F(m) = 1 \end{cases},$$

при $1 \leq m \leq m_1$;
при $m > m_1$.

$$k_F = \frac{1}{1-(1-r_1)^{m_1-1}}; r_1 = 1/\omega.$$

Решение рассматриваемого примера с использованием указанных исходных данных и рассчитанных промежуточных величин ($r_1 = G_1 = 0,5$; $P_1 = 0,65$; $m_1 = 2$; $k_F = 2$) приводит к результату, практически совпадающему с предыдущим: $W_5 = 0,93 > 0,9$. То есть пролет моста поражается в заданной степени пятью ракетами.

При планировании применения и оценке эффективности применения средств ВТО по отдельным крупным объектам ВЭП (например, по зданиям заводских цехов, производственным площадкам с оборудованием и агрегатами технологических циклов, а также по другим отдельным протяженным объектам), размеры которых значительно превышают характеристики рассеивания ВТО, необходимо учитывать возможность рассредоточения нескольких точек прицеливания на проекции цели, если одного СП не достаточно для достижения заданного уровня поражения. При этом ожидаемые результаты применения ВТО, для которых равномерно рассредоточенные точки прицеливания (наведения) лежат в пределах некоторой области относительно центра цели, границы которой не превышают диапазона предельного рассеивания боеприпасов, можно учесть аддитивной формой накопления ущерба на объекте. Это означает, что вероятность поражения объекта при применении n средств ВТО будет равна сумме вероятностей его поражения W_i каждым СП, направленным по своей точке прицеливания. При осреднении вероятностей $W_i = W_1$ суммарная вероятность поражения объекта определяется простой формулой:

$$W_n = M_n = \min\{1; n \cdot W_1\}.$$

Следует отметить, что такие расчеты допустимо проводить для объектов, обладающих некоторой однородностью по уязвимости элементов их структуры и состава, для которых можно определять или задавать усредненное значение приведенной площади разрушений и соответствующее значение услов-

ной вероятности поражения цели одним конкретным средством поражения ВТО.

Предложенные формы форсированного условного закона накопления ущерба могут быть использованы не для всех типов целей,

для которых должны быть применены формы другого вида. Уточнение этого вопроса требует дополнительных исследований также с привлечением экспертов.

Список использованных источников

1. Буравлев А.И. Методика оценки вероятности поражения размерных объектов высокоточными средствами поражения // Вооружение и экономика. – 2012. – № 2 (18).
2. Мильграм Ю.Г., Ерохин В.А. Основы единой зонной методики оценки эффективности применения авиационных средств поражения по наземным объектам. – М.: ВВИА имени проф. Н.Е.Жуковского, 1985.
3. Васильев В.Н. Экспресс-алгоритм расчетов полигонных нарядов при действии по наземным объектам. – М.: ВВИА имени проф. Н.Е.Жуковского, 1984.
4. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1969.
5. Абергауз Г.Г. Справочник по вероятностным расчетам. – М.: Воениздат, 1970.
6. Епанечников В.А., Цветков А.Н. Справочник по прикладным программам для микрокалькуляторов. – М.: Финансы и статистика, 1988.
7. Буравлев А.И., Брезгин В.С. Методика оценки ущерба при имитационном моделировании огневого поражения объектов // Вооружение и экономика. – 2012. – № 5 (21).
8. Миропольский Ф.П., Пырьев Е.В., Головенкин В.В., Хрулин С.В. Авиационные боеприпасы. – М.: ВУНЦ ВВС «ВВИА им.проф. Н.Е.Жуковского и Ю.А.Гагарина», 2010.
9. Буравлев А.И., Брезгин В.С. Об оценке эффективности поражения высокоточным оружием объектов военно-экономического потенциала // Вооружение и экономика. – 2013. – № 1 (22).

С.Г.Коваленко, кандидат технических наук, доцент

Концепция построения модельно-методического аппарата обеспечения формирования и функционирования автоматизированной системы контроля паспортно-визовых документов нового поколения

Представлены основные концептуальные подходы к построению пограничного сегмента ГС ПВДНП, описана последовательность этапов их реализации и сформулированы основные понятия, методы, принципы и модели построения и функционирования системы контроля паспортно-визовых документов нового поколения.

Во исполнение Плана первоочередных организационных мероприятий по введению в РФ паспортно-визовых документов нового поколения от 12 марта 2005 г. № МФ-П4-1075 и распоряжения Правительства Российской Федерации от 5 августа 2005 г. № 1156-р 12 министерствам и ведомствам (МВД России, Мининформсвязи России, МИДу России, ФСБ России, Минпромэнерго России, Минобороны России, Минтрансу России, Минсельхозу России, Минэкономразвития России, Минфину России, СВР России и ФСО России) поручено создать государственную систему изготовления, оформления и контроля паспортно-визовых документов нового поколения (ГС ПВДНП). Сегмент Пограничной службы данной системы (автоматизированная система контроля (АСК) ПВДНП) является составным структурным элементом ГС ПВДНП.

К основным проблемам формирования и функционирования АСК ПВДНП относятся следующие:

отсутствует единая система ведения БД, что приводит к возникновению противоречий, в частности, при проведении сверок;

отсутствует межведомственная информационная совместимость как имеющихся в наличии, так и вновь создаваемых систем по структурам данных, справочникам и классификаторам, другим характеристикам;

ведомственные сегменты ГС создаются на различных программных платформах;

автоматизированные технологии организации взаимодействия систем между объектами АСК и информационными системами других государственных ведомств из состава ГС находятся в стадии становления;

отсутствует возможность надежного получения полной, достоверной информации для принятия решений на пропуск через границу;

при формировании отчетностей в другие информационные системы возникают ошибки;

отсутствует единый подход к технической политике, что ведет к снижению эффективности проводимых мероприятий государственными органами;

существует общая тенденция к усложнению информационной архитектуры ГС (АСК) ПВДНП, приводящая к уменьшению ее управляемости, росту трудозатрат на ее сопровождение;

необходимое взаимодействие приложений и подсистем АСК достигается реализацией сложного алгоритма, во многих случаях требующего участия пользователей для обмена и консолидации данных, получения отчетности о результатах деятельности пунктов пропуска;

разнородность унаследованных ведомственных систем из состава ГС (особенно территориального уровня) и разрабатывавшихся в разное время разными разработчиками, а также отсутствие необходимой проектной

документации, затрудняет интеграцию унаследованных систем с АСК;

серьезное влияние на процессы эффективного функционирования АСК оказывает пресловутый «человеческий фактор».

Проведенный выше анализ предметной области функционирования АСК позволил выявить комплекс противоречий, разрешение которых требует выполнения определенных исследований. Эти противоречия предметной области АСК включают в себя перечень несоответствий между внешними и внутрисистемными условиями функционирования и современными требованиями к организации пропуска с применением АСК. Одним из путей решения данной проблемы является совершенствование формирования и функционирования АСК [1].

Инструментом реализации направлений повышения эффективности АСК является

формирование концептуальных интерактивных принципов использования информационных технологий для пограничных органов, определение содержания, структуры и порядка функционирования (взаимодействия) системы моделей и методов поддержки пограничного контроля, обеспечивающих переход от статических к динамическим формам представления информации, интеграцию потоков разнородной информации в единую согласованную многоуровневую модель обстановки в пунктах пропуска и ориентированных на оптимальное функционирование АСК.

Подходы к формальному выработыванию концепции построения и совершенствования функционирования АСК представлены на рисунке 1 и включают следующие составляющие: систему понятий и определений, систему моделей представления пространственной информации.

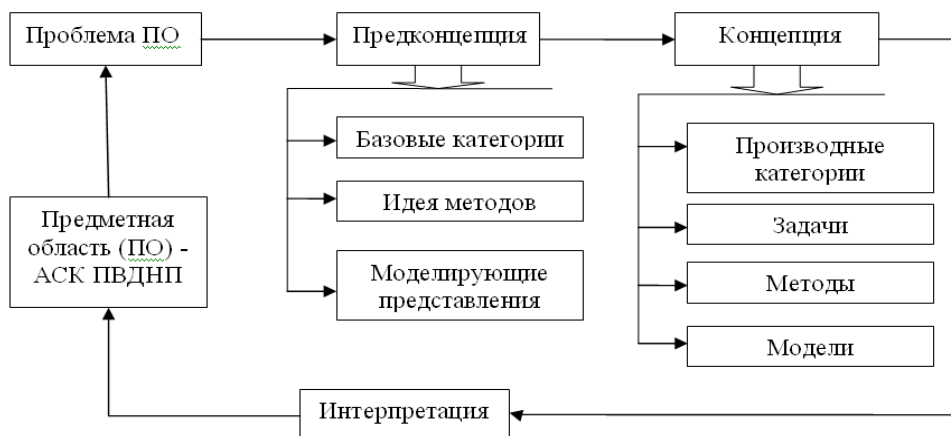


Рисунок 1 – Схема исследования

Система понятий содержит представленные в таблице 1 базовые и производные понятия.

Приведенная совокупность категорий и понятий АСК ПВДНП характеризуется следующими системными и кибернетическими аспектами.

1. Системообразующей категорией здесь выступает понятие пространства функциональной активности АСК со складывающейся в нем конкретной обстановкой, которое определяет связи и отношения между основными функциональными элементами АСК (объектами, регионами, округами) и пространств,

объединяет их в особую человеко-машинную среду, реализующую специфическую область социальных систем.

2. Элементами пространства функциональной активности АСК являются пространственные функциональные категории:

региональные представления, определяющие конфигурацию пространства функциональной активности по степени однородности содержательных параметров объектов АСК, его структурирование по территориальному охвату и определенным регионам;

функциональные представления, непосредственно определяющие территориальную активность в регионе;

кибернетические представления, определяющие состав, структуру и порядок использования территориальных структур и пространственных интерпретаций категорий

функционирования (управления) АСК для решения задач контроля (управления) ПВДНП;

системная целостность пространства функциональной активности определяется принадлежностью ее элементов к среде (региону, округу) и обуславливается (характеризуется) тесным взаимодействием и взаимопроникновением ее компонентов.

Таблица 1 – Понятия и категории предметной области формирования и функционирования АСК ПВДНП

Базовые понятия	Производные понятия
Государственная система изготовления, оформления и контроля паспортно-визовых документов нового поколения	Пространство ГС ПВДНП
	Объект ГС ПВДНП
Автоматизированная система контроля ПВДНП (пограничный сегмент ГС ПВДНП)	Абстрактно-топологическое (абстрактное) функциональное пространство АСК
	Информационное пространство (ИП) АСК
	Функциональное пространство АСК
Объект АСК ПВДНП	Регион (региональное объединение АСК)
Отношения структурной упорядоченности АСК	Округ (территориальное объединение АСК)
Отношения функциональной упорядоченности АСК	Функциональный процесс АСК
Отношения процедурной упорядоченности АСК	Проекционный (оценочный) процесс АСК
Отношения иерархической упорядоченности АСК	Модели категорий управления (КУ) АСК Задача. Обстановка. Оценка обстановки. Замысел.
Отношения кибернетической упорядоченности	Решение. План. Команды. Реализация решения – обратная связь
Операции над множествами объектов АСК	Автоматизированные методы создания и использования информации (о состоянии) об обстановке в АСК
Сущность отношения	Уяснение задачи. Отображение ведение обстановки Оценка обстановки
Атрибут отношения	Выработка вариантов решений
	Планирование. Доведение команд
	Контроль исполнения
	Устранение рассогласований
	Автоматизированная поддержка управления АСК
	Многомерное пространство признаков АСК

3. Сущность категорий управления объектами АСК соответствует понятиям и категориям теории управления и автоматизированного управления и развивает эти понятия на основе единого информационного подхода к процессам управления.

Введенные понятия и определения создают основу аксиоматики информационной поддержки функционирования и управления процессами АСК, служат базой для разработки единых методических и теоретических

подходов к формированию и функционированию пограничного сегмента ГС ПВДНП.

Особенности построения и функционирования сегмента определяют принципы, которыми нужно руководствоваться при тиражировании объектов АСК в рамках подготовки и проведения на территории РФ важных массовых международных мероприятий. Общие категории деления принципов можно определить по направлениям (рисунок 2):

- информационной поддержки и управления пограничным контролем;
- построения АСК;

- управления АСК;
- функционирования АСК.



Рисунок 2 – Принципы функционирования и формирования АСК ПВДНП

АСК ПВД НП является сложной информационной системой, объединяющей подсистемы федерального, регионального и территориального уровня. Он определяет информационный подход обеспечения национальной безопасности на ПМС и включает основной и пять частных принципов информационной поддержки и управления объектами АСК.

Основной принцип состоит в необходимости обеспечения соответствия пространств объектов СК и ситуации на границе их содержанию на этапах управления. Требования принципа состоят в следующем:

информационные базы ГС в АСК должны использоваться не только как подложка по пропуску, а как единая основа для всех этапов управления (оценка обстановки, разработка вариантов решений, реализация решения и др.);

категории управления должны иметь территориальное направление;

пространственная форма представления кибернетических категорий должна соответствовать потребностям этапов управления территориальными объектами АСК;

представление и обработка данных должны обеспечивать активность информационных баз ГС в АСК.

Основной подход раскрывается в частных принципах: пространственного представления (хорологизации), абстрагирования (топологизации), анаморфирования (выравнивания плотностей, потенциалов, распределений), совместной обработки (интегральности), системности представления и использования информации для поддержки при решении задач подразделений пограничного контроля и управления объектами в АСК.

Для качественного обеспечения формирования и эффективной эксплуатации АСК ПВДНП необходимо применять соответствующие принципы построения, управления и функционирования.

Введенные принципы устанавливают подход к моделированию при поддержке принятия решения по пропуску – порядок разработки, информационного наполнения и использования моделей в АСК. Это группы представленных и процедурных принципов: создания и организации информации, согласования информации, формирования и

отображения информации, построения информационных технологий АСК, реализации информационной поддержки и управления объектами АСК.

На основе сформулированных принципов определяется третья составляющая концепции – система методов (таблица 2) и моделей (таблица 3) представления процессов многоуровневого функционально-содержательного взаимодействия организационно-технических структур АСК в ходе решения задач служебной деятельности подразделений пограничного контроля.

Таблица 2 – Система методов поддержки контроля ПВДНП

Методы построения	Методы управления	Общие методы
Методика макропроектирования АСК	Методика построения структур управления АСК	Методика оценки эффективности освоения денежных средств в области закупок технических средств для формирования АСК
Методика поиска оптимального пути в доменной архитектуре АСК	Методика оценки времени реакции АСК ПВДНП на управляющее воздействие	Метод определения экономического эффекта от внедрения АСК
Методы расчета характеристик и показателей надежности АСК	Методика оценки администрирования АСК	Метод оценки технической эффективности АСК пунктов пропуска
Метод выбора технологий создания и определения состава информационных ресурсов СК	Методика анализа деятельности состава пограничного наряда при управлении АСК	
Методика оценки производительности АСК		

Таблица 3 – Система моделей поддержки контроля ПВДНП

Модели содержания АСК ПВДНП	Модели функционирования АСК ПВДНП
Инфологическая модель АСК	Модель данных поступающих в АСК
Информационная модель макропроектирования АСК	Модель производительности АСК
Модели пространств (информационное, функциональное, абстрактно-функциональное) АСК	Интегрированная модель оценки влияния обеспечения живучести АСК ПВДНП на ее производительность
	Модель функционирования АСК ПВДНП в различных режимах
	Модель планирования и организации функционирования системы технического обслуживания и ремонта АСК
	Модель оперативного управления функционированием АСК

Список использованных источников

1. Коваленко С.Г. Оптимизация схем построения информационной сети в пункте пропуска // Труды VIII международной научной конференции «Инновации в науке и образовании – 2010». Научный сборник. Часть 2. – Калининград: КГТУ, 2010. – С. 167-170.

А.И.Буравлев, доктор технических наук,
профессор
Г.А.Еланцев

Задача обоснования оптимальной численности группировки войск по критерию «стоимость-эффективность»¹

В статье рассмотрена методика определения начальной численности группировки войск, способной противостоять группировке противника и обеспечить к заданному моменту времени требуемое соотношение сил. При известном составе и численности группировки противника методика позволяет определить минимальную величину затрат на формирование и содержание противостоящей ей группировки войск.

Рассматриваются группировки войск сторон А и В, способные потенциально участвовать в двухсторонних военных действиях. Каждая группировка имеет в своем составе определенное количество ударных средств комплексов ВВТ различных типов и личного состава, обеспечивающего их применение.

Обозначим N_i^A , N_j^B – численности ударных комплексов ВВТ различных типов в составе группировок ($i=\overline{1, n}$), ($j=\overline{1, m}$). Для каждого комплекса известны полигонные наряды средств поражения (СП) ω_{ij}^A , ω_{ji}^A , необходимые для поражения объектов противника с заданной гарантированной вероятностью W_r . При этом предполагается, что каждый комплекс ВВТ обеспечен необходимым количеством боекомплектов СП для ведения боевых действий в течение заданного времени.

Объектами поражения выступают как ударные средства (комплексы вооружения) противника, так и объекты военной инфраструктуры (мосты, причалы, объекты энергетики, склады боеприпасов и военного имущества и др.), находящиеся на территории дислокации группировок войск и обеспечивающие их боевое функционирование. При этом эффективность поражения объектов инфраструктуры в значительной степени зависит от численности ударных комплексов ВВТ в составе группировок.

Все войсковые объекты и объекты инфраструктуры прикрываются средствами противовоздушной обороны и радиоэлектронного подавления, снижающими эффективность действия комплексов ВВТ с коэффициентами q_i^A , q_j^B .

Действия сил и средств сторон осуществляются посредством распределения ударов комплексов ВВТ по объектам противника с учетом их важности путем задания матриц целераспределения

$$\Gamma^A = (y_{ij}^A)_{n \times m}; \quad \Gamma^B = (y_{ji}^B)_{m \times n}, \quad (1)$$

где $0 \leq y_{ij}^A \leq 1$; $\sum_{i=1}^n y_{ij}^A$; $0 \leq y_{ji}^B \leq 1$; $\sum_{j=1}^m y_{ji}^B$ – вероятности действия ударных средств по объектам противника.

Для каждого типа ударного средства известно число L_i личного состава и обеспечивающих средств ВВТ для их эксплуатации и боевого применения, а также стоимость закупки образцов ВВТ c_i и стоимость годового содержания необходимого личного состава и обеспечивающих средств S_i , выраженная в стоимости единичного образца ВВТ $s_i = \beta_i c_i$.

Стоимость формирования и содержания группировки войск в первом приближении будет равна стоимости закупки ВВТ и годового содержания личного состава и обеспечивающих средств:

1 Статья подготовлена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых МК-359.2013.10.

$$C^A = \sum_{i=1}^n [c_i^A + s_i L_i] N_i^A = \sum_{i=1}^n b_i^A c_i^A N_i^A, \quad (2)$$

где $b_i^A = 1 + \beta_i^A L_i^A$ – коэффициент увеличения стоимости комплекса ВВТ за счет обеспечивающих сил и средств.

Аналогичное выражение имеет место и для группировки стороны В.

В ходе военных действий противоборствующие стороны наносят удары по объектам противника, снижая боевые возможности противостоящей группировки.

Для описания динамики средних численностей группировок в ходе военных действий используем уравнения Ланчестера без учета пополнения группировок [1]:

$$\begin{aligned} \frac{dN_i^A}{dt} &= - \sum_{j=1}^m \lambda_{ji}^B N_j^B; (i = \overline{1, n}); N_i^A(0) = N_i^A; \\ \frac{dN_j^B}{dt} &= - \sum_{i=1}^n \lambda_{ij}^A N_i^A; (j = \overline{1, m}); N_j^B(0) = N_j^B, \end{aligned} \quad (3)$$

где $\lambda_{ij}^A, \lambda_{ji}^B$ – интенсивности поражающих действий ударных средств по объектам противника с учетом их целераспределения. Значения этих интенсивностей находим из следующего условия.

Пусть за время боя T каждая из сторон нанесет $r = \left[\frac{T}{\Delta t} \right]$ ударов с интервалом дискретности Δt , где символ $[]$ обозначает операцию выделения целой части числа. В одном ударе каждый объект противника поражается

с вероятностями $W_{ij}^A = \gamma_{ij}^A \frac{q_{ij}^A}{\omega_{ij}^A}, W_{ji}^B = \gamma_{ji}^B \frac{q_{ji}^B}{\omega_{ji}^B}$, а

за r ударов с вероятностями $W_{ij}^A(r) = 1 - (1 - W_{ij}^A)^r, W_{ji}^B(r) = 1 - (1 - W_{ji}^B)^r$.

Здесь предполагается, что вероятности поражения объектов остаются неизменными в ходе операции. С другой стороны, представляя поток ударов, наносимых противоборствующими сторонами, как непрерывный пуассоновский поток с интенсивностями $\lambda_{ij}^A, \lambda_{ji}^B$ получаем следующие равенства для вероятностей поражения объектов противника за время операции:

$$\begin{aligned} W_{ij}^A(r) &= 1 - (1 - W_{ij}^A)^r = 1 - \exp(-\lambda_{ij}^A T); \\ W_{ji}^B(r) &= 1 - (1 - W_{ji}^B)^r = 1 - \exp(-\lambda_{ji}^B T). \end{aligned}$$

Из этих равенств получаем необходимые выражения для интенсивностей поражения:

$$\lambda_{ij}^A = -\frac{r}{T} \ln(1 - W_{ij}^A); \lambda_{ji}^B = -\frac{r}{T} \ln(1 - W_{ji}^B). \quad (4)$$

Рассмотрим задачу определения начальной численности комплексов ВВТ стороны А $N_i^A, (i = \overline{1, n})$, которая, во-первых, должна обеспечить к моменту завершения боя $t = T$ требуемое соотношение между ударными

компонентами группировок $\frac{N_i^A(T)}{N_i^B(T)} \geq k_i$ при

одинаковом типаже ВВТ ($n = m$). Во-вторых, данная численность должна обеспечить минимальную величину затрат на формирование и содержание группировки при известном составе и численности группировки противника:

$$C^A = \sum_{i=1}^n b_i^A c_i^A N_i^A \rightarrow \min_{N_i^A}. \quad (5)$$

Сформулированная выше задача является задачей динамического программирования и ее решение сопряжено с определенными вычислительными трудностями.

Рассмотрим методику приближенного решения данной задачи.

Сформулированную задачу удобно решать в матричном виде. Для этого приводим все вектора и матрицы к одной размерности $l = \max(n, m)$, вводя в состав группировок недостающие компоненты ВВТ.

Обозначим

$N^A = (N_i^A)_{l \times 1}; N^B = (N_j^B)_{l \times 1}$ – векторы средних численностей ударных средств сторон;

$\Lambda^A = (\lambda_{ij}^A)_{l \times l}; \Lambda^B = (\lambda_{ji}^B)_{l \times l}$ – транспонированные матрицы интенсивностей поражающих действий комплексов ВВТ по объектам противника при заданном целераспределении.

Тогда уравнения динамики противоборства (3) в матричном виде примут вид:

$$\frac{dN^A}{dt} = -\Lambda^B N^B; \frac{dN^B}{dt} = -\Lambda^A N^A \quad (3')$$

с начальными условиями $N^A(0)$; $N^B(0)$.

$$\text{Введем матрицу } K(T) = \begin{pmatrix} k_1(T) & 0 \\ 0 & k_1(T) \end{pmatrix},$$

задающую постоянные соотношения между численностями одностипных ударных средств противоборствующих группировок на момент окончания боя T :

$$N^A(T) = K(T)N^B(T). \quad (6)$$

Выпишем дифференциальные уравнения (3') в разностном виде:

$$N^A(T) - N^A(T - \Delta t) = -\Delta t \Lambda^B N^B(T - \Delta t);$$

$$N^B(T) - N^B(T - \Delta t) = -\Delta t \Lambda^A N^A(T - \Delta t).$$

Подставив величины $N^A(T)$, $N^B(T)$ в уравнение связи (6), получим:

$$N^A(T - \Delta t) - \Delta t \Lambda^B N^B(T - \Delta t) = \\ = K(T)(N^B(T - \Delta t) - \Delta t \Lambda^A N^A(T - \Delta t)).$$

После приведения подобных членов получаем следующее соотношение между численностями группировок на $T - \Delta t$ шаге:

$$N^A(T - \Delta t) = \\ = (I + KW^A)^{-1}(K + W^B)N^B(T - \Delta t) =, \\ = K(T - \Delta t)N^B(T - \Delta t),$$

где $K(T - \Delta t) = (I + K(T)W^A)^{-1}(K(T) + W^B)$;

$W^A = \Delta t \Lambda^A$; $W^B = \Delta t \Lambda^B$ – вероятности поражения объектов противника на интервале Δt .

Двигаясь в «обратном» времени к началу операции $t=0$, получаем требуемое соотношение численностей группировок:

$$N^A(0) = K(0)N^B(0). \quad (7)$$

Матрица $K(0)$ определяется из рекуррентного уравнения

$$K(t-1) = (I + K(t)W^A)^{-1}(K(t) + W^B), \quad (8)$$

где $t=1, 2, \dots, r$ – число совершаемых ударов.

Таким образом, по заданному соотношению численностей группировок в конце операции и известной начальной численности группировки противника можно рассчитать начальную численность группировки А. Выражение (8) остается справедливым и в случае, когда вероятности поражения W^A , W^B изменяются во времени.

Эффективность действия ударных комплексов зависит от их распределения по объектам противника. Естественно предположить, что стороны будут стараться выбирать такое распределение своих ударных средств, при котором противник может получить максимальный ущерб. Эту гипотезу примем в качестве принципа оптимального целераспределения.

Рассмотрим три стратегии целераспределения.

1) Распределение ударных сил сторон осуществляется прямо пропорционально эффективности их действия по объектам противника:

$$y_{ij}^A = \frac{k_i}{\omega_{ij}^A}.$$

Из условия нормировки $\sum_{i=1}^l y_{ij}^A = 1$ получаем выражения для коэффициента

$$k_i = \frac{1}{\sum_{j=1}^l \frac{1}{\omega_{ij}^A}}$$

и параметра целераспределения

$$y_{ij}^A = \frac{1}{\omega_{ij}^A \sum_{j=1}^l \frac{1}{\omega_{ij}^A}}. \quad (9)$$

Аналогичное выражение имеет место и для противоположной стороны.

2) Распределение ударных сил сторон осуществляется прямо пропорционально эффективности действия ударных сил противника

$$y_{ij}^A = \frac{k_i}{\omega_{ji}^B}.$$

В этом случае выражение для параметра целераспределения будет иметь вид

$$y_{ij}^A = \frac{1}{\omega_{ji}^B \sum_{j=1}^l \frac{1}{\omega_{ji}^B}}. \quad (10)$$

3) Распределение ударных сил осуществляется равномерно по всем объектам противника

$$y_{ij}^A = y_{ji}^B = \frac{1}{l}. \tag{11}$$

Для трех стратегий распределения имеем девять различных вариантов организации огневого поражения в операции. Для каждого варианта рассчитывается стоимость группировки стороны А

$$C^A = a' N^A(\Gamma^A, \Gamma^B),$$

где $a' = (b_i, c_i)_{1 \times l}$ – вектор-строка стоимостей ударных комплексов ВВТ различных типов, входящих в состав группировки А.

Далее выбирается вариант организации огневого поражения противника, для которого обеспечивается минимаксная стоимость группировки А:

$$C^A = \min_{\Gamma^A} \max_{\Gamma^B} \{ a' N^A(\Gamma^A, \Gamma^B) \}. \tag{12}$$

Анализ результатов исследования показывает, что начальная численность группировки А, определенная по данной методике, дает несколько завышенный результат. Поэтому после определения начальной численности группировки А необходимо провести моделирование динамики противоборства группировок с использованием уравнений (3) для уточнения конечного результата. При этом возможно как увеличение, так и уменьшение

численности группировки в зависимости от конечного результата.

При решении задачи использовано необходимое условие одинаковости типажа ударных комплексов ВВТ в составе группировок ($n=m$). Если ($n < m$), то в состав группировки А необходимо ввести дополнительные типы комплексов ВВТ (или равнозначные им) и решать задачи по рассмотренной выше методике для размерности $l=m$. Затем из группировки В следует исключить типы ВВТ, не входящие в состав группировки А, и снова решить задачи для размерности $l=n$. Полученная разность численностей ΔN^A и стоимостей группировки ΔC^A будут характеризовать те затраты, которые соответствуют включению в состав группировки А дополнительных типов ВВТ для обеспечения заданной эффективности ее действия с рассматриваемым противником.

Рассмотрим пример применения данной методики.

Пример 1. Планируется бой мотострелковых бригад (*мсбр*) сторон А и В. Боевые действия сторон поддерживаются с воздуха армейской авиацией (вертолетами). Состав *мсбр* стороны В представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Состав мотострелковых бригад сторон

Состав и численность ударных сил	Сторона А	Сторона В
танки	38	30
артиллерия	16	18
вертолеты	5	9

В таблицах 2, 3 приведены потребные наряды СП для поражения одной боевой единицы противника различными ударными комплексами.

Продолжительность боя T составляет 6 часов. Требуется определить начальную численность *мсбр* стороны А, обеспечивающую следующие количественно-качественные соотношения сил сторон к моменту завершения боя:

$$k_1 = \frac{N_1^A(T)}{N_1^B(T)} = 1,5;$$

$$k_2 = \frac{N_2^A(T)}{N_2^B(T)} = 1,3;$$

$$k_3 = \frac{N_3^A(T)}{N_3^B(T)} = 1,0.$$

Обеими сторонами использована третья стратегия целераспределения.

Таблица 2 – Потребные наряды СП для поражения объектов стороны В ударными средствами стороны А

Сторона А	Сторона В		
	танки	артиллерия	вертолеты
танки	3,5	3,0	3,5
артиллерия	3,7	3,2	3,6
вертолеты	2,6	2,3	2,7

Таблица 3 – Потребные наряды СП для поражения объектов стороны А ударными средствами стороны В

Сторона В	Сторона А		
	танки	артиллерия	вертолеты
танки	3,0	3,5	4,0
артиллерия	3,7	2,8	3,8
вертолеты	2,5	2,2	3,0

В результате проведенных расчетов определена начальная численность бригады А (таблица 1). При условных стоимостях ударных комплексов $c_1=1,2$, $c_2=0,8$, $c_3=6,0$ стоимость бригады А составляет $C^A=86,6$ у.е.

На рисунках 1-4 приведены графики изменения численностей сторон в ходе боевых действий, полученных с помощью уравнений динамики боя (3).

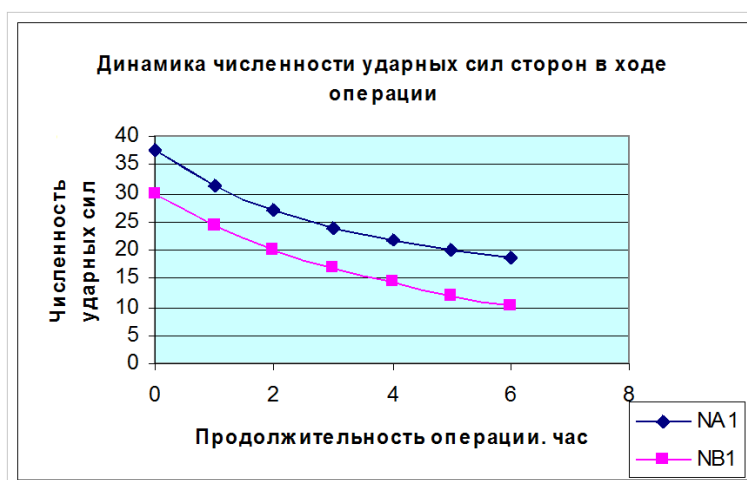


Рисунок 1 – Динамика численности танков в ходе операции

Пример 2. Исследуем зависимость стоимости группировки стороны А от стратегий целераспределения, используемых в ходе противоборства, для условий примера 1.

В таблице 4 приведены стоимости группировки А, полученные для девяти стратегий целераспределения и различных соотношений К между численностями однотипных ударных средств противоборствующих группировок к концу операции.

Из таблицы видно, что стоимость группировки А будет наибольшей при использовании противником стратегии целераспределения 2), при которой распределение ударных сил стороны В осуществляется пропорционально эффективности действия ударных средств стороны А. В этом случае стороне А выгодно применить минимаксную стратегию 2), которая обеспечивает минимальную численность и стоимость группировки.

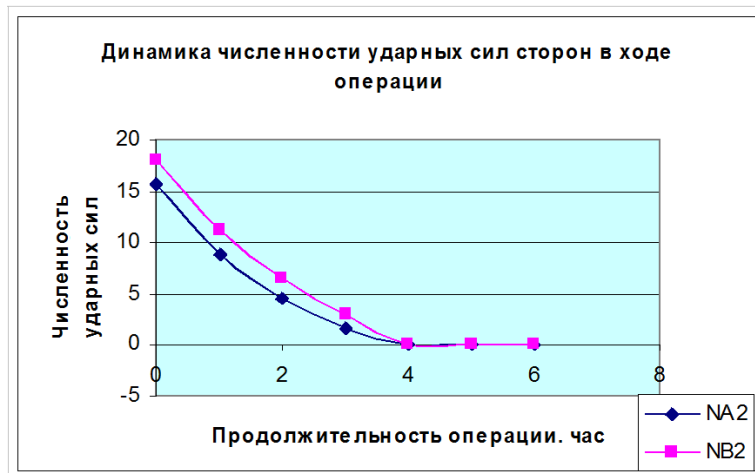


Рисунок 2 – Динамика численности артиллерии в ходе операции

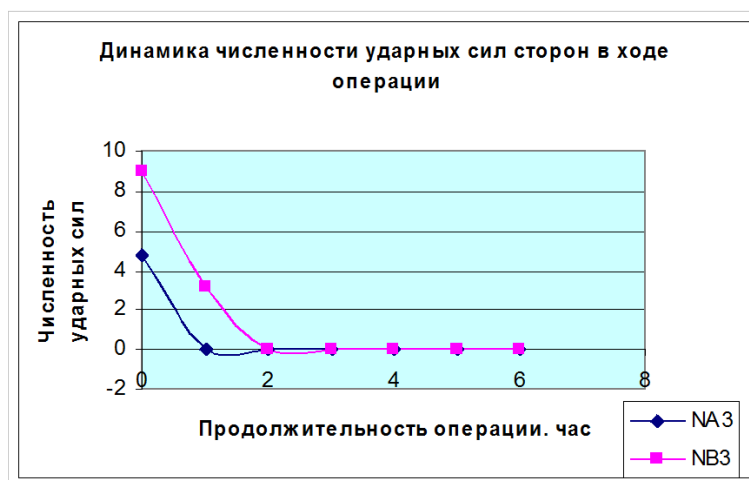


Рисунок 3 – Динамика численности вертолетов в ходе операции

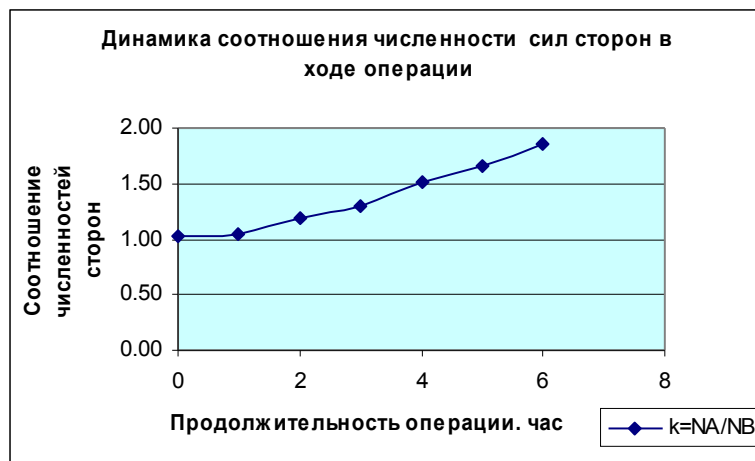


Рисунок 4 – Динамика соотношения численности сил сторон в ходе операции

Таким образом, для заданных количественно-качественных соотношений сторон примера 1 при таких стратегиях целераспределения численность группировки А составит:

$N_A^1 = 37$; $N_A^2 = 18$; $N_A^3 = 3$; $N_A = 58$,
а ее стоимость будет равна $C^A \approx 79,2$ у.е.

Из приведенных примеров следует, что рассмотренный выше подход позволяет полу-

читать логически непротиворечивые результаты по оценке потребной численности противо-

борствующих сторон в рамках определенного сценария боевых действий.

Таблица 4 – Стоимости группировки А

Стратегия целераспределения стороны А	Стратегия целераспределения стороны В		
	1	2	3
<i>K=1</i>			
1	88,9	115,6	99,0
2	66,2	93,5	75,8
3	85,7	111,5	95,4
<i>K=1,3·1</i>			
1	75,6	103,2	85,9
2	66,0	73,3	63,1
3	73,0	99,1	82,7
<i>K=1,5·1</i>			
1	65,4	93,7	75,8
2	70,6	63,1	67,6
3	63,9	90,2	73,6

Данную методику можно распространить на оценку потребных боевых возможностей воинских формирований оперативно-стратегического уровня, перейдя к оценкам их боевых потенциалов.

Боевой потенциал группировки характеризуется численностью и боевыми возможностями ВВТ по поражению сил и средств группировки противника, в том числе объектов военной инфраструктуры.

Количественной оценкой боевого потенциала служит средний ущерб, нанесенный объектам противника каждым типом ВВТ противоборствующей группировки [1]. Величина этого ущерба за время *dt* согласно уравнениям (3') составляет

$$dN^A = -\Lambda^B N^B dt ; dN^B = -\Lambda^A N^A dt .$$

Обозначим векторы боевых потенциалов группировок сторон через $P^A = \Lambda^A N^A$, $P^B = \Lambda^B N^B$. Умножив левые и правые части уравнений (3') на матрицы интенсивности поражающих действий сторон Λ^A , Λ^B , получаем систему дифференциальных уравнений для боевых потенциалов [2]:

$$\frac{dP^A}{dt} = -\Lambda^A P^B ; \frac{dP^B}{dt} = -\Lambda^B P^A \quad (13)$$

с начальными условиями $P^A(0) = P_0^A$; $P^B(0) = P_0^B$.

Далее, задаваясь терминальным соотношением между боевыми потенциалами компонент группировок *K* на момент окончания боевых действий и используя рассмотренную выше методику, получаем потребный боевой потенциал группировки А:

$$P^A(0) = K(0) P_0^B ,$$

где матрица *K*(0) рассчитывается по рекуррентной формуле:

$$K(t-1) = (I + K(t) W^B)^{-1} (K(t) + W^A) , \quad (14) \\ t = 1, 2, \dots, r$$

для заданного периода боевых действий *T*.

Отличие формулы (14) от формулы (8) состоит в том, что показатели W^A , W^B меняются местами.

Пример 3. По данным примера 1 требуется оценить потребный боевой потенциал группировки стороны А. Начальный боевой потенциал стороны В характеризуется вектором $P^B(0) = (6,1; 6,0; 6,3)^T$. Расчетный боевой по-

тенциал стороны А составляет $P^A(0)=(6;7;6)^T$. Динамика соотношения боевых потенциалов ВВТ различных типов в составе группировок показана на рисунках 5, 6.

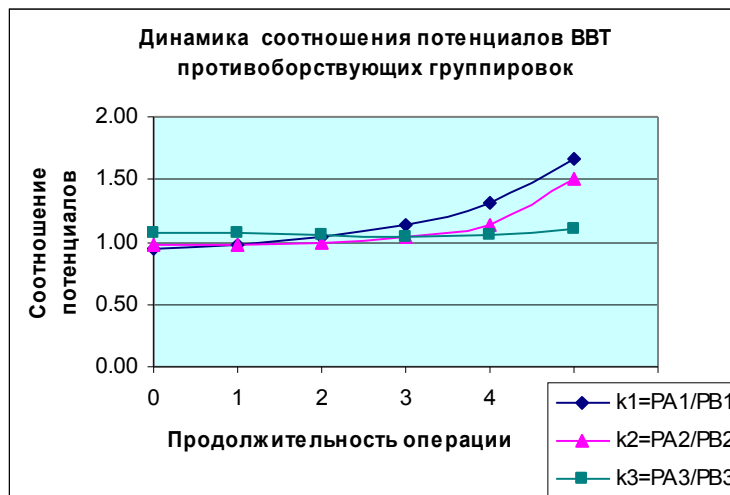


Рисунок 5 – Динамика соотношения боевых потенциалов по типам ВВТ

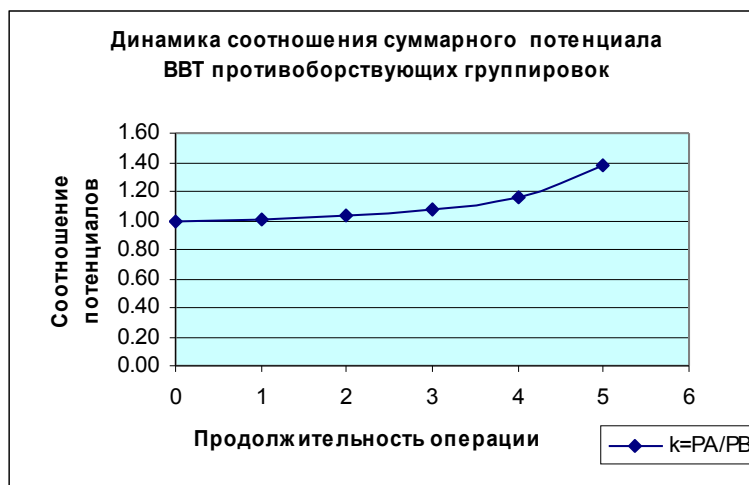


Рисунок 6 – Динамика соотношения суммарного боевого потенциала противоборствующих группировок

Из представленных графиков видно, что к моменту окончания боя соотношение боевых потенциалов ВВТ по каждой компоненте группировок практически соответствует требуемому по условию примера:

$$k_1 = \frac{P_1^A(T)}{P_1^B(T)} = 1,67 ;$$

$$k_2 = \frac{P_2^A(T)}{P_2^B(T)} = 1,5 ;$$

$$k_3 = \frac{P_3^A(T)}{P_3^B(T)} = 1,11 .$$

Соотношение суммарных потенциалов группировок составляет:

$$k = \frac{P^A(T)}{P^B(T)} = 1,38 .$$

Рассмотренный пример подтверждает возможность применения предложенной методики для обоснования начального уровня боевого потенциала группировок.

В приведенных примерах рассматривается группировка из трех типов ударных средств. В реальных условиях количество основных типов ударных средств будет больше. Это повлечет за собой усложнение

вычислений, поэтому для проведения реальных расчетов на основе рассмотренной методики разработана программно-методическая система в среде Mathcad, позволяющая автоматизировать решение задачи обоснования оптимальной численности группировки войск по критерию «стоимость-эффективность» для различных целераспределений.

Разработанная программно-методическая система может быть использована для приближенной оценки потребных численностей группировок войск в операциях различного масштаба с учетом их эффективности, стоимости и возможностей противостоящего противника.

Список использованных источников

1. Брезгин В.С., Буравлев А.И. Методы оценки эффективности вооружения и военной техники и их применение в задачах программно-целевого планирования / В кн. Методология программно-целевого планирования развития системы вооружения на современном этапе. Ч.1, 2; под ред. В.М.Буренка. – М.: Граница, 2011.
2. Буравлев А.И., Брезгин В.С. Уравнения динамики боевых потенциалов противостоящих группировок // Вооружение и экономика. – 2010. – № 1 (9).

Д.М.Бывших, кандидат технических наук, старший научный сотрудник
В.А.Орлов, кандидат технических наук, доцент
Ю.Н.Ярыгин, кандидат технических наук, старший научный сотрудник

Методический подход к обоснованию приоритетных направлений сосредоточения усилий в развитии многофункциональной организационно-технической системы военного назначения

Излагается методический подход к решению актуальной задачи обоснования приоритетных направлений сосредоточения усилий в развитии многофункциональной организационно-технической системы радиоэлектронной борьбы на основе результатов их экспертного оценивания с использованием комплекса частных, обобщенных и интегрального показателей.

При разработке проектов документов по планированию строительства и развития организационно-технических систем (ОТС) военного назначения важное практическое значение имеет обоснование приоритетных направлений сосредоточения усилий (НСУ) в их развитии. Методический подход, применявшийся ранее для такого обоснования в части системы радиоэлектронной борьбы (РЭБ), был ориентирован, в основном, на обоснование перспектив развития техники РЭБ без должного согласования с перспективами развития органов управления, организационной и функциональной структур системы РЭБ, организационно-штатной структуры (ОШС) воинских формирований РЭБ. Кроме того, практика обоснования перспективных планов развития систем РЭБ показывает, что без комплексного учета взаимосвязанных боевых, функциональных, технических, технико-экономических аспектов разрабатываемые предложения могут значительно отличаться от оптимальных, что, в конечном итоге, ведет к нерациональному расходованию ограниченных ресурсов [1]. Поэтому совершенствование методологии планирования развития организационно-технической системы РЭБ в части методов обоснования НСУ, сбалансированных по боевым задачам и ресурсам и со-

гласованных с перспективами развития ОШС войск РЭБ является важной и актуальной задачей, что и является целью статьи. Далее рассматривается методический подход к обоснованию приоритетных НСУ в развитии системы РЭБ, учитывающий комплекс факторов, определяющих как специфику развития ОТС РЭБ, так и военно-политические и экономические условия этого развития.

Под направлениями сосредоточения усилий в развитии системы РЭБ понимается перечень мероприятий, оказывающих наибольшее влияние на преобразование существующего ее состояния в требуемое к концу планового периода, в реализацию которых необходимо вложить определенные ресурсы (финансовые, материальные, трудовые и др.). Их реализация составляет основу развития системы РЭБ и включает совершенствование органов управления, состава комплектов сил РЭБ, ОШС воинских формирований РЭБ, системы вооружения РЭБ и др.

Основными такими мероприятиями являются:

- содержание существующих органов управления и воинских формирований РЭБ;
- создание новых органов управления и воинских формирований РЭБ (в том числе на базе старых);

- перебазирование (расформирование) существующих органов управления и воинских формирований РЭБ;

- переоснащение органов управления и воинских формирований РЭБ на новую (модернизированную) технику РЭБ и автоматизированного управления.

Каждое из этих мероприятий подразделяется на ряд частных, которые, в свою очередь, можно сгруппировать следующим образом:

- мероприятия, связанные с личным составом;

- мероприятия, связанные с ВВТ;

- мероприятия, связанные с войсковыми запасами (запасами материальных средств);

- мероприятия, связанные с объектами капитального строительства.

К мероприятиям, связанным с личным составом, относятся:

- содержание военнослужащих и гражданского персонала;

- обеспечение военнослужащих и членов их семей благоустроенным жильем;

- повышение кадрового потенциала и совершенствование ведомственного образования.

Мероприятия, связанные с ВВТ, включают: разработку, производство, обслуживание и ремонт техники РЭБ.

К мероприятиям, связанным с войсковыми запасами (запасами материальных средств), относятся: поставки из промышленности (других воинских формирований), передача в другие воинские формирования, утилизация (реализация).

Мероприятия, связанные с объектами капитального строительства, включают: строительство, консервацию, прием от других организаций (реконструкцию), утилизацию (реализацию).

Для учета взаимосвязей между боевыми, функциональными, техническими, технико-экономическими аспектами обоснования НСУ система РЭБ рассматривается на трех уровнях описания [2], оказывающих непосредственное влияние на этот процесс:

- уровень $K^e=1$ – концептуальный (вышестоящий), т.е. уровень «Вооруженные Силы, группировки войск (сил)»;

- уровень $K^e=2$ – уровень «Система РЭБ, ее организационная и функциональная структуры»;

- уровень $K^e=3$ – детальный (нижележащий), т.е. уровень «Техника РЭБ (комплексы и средства)».

На концептуальном уровне система РЭБ рассматривается как элемент структуры Вооруженных Сил, предназначенный для обеспечения действий войск (сил) в различных формах их применения. Он формируется для вскрытия целей и задач системы РЭБ по обеспечению действий Вооруженных Сил, определения требований к ней, проверки соответствия вариантов НСУ концепции и общим тенденциям развития надсистемы (Вооруженных Сил, группировок войск (сил)) и предъявляемым к ним требованиям, в том числе по эффективности.

На нижележащем детальном уровне система РЭБ рассматривается и как техническая, и как экономическая категория, то есть с точек зрения ресурсоемкости задач развития и возможности их решения в заданные сроки. В то же самое время процесс генерации возможных вариантов НСУ и их комплексный анализ с учетом информации, поступающей с выше- и нижележащего уровней, фиксируется на заданном уровне $K_e=2$. Концептуальную согласованность всех действий по обоснованию НСУ обеспечивает лицо, принимающее решение (ЛПР), в качестве которого выступает Заказчик.

Задача обоснования НСУ формулируется следующим образом. Задан плановый период. Лицом, принимающим решения (Заказчиком), сформулирована целевая установка для развития системы РЭБ.

На уровне «Вооруженные Силы, группировки войск (сил)» подготовлены оперативно-стратегические исходные данные, содержащие:

- источники угроз военной безопасности РФ;

- выводы из оценки состояния и перспектив строительства вооруженных сил ведущих зарубежных государств;

- прогнозируемые сценарии развязывания военных конфликтов и ведения военных действий против России и ее союзников;

- систему форм применения ВС РФ для парирования угроз безопасности России военными методами;

- состав, структуру ВС РФ и выполняемые ими задачи;

- сценарии применения ВС РФ по отражению и разгрому агрессора;

- формы и способы ведения РЭБ в различных формах применения ВС РФ;

- задачи РЭБ, формы и способы применения сил РЭБ и другие данные.

На уровне «Система РЭБ, ее организационная и функциональная структуры» разработаны исходные данные военно-технического и социального характера, включающие:

- тенденции развития информационно-управляющих систем ведущих зарубежных государств в плановый период;

- задачи сил и средств РЭБ;

- структуру и состав расчетных организационных единиц в системе РЭБ;

- состояние укомплектованности системы РЭБ личным составом и обеспеченности техникой РЭБ и другие данные.

На уровне «Техника РЭБ (комплексы и средства)» подготовлены исходные данные технического и финансово-экономического характера [3], содержащие:

- оценки состояния и развития оборонно-промышленного комплекса, задействованного в совершенствовании системы РЭБ, в плановый период;

- прогнозные данные, отражающие ожидаемую динамику изменения ассигнований на развитие системы РЭБ в плановый период;

- стоимостные показатели формирования, содержания, оснащения и обустройства

воинских формирований РЭБ в текущих ценах;

- типы и ожидаемые достижимые боевые возможности, сроки окончания разработки (модернизации), объемы производства и запасы техники РЭБ, создаваемой в соответствии с программными документами;

- ограничения на развитие системы РЭБ (на численность личного состава для обеспечения эксплуатации и боевого применения техники РЭБ, на дефицитные носители техники РЭБ и др.).

Требуется с учетом имеющихся исходных данных провести анализ сгенерированных возможных НСУ, в ходе которого последние должны быть оценены в различных аспектах и выбрать затем предпочтительные варианты НСУ с точки зрения реализации наиболее эффективного пути преобразования существующего состояния системы РЭБ в требуемое при наличии ограничений на ресурсы различного рода.

Каждый вариант НСУ, подлежащий анализу, определяется сформулированной целью, указанием первоначального состояния системы РЭБ, ожидаемого результата и срока его достижения. Цель формулируется в виде мероприятия, реализация которого приведет к повышению эффективности системы РЭБ. Достижение цели в рамках конкретного НСУ, как правило, связано с проведением мероприятий по формированию (расформированию, переоснащению на новую технику, перебазированию на другое направление и др.) органов управления РЭБ, воинских формирований РЭБ с заданными уровнями боевых возможностей, которые в совокупности составляют путь развития. Срок реализации НСУ может укладываться в рамки планового периода или выходить за его пределы.

В настоящее время, когда полный пакет методик оценки эффективности системы РЭБ во всех формах применения Вооруженных Сил с учетом комплексного ведения РЭБ по всем ее составляющим отсутствует, оценку и выбор НСУ и на их основе – расстановку при-

оритетов в развитии системы РЭБ в течение заданного планового периода, по мнению авторов, целесообразно осуществлять на основе организации и проведения экспертизы мероприятий, претендующих на включение в «Концепцию развития системы РЭБ на период до.....», «План строительства и совершенствования системы и войск радиоэлектронной борьбы ВС РФ на ... годы».

Задачами проведения экспертизы НСУ должны являться оценки [4]:

- остроты проблем, решаемых при реализации варианта НСУ, и оценки ожидаемых эффектов от их решения для развития системы РЭБ;

- соответствия варианта НСУ тенденциям развития ВС РФ;

- соответствия ожидаемых результатов проведения мероприятий по развитию системы РЭБ современным тенденциям развития информационно-управляющих систем ведущих зарубежных государств;

- использования имеющегося научно-технического потенциала и возможностей реализации частных задач, поставленных в рамках НСУ, т.е. прогнозирование и оценка величины рисков, действующих в реализующих НСУ мероприятиях;

- стоимостных, ресурсных и других показателей, характеризующих НСУ, которые затем используются при оптимизации расходования выделяемых ресурсов на реализацию документов по планированию строительства и развития системы РЭБ.

При анализе и выборе НСУ могут использоваться различные методы оценки значений характеризующих их показателей на основе различных методов проведения экспертных оценок (индивидуальный, групповой и др.). Однако общим для этих методов является получение количественной меры каждого показателя в виде баллов, коэффициентов и других безразмерных величин, определяемых с помощью экспертов [5, 6]. Последующая свертка этих величин с учетом весов показателей дает количественный результат, на

основе которого определяется приоритетность НСУ. Этот результат является обобщением разнородных, а зачастую противоречивых требований и оценок. В данной статье при определении методического подхода к обоснованию НСУ используется идея формирования частных, обобщенных и интегрального показателя вариантов НСУ (рисунок 1).

Для достижения комплексности анализа вариантов НСУ они оцениваются со следующих точек зрения:

- ожидаемой эффективности варианта НСУ (E^i);

- соответствия варианта НСУ тенденциям развития ВС РФ, а также перспективам развития информационно-управляющих систем ведущих зарубежных государств (Q^i);

- ресурсоемкости варианта НСУ (N^i);

- реализуемости варианта НСУ в заданный плановый период (R^i).

Оценка эффективности варианта НСУ проводится по частным показателям, характеризующим его значимость для:

- повышения эффективности обеспечения мерами РЭБ применения Стратегических Сил сдерживания (E_1);

- повышения эффективности обеспечения мерами РЭБ применения группировок Сил общего назначения (E_2);

- повышения эффективности выполнения задач РЭБ в стратегическом звене (E_3);

- повышения эффективности выполнения задач РЭБ в оперативном звене (E_4);

- повышения эффективности выполнения задач РЭБ в тактическом звене (E_5);

- повышения эффективности выполнения задач РЭБ в целях дезорганизации информационно-управляющих систем противостоящих сил (E_6);

- повышения эффективности выполнения задач РЭБ в целях защиты ВВТ и объектов своих войск от воздействия противостоящих сил (E_7);

- обеспечения возможности выполнения задач РЭБ в интересах других федеральных органов исполнительной власти (E_8);
- обеспечения военно-технических «прорывов» в области РЭБ (качественного приоро-

- ста эффективности или реализации новых форм и способов РЭБ) (E_9);
- реализации перспективных форм применения сил и средств (войск) РЭБ (E_{10}).

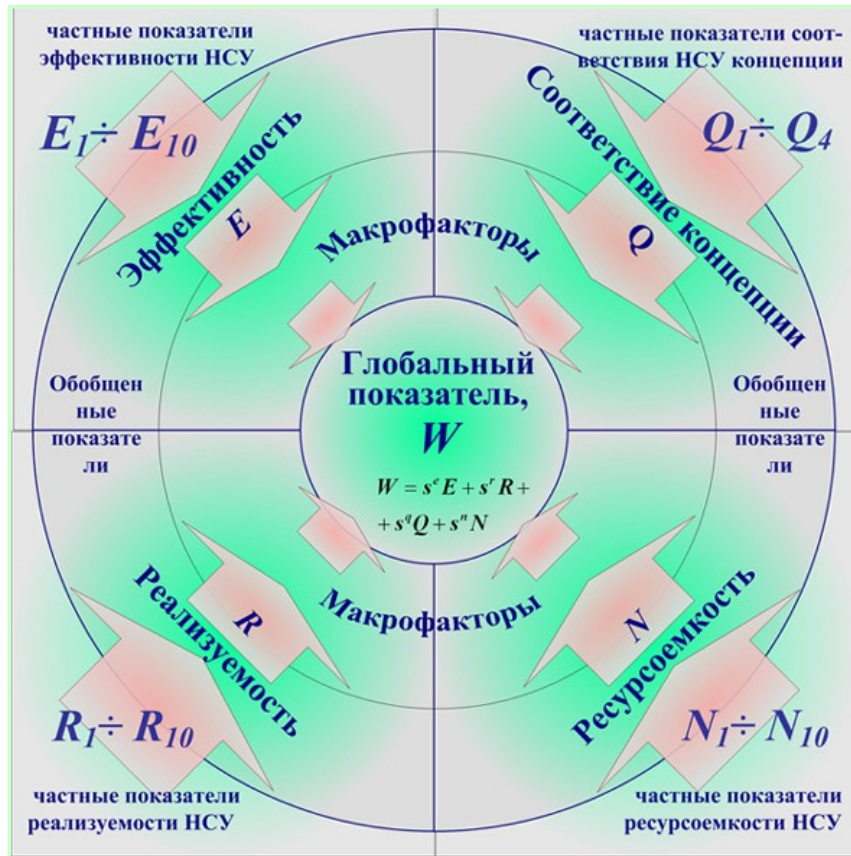


Рисунок 1 – Система показателей комплексной оценки НСУ

Обобщенный показатель эффективности рассчитывается по формуле:

$$E^i = \sum_{j=1}^{10} g_j^e E_j^i, \quad (1)$$

где: E^i – обобщенный показатель эффективности i -го НСУ;

g_j^e – коэффициент весомости j -го частного показателя;

E_j^i – значение j -го частного показателя для i -го НСУ.

С точки зрения оценки степени соответствия варианта НСУ концепции и тенденциям развития ВС РФ, а также ожидаемых результатов проведения мероприятий по НСУ современным тенденциям развития информационно-управляющих систем ведущих зарубежных

государств подлежат анализу следующие частные показатели НСУ:

- соответствие руководящим документам, определяющим перспективы строительства и развития ВС РФ (Q_1);
- соответствие Концепциям развития: сил и средств (войск) РЭБ ВС РФ, системы управления РЭБ ВС РФ и др. (Q_2);
- соответствие ожидаемых результатов мероприятий по НСУ современным тенденциям развития информационно-управляющих систем ведущих зарубежных государств (Q_3);
- решения наиболее острых проблем в развитии системы РЭБ в целом при реализации НСУ (Q_4).

Обобщенный показатель соответствия может быть рассчитан следующим образом:

$$Q^i = \sum_{j=1}^4 g_j^q Q_j^i, \quad (2)$$

где: Q^i – обобщенный показатель соответствия i -го НСУ;

g_j^q – коэффициент весомости j -го частного показателя;

Q_j^i – значение j -го частного показателя i -го НСУ.

Оценка ресурсоемкости НСУ включает анализ требований по ресурсному обеспечению мероприятий по реализации НСУ всеми необходимыми видами ресурсов: финансовыми, материальными, людскими, производственными, научно-техническими, временными. Частные показатели ресурсоемкости НСУ отражают:

- необходимость увеличения численности личного состава в системе РЭБ в результате реализации НСУ (N_1);

- необходимые трудовые ресурсы (N_2);

- состав, качество и количество необходимых материальных ресурсов (N_3);

- требуемые производственные возможности (N_4);

- необходимые капитальные вложения и капитальное строительство (N_5);

- требуемые опытно-экспериментальные и испытательные средства (N_6);

- необходимые технологии (N_7);

- требуемое время для реализации варианта НСУ (N_8);

- необходимую кооперацию (N_9);

- необходимые ассигнования (N_{10}).

Обобщенный показатель ресурсоемкости варианта рассчитывается следующим образом:

$$N^i = \sum_{j=1}^{10} g_j^n N_j^i, \quad (3)$$

где: N^i – обобщенный показатель ресурсоемкости i -го НСУ;

g_j^n – коэффициент весомости j -го частного показателя;

N_j^i – значение j -го частного показателя ресурсоемкости i -го НСУ.

Оценивание вариантов НСУ по ресурсоемкости осуществляется таким образом, что более высокую оценку получает вариант, требующий меньшего объема ресурсов. Таким образом, показатель N^i правильнее назвать показателем «ресурсосбережения».

Реализуемость вариантов НСУ рассматривается в четырех аспектах: организационном, военно-техническом, временном и ресурсном. Организационный аспект предусматривает оценку варианта НСУ с точки зрения готовности нормативно-правовой базы для проведения предусмотренных им мероприятий, возможности создания новых (переоснащения старых) органов управления, воинских формирований РЭБ с требуемыми уровнями показателей боевых возможностей. Военно-технический аспект предусматривает оценку возможностей оснащения органов управления, воинских формирований РЭБ средствами автоматизации управления, РЭБ и контроля в требуемом объеме и выполнения заданных оперативно-тактических требований к технике РЭБ в ходе реализации варианта НСУ. Временной аспект предполагает оценку возможности выполнения мероприятий в установленные сроки. Ресурсный аспект охватывает сферу реального обеспечения мероприятий по варианту НСУ всеми видами ресурсов: финансовыми, материальными, людскими, производственными.

Частные показатели, используемые для оценки реализуемости вариантов НСУ, отражают:

- обоснованность необходимости проведения мероприятий по варианту НСУ и степень готовности к их проведению (R_1);

- реальность создания новых (переоснащения старых) органов управления, воинских формирований РЭБ с заданными возможностями (R_2);

- реальность достижения заданных оперативно-тактических требований к комплексам

и средствам РЭБ в ходе реализации варианта НСУ (R_3);

- возможность завершения мероприятий, предусмотренных вариантом НСУ, в заявленные сроки (R_4);

- обеспеченность проведения мероприятий кооперацией исполнителей (R_5);

- возможности промышленности по поставке техники РЭБ в войска в заданном объеме (R_6);

- имеющиеся материальные ресурсы (R_7);

- возможности по капитальному строительству (R_8);

- имеющуюся испытательную базу (R_9);

- наличие необходимых ассигнований (R_{10}).

Обобщенный показатель реализуемости рассчитывается по формуле:

$$R^i = \sum_{j=1}^{10} g_j^r R_j^i, \quad (4)$$

где: R^i – обобщенный показатель реализуемости i -го НСУ;

g_j^r – коэффициент весомости j -го частного показателя;

R_j^i – значение j -го частного показателя реализуемости i -го НСУ.

Оценка НСУ по глобальному показателю проводится с использованием соотношения:

$$W = s^e E + s^r R + s^q Q + s^n N, \quad (5)$$

где: W – глобальный показатель целесообразности реализации НСУ;

E, R, Q, N – обобщенные показатели эффективности, реализуемости, соответствия и ресурсосбережения соответственно;

s^e, s^r, s^q, s^n – нормированные коэффициенты весомости показателей E, R, Q, N соответственно ($s^e + s^r + s^q + s^n = 1$).

На приоритетность НСУ оказывают влияние макрофакторы, такие, например, как стабильность экономики, возможности финансирования, возможность или наличие локальных, региональных или глобального конфликтов (военных угроз). Действие этих факторов отражается на проводимой политике развития ВВТ и оснащения войск военной

техникой [3], при этом параметры s^e, s^q, s^n, s^r определяются целевой установкой лица, принимающего решения (ЛПР) о предпочтительности НСУ, например, Заказчиком. Так, при отсутствии преобладания каких-либо концепций имеет место равновесие значимости обобщенных показателей: $s^e \approx s^r \approx s^q \approx s^n$. При возрастании факторов угроз и направленности на получение от разработок реальных результатов в ближайшие сроки увеличивается s^r . Т.е., если ЛПР считает, что необходимо выбирать варианты НСУ, реализуемые уже в ближайшей перспективе, то s^r выбирается в пределах $0,6 \div 0,8$. При стабильности ситуации и смещении целевой направленности на получение результатов качественно более высокого уровня увеличивается s^e . При значительном снижении ассигнований более весомым показателем целесообразно выбирать ресурсосбережение (увеличивается коэффициент s^n). При преобладании политики сбалансированного оснащения ВС [7] повышается весомость показателя соответствия s^q (таблица 1).

Перечисленные показатели (за исключением показателя требуемых ассигнований) по своей сути являются слабо формализуемыми. Поэтому на практике оценку значений показателей целесообразно проводить на основе вербально-цифровых шкал. При этом могут быть использованы как универсальные [5, 6], так и специализированные шкалы [8, 9].

При проведении экспертизы специалисты формируют исходное множество НСУ, анализируют влияние на них различных факторов, прогнозируют возможные сроки проведения мероприятий и в конечном итоге выносят суждения о предпочтительности того или иного НСУ с указанных точек зрения по частным показателям. Определение весомости частных показателей $g_j^e, g_j^q, g_j^n, g_j^r$ НСУ осуществляется путем их попарного сравнения [5, 6]. Значения весов каждого частного показателя НСУ нормируются. После определения значений всех частных показателей вычисля-

ются обобщенные показатели НСУ с учетом влияния на них макрофакторов, далее рассчитывается глобальный показатель. Последо-

вательность решения задачи обоснования направлений сосредоточения усилий в развитии системы РЭБ приведена на рисунке 2.

Таблица 1 – Шкала для оценок весомости обобщенных показателей

Макрофакторы		Примерные оценки значимости обобщенных показателей			
		s^e	s^r	s^q	s^n
1	Отсутствие военных угроз, экономическая стабильность, финансирование на требуемом уровне, удовлетворительная оснащенность войск РЭБ, направленность концепций и Государственной программы вооружения (ГПВ) на накопление научно-технического и технологического задела	0,82	0,06	0,06	0,06
2	Отсутствие военных угроз, экономическая стабильность, финансирование на требуемом уровне, удовлетворительная оснащенность войск РЭБ, направленность концепций и ГПВ на переоснащение войск РЭБ новой эффективной техникой	0,6	0,14	0,13	0,13
3	Отсутствие военных угроз, экономическая стабильность, финансирование на требуемом уровне, удовлетворительная оснащенность войск РЭБ, явные интеграционные процессы в развитии ВВТ, направленность директив МО на сбалансированное развитие и оснащение войск ВВТ	0,5	0,05	0,4	0,05
4	Отсутствие непосредственных военных угроз, относительная экономическая стабильность, удовлетворительное финансирование, удовлетворительная оснащенность войск РЭБ	0,55	0,15	0,15	0,15
5	Наличие локальных конфликтов, относительная экономическая стабильность, удовлетворительное финансирование, удовлетворительная оснащенность войск РЭБ	0,25	0,25	0,25	0,25
6	Наличие региональных конфликтов, относительная экономическая стабильность, удовлетворительное финансирование, неудовлетворительная оснащенность войск РЭБ	0,20	0,40	0,10	0,3
7	Наличие региональных конфликтов, отсутствие экономической стабильности, неудовлетворительное финансирование, неудовлетворительная оснащенность войск РЭБ	0,20	0,30	0,10	0,40
8	Наличие глобальных военных угроз, экономическая нестабильность, недостаточное финансирование, низкая оснащенность войск, направленность директивных документов на формирование и оснащение новых воинских формирований и переоснащение существующих	0,05	0,60	0,05	0,3

Работоспособность предложенного методического подхода иллюстрируется примером. Пусть требуется определить предпочтительность одного из двух вариантов НСУ при различных влияниях макрофакторов.

Результаты сравнительной оценки вариантов экспертами по перечисленным показателям представлены в таблице 2.

Приведенные в таблице примеры показывают, что значение глобального показателя НСУ, следовательно, и приоритет могут меняться в значительной степени в зависимости от проводимой политики в области развития ВВТ. Так, при положительных тенденциях в экономике приоритет по глобальному показателю имеют НСУ, обещающие качественный

рост эффективности, несмотря на относительно низкую реализуемость. При проблемах с финансированием и военных угрозах приоритет имеет НСУ, реализуемость которого в

образцах не представляется проблематичной, а также НСУ, не требующие больших объемов финансирования.

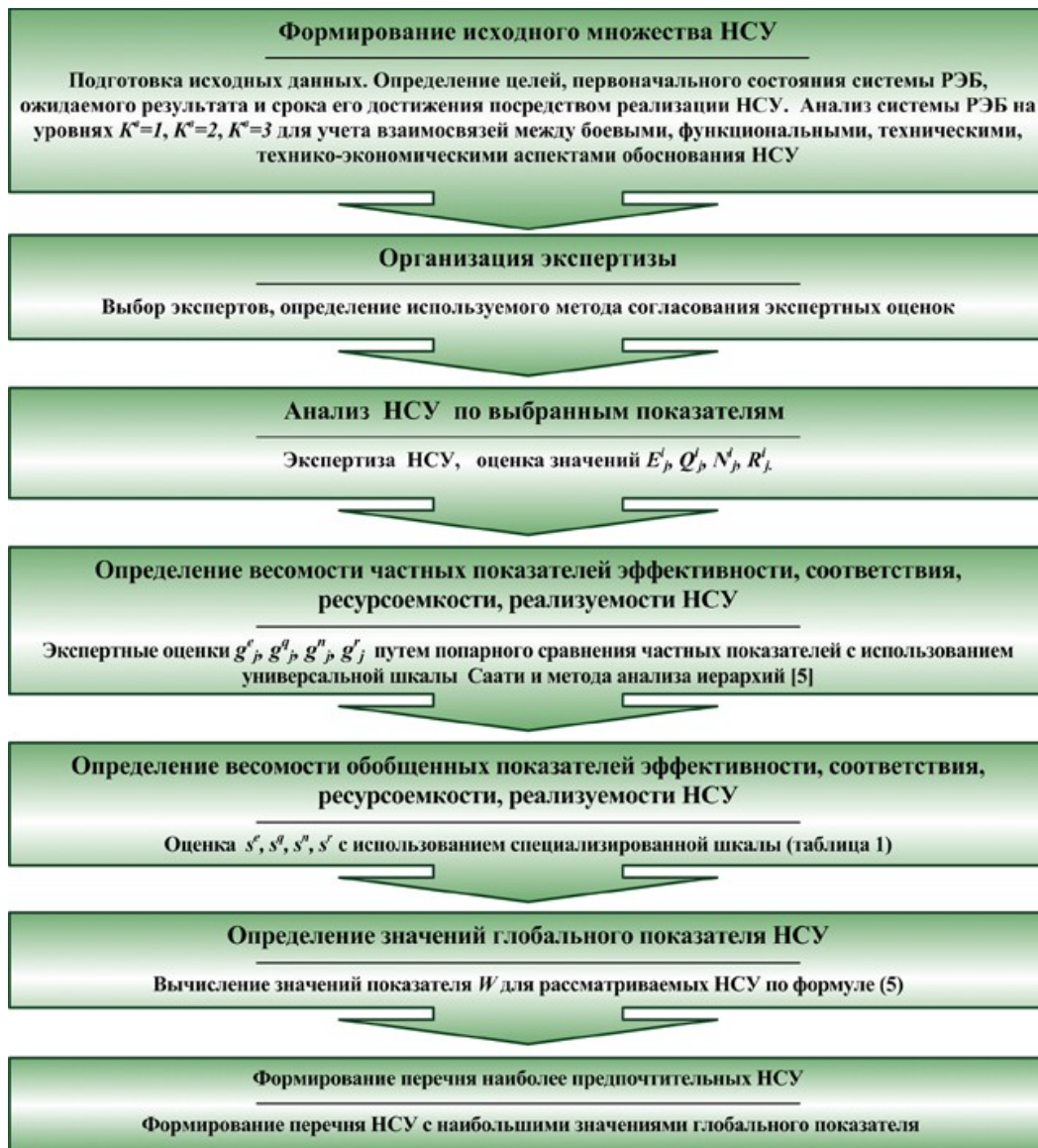


Рисунок 2 – Последовательность решения задачи обоснования направлений сосредоточения усилий в развитии системы РЭБ

При практическом использовании данного методического подхода необходимо иметь в виду, что результаты экспертного оценивания вариантов НСУ – это лишь полезная информация, позволяющая выработать обоснованное решение. Принимает решение о НСУ на основе своих предпочтений только ЛПР. В общем случае предпочтения экспертов могут

не совпадать с предпочтениями ЛПР. Это помогает ему критически осмыслить различные точки зрения, уточнить или изменить свои предпочтения и тем самым уменьшить возможность принятия ошибочного решения о рациональности тех или иных направлений сосредоточения усилий в развитии системы РЭБ.

Таблица 2 – Пример комплексной оценки НСУ

№ частно- го п-ля	E			R			Q			N		
	g_j^e	Направ- ление 1	Направ- ление 2	g_j^r	Направ- ление 1	Направ- ление 2	g_j^q	Направ- ление 1	Направ- ление 2	g_j^n	Направ- ление 1	Направ- ление 2
1	0,14	1,0	0,5	0,12	0,3	1,0	0,19	0,3	0,6	0,13	0,6	1,0
2	0,17	0,7	0,3	0,15	0,4	0,8	0,22	1,0	0,5	0,13	0,6	1,0
3	0,11	0,7	0,3	0,11	0,3	0,7	0,29	0,7	0,3	0,11	0,6	1,0
4	0,13	0,7	0,3	0,10	0,1	0,5	0,30	0,8	0,4	0,10	1,0	1,0
5	0,1	0,7	0,3	0,07	0,5	1,0		-	-	0,07	0,6	1,0
6	0,07	0,5	0,1	0,07	0,3	0,7		-	-	0,08	0,1	0,6
7	0,07	1,0	0,1	0,10	0,3	0,7		-	-	0,10	0,6	1,0
8	0,06	0,7	0,4	0,09	0,5	1,0		-	-	0,11	0,5	0,5
9	0,06	1,0	0,1	0,05	0,1	0,5		-	-	0,17	0,1	0,6
10	0,09	0,5	0,1	0,14	0,3	0,6		-	-	-	-	-
Значения обобщенных показателей												
-	$E_{нсу1} =$ 0,749	$E_{нсу2} =$ 0,276	-	$R_{нсу1} =$ 0,317	$R_{нсу2} =$ 0,755	-	$Q_{нсу1} =$ 0,720	$Q_{нсу2} =$ 0,431	-	$N_{нсу1} =$ 0,504	$N_{нсу2} =$ 0,845	
Случай 1.												
Макрофакторы: отсутствие военных угроз, экономическая стабильность, финансирование на требуемом уровне, удовлетворительная оснащенность войск РЭБ, направленность концепций и ГПВ на накопление НТТЗ.												
Веса обобщенных показателей для случая 1												
$s^e = 0,82$			$s^r = 0,06$			$s^q = 0,06$			$s^n = 0,06$			
Значения глобального показателя для случая 1.												
Направление 1: $W_{нсу1} = 0,82 \cdot 0,749 + 0,06 \cdot 0,317 + 0,06 \cdot 0,720 + 0,06 \cdot 0,504 \approx 0,71$												
Направление 2: $W_{нсу2} = 0,82 \cdot 0,276 + 0,06 \cdot 0,755 + 0,06 \cdot 0,431 + 0,06 \cdot 0,845 \approx 0,35$												
$W_{нсу1} > W_{нсу2}$												
Случай 2.												
Макрофакторы: наличие локальных конфликтов, относительная экономическая стабильность, удовлетворительное финансирование, удовлетворительная оснащенность войск РЭБ.												
Веса обобщенных показателей для случая 2												
$s^e = 0,25$			$s^r = 0,25$			$s^q = 0,25$			$s^n = 0,25$			
Значения глобального показателя для случая 2												
Направление 1: $W_{нсу1} = 0,25 \cdot 0,749 + 0,25 \cdot 0,317 + 0,25 \cdot 0,720 + 0,25 \cdot 0,504 \approx 0,57$												
Направление 2: $W_{нсу2} = 0,25 \cdot 0,276 + 0,25 \cdot 0,755 + 0,25 \cdot 0,431 + 0,25 \cdot 0,845 \approx 0,58$												
$W_{нсу1} \approx W_{нсу2}$												
Случай 3. Макрофакторы: наличие глобальных военных угроз, экономическая нестабильность, недостаточное финансирование, низкая оснащенность войск, направленность директивных документов на формирование и оснащение новых войсковых формирований и переоснащение существующих.												
Веса обобщенных показателей для случая 3												
$s^e = 0,05$			$s^r = 0,6$			$s^q = 0,05$			$s^n = 0,3$			
Значения глобального показателя для случая 3												
Направление 1: $W_{нсу1} = 0,05 \cdot 0,749 + 0,60 \cdot 0,317 + 0,05 \cdot 0,720 + 0,30 \cdot 0,504 \approx 0,42$												
Направление 2: $W_{нсу2} = 0,05 \cdot 0,276 + 0,60 \cdot 0,755 + 0,05 \cdot 0,431 + 0,30 \cdot 0,845 \approx 0,74$												
$W_{нсу1} < W_{нсу2}$												

Таким образом, предложенный методический подход к обоснованию направлений сосредоточения усилий в развитии системы РЭБ позволяет:

- на количественной основе вырабатывать рекомендации по выбору рациональных НСУ, в наибольшей степени соответствующих задачам системы РЭБ в плановый период;
- выбрать наиболее эффективный путь преобразования существующего состояния

системы РЭБ в требуемое при наличии ограничений на ресурсы различного рода;

- всесторонне учитывать при постановке задач на проведение мероприятий по совершенствованию системы РЭБ реальные возможности органов управления РЭБ;
- заблаговременно создать в органах управления РЭБ нормативно-расчетную базу для планирования мероприятий по развитию системы РЭБ.

Список использованных источников

1. Буренок В.М., Ляпунов В.М., Мудров В.И. Теория и практика планирования и управления развитием вооружения. – М.: «Вооружение. Политика. Конверсия», 2004. – 419 с.
2. Надежность и эффективность в технике: Справочник. – Т. 3. – Л.: Машиностроение, 1988. – 328 с.
3. Буренок В.М., Косенко А.А., Лавринов Г.А. Техническое оснащение Вооруженных сил Российской Федерации: организационные, экономические и методологические аспекты. – М.: Граница, 2007. – 720 с.
4. Соколов А. Экспертные оценки критических ОНР федерального уровня // Межотраслевая информационная служба. – 1999. – № 1 (106).
5. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархии / Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.
6. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем / Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.
7. Рахманов А.А., Степанов Ю.И., Крюков Ю.В., Буренок В.М. Проблема сбалансированного развития системы вооружения Вооруженных Сил РФ в современных условиях // Экономика и производство. – 1999. – № 10-12.
8. Луценко А.Д., Бывших Д.М., Шарاپов А.И. Методика оценки относительной важности технологий создания специальных систем разведки и информационного обеспечения» // Вооружение и экономика. – 2008. – № 3 (3).
9. Боев А.С., Бывших Д.М., Коробейников А.С., Строкова Т.М. Анализ рисков при подготовке научно-технического и технологического задела инноваций // РИСК: Ресурсы. Информация. Снабжение. Конкуренция. – 2013. – № 3.

В.Н.Анищенко, доктор технических наук,
профессор

Метод расчета интервала корреляции навигационных полей для корреляционно-экстремальных систем навигации летательных аппаратов

В основе синтеза алгоритмов оперативного решения многовариантных задач планирования боевого применения авиационных комплексов с высокоточным вооружением лежит статистический подход к описанию свойств физических полей Земли, позволяющий устанавливать аналитическую взаимосвязь точностных характеристик корреляционно-экстремальных систем навигации и статистических характеристик навигационного поля, получивших название информативных характеристик. Среди проблем информационного обеспечения планирования применения указанных средств относительно самостоятельный блок проблем образуют вопросы высокоточной экспресс оценки информативных характеристик навигационных полей, исходная информация о которых представлена в графическом виде, например, в виде топографических карт. В работе обосновывается высокоточный и малозатратный метод расчета интервала корреляции, как одной из основных информативных характеристик полей в корреляционно-экстремальных системах навигации летательных аппаратов.

В настоящее время широкое распространение в бортовых системах управления (БСУ) и навигации пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов, прежде всего в БСУ высокоточных средств вооружения большой дальности, нашли применение системы навигации, работающие по физическим полям Земли различной природы. Сфера применения таких высокоточных систем ориентирования, способных функционировать совершенно автономно в широком диапазоне высот, скоростей, времени и дальности полета, отсутствия космических навигационных систем типа GPS и спутниковой связи, организации радиопротиводействия со стороны противника, а также множества иных условий делает системы навигации по физическим полям Земли актуальными и в настоящее время, и на удаленную перспективу.

Для применения летательных аппаратов (ЛА) с такими системами навигации, как правило, требуется заблаговременная подготовка полетной информации о маршрутах полета и характеристиках полей Земли, используемых для навигации в БСУ, что является совершенно необходимым при полетах на большие расстояния. Подготовка указанной информа-

ции осуществляется в специальных комплексах, получивших, в частности, название комплексов средств автоматизации подготовки полетных заданий (КСА ППЗ). В комплексах подготовки полетных заданий для авиационных комплексов (АК) с летательными аппаратами, для навигации которых используются корреляционно-экстремальные системы (КЭСН), работающие по физическим полям Земли (ФПЗ, далее – навигационное поле), на этапах планирования, в силу сверхбольшой вариантности и сложности решаемой задачи применения авиационных средств и вооружений, а также длительности реализации высокоточных алгоритмов, используются упрощенные алгоритмы оценки статистических (информативных) характеристик навигационных полей, связанных с точностными характеристиками КЭСН.

Упрощенные алгоритмы оценки информативности навигационных полей используются также при решении различных многовариантных задач планирования применения АК, таких, например, как прокладка маршрутов, выбор распределения зон коррекции на маршрутах в условиях противодействия со стороны противника с использованием воздушных и наземных

средств противовоздушной обороны (ПВО), оценки эффективности боевого применения летательных аппаратов и т.д.¹

В основе синтеза таких алгоритмов лежит статистический подход к описанию свойств ФПЗ, позволяющий устанавливать аналитическую взаимосвязь точностных характеристик КЭСН и статистических характеристик навигационного поля, что является принципиально важным при решении различных задач планирования применения рассматриваемых средств, в значительной степени упрощает процессы анализа навигационных полей, выбора параметров настройки корреляторов и решения ряда других вспомогательных задач подготовки полетной информации для АК. Наличие аналитической взаимосвязи точностных характеристик КЭСН со статистическими характеристиками навигационных полей позволяет по заданному уровню точности навигации определять граничные значения статистических характеристик навигационного поля и свести задачу оценки информативности к задаче определения статистических характеристик полей и сопоставления их с граничными значениями.

Анализ методов оценки точностных характеристик КЭСН, базирующихся на статистическом подходе к описанию навигационных полей, показывает, что независимо от используемого математического аппарата основными статистическими характеристиками навигационных полей, определяющими работоспособность КЭСН, являются интервал корреляции значений поля в заданных направлениях и их среднеквадратичное отклонение (СКО) [1, 2]. Данное обстоятельство обусловило тот факт, что одной из основных составляющих процесса решения задачи оценки информативности навигационного

поля при прокладке маршрутов полета ЛА, оснащенных КЭСН, является определение статистических характеристик этих полей на участках, которые могут рассматриваться как потенциальные зоны коррекции КЭСН.

Анализ существующих способов оценки СКО (σ) и интервала корреляции (ρ) значений поля показал, что наибольшую сложность и трудоемкость представляют алгоритмы расчета интервала корреляции.

Это обусловлено, в частности, тем, что само понятие интервала корреляции, хотя и не является новым, однако является неоднозначным и имеет различные определения в теории случайных процессов и случайных функций в зависимости от вида корреляционной функции исследуемого процесса. Существующие методы определения интервала корреляции базируются в основном на эвристических подходах («здравом смысле») без строгой привязки к какой-либо функции состояния исследуемого случайного процесса, как его объективной макроскопической (или интегральной) характеристике. Основаниями для определения интервала корреляции служат такие, например, исходные положения, как:

- временной интервал, на котором исчезает линейная зависимость между текущими значениями случайной функции, называется временем корреляции соответствующего случайного процесса²;

- интервал времени τ_k , на котором корреляционная функция, т.е. величина связи между значениями случайного процесса, уменьшается в M раз, называется интервалом или временем корреляции случайного процесса. Обычно $M=10$ или $M=e$, где e – натуральное число. Можно сказать, что значения случайного процесса, отличающиеся по времени на интервал корреляции, слабо связаны друг с другом³ и т.п.

1 Навигация, наведение и управление летательными аппаратами: Бортовая и наземная аппаратура комплексов навигации, управления и наведения / Материалы Всероссийской научно-технической конференции 20 – 21 сентября 2012 г., г. Москва, ГНЦ РФ ФГУП «ГосНИИАС» – М.: ГосНИИАС, 2012.

2 Временные характеристики случайного процесса: www.alnam.ru/book_kma.php?id=34.

3 Характеристики случайного процесса: http://www.sernam.ru/book_tec.php?id=18.

В целом, используемые алгоритмы расчета ρ основаны на вычислении корреляционной функции и дальнейшем ее преобразовании, зависящем от принятого метода определения интервала корреляции [3, 6, 9, 13]. Такой подход при исследовании случайных процессов приводит к необходимости производства многократных расчетов коэффициентов корреляции (автокорреляции) при различном сдвиге реализации (т.е. многократной обработки одних и тех же реализаций поля) и, как следствие, к большим затратам машинного времени.

Существуют и аналоговые коррелометры, но принцип их работы остается таким же [3, 6, 9, 13]. Кроме того, реализация изложенного подхода связана с определенными неточностями и «нечеткостью» получаемых оценок, что обусловлено принципиальной невозможностью равнозначного и полного использования в его рамках информации об ограниченных участниках процесса (или навигационного поля) при формировании корреляционной функции. Другим серьезным недостатком существующих методов оценки интервала корреляции является их чувствительность к видам корреляционных функций случайных процессов или навигационных полей [2], т.е. различные виды корреляционных функций требуют применения различных способов их обработки с целью определения интервала корреляции, что может приводить к затруднениям адекватной оценки, обобщения и сопоставления получаемых результатов.

Так, например, наиболее приемлемым для определения ρ экспоненциальных корреляционных функций типа:

$$\begin{aligned} R(\tau) &= \sigma^2 \exp(-\alpha|\tau|) \\ R(\tau) &= \sigma^2 \exp(-\alpha\tau^2), \end{aligned} \quad (1)$$

где: R – экспоненциальная корреляционная функция;

α – интеграл от корреляционной функции или от квадрата корреляционной функции;

τ – аргумент корреляционной функции,

является интегральный подход: интервал корреляции определяется как интеграл от нормированной корреляционной функции исследуемого процесса.

Для корреляционной функции, имеющей колебательный характер, типа

$$R^*(\tau) = R(\tau) \cdot \cos(\omega\tau), \quad (2)$$

где: R^* – корреляционная функция, имеющая колебательный характер;

R – экспоненциальная составляющая типа (1) корреляционной функции R^* , для которой параметр α может рассматриваться как коэффициент (или параметр) затухания колебаний корреляционной функции;

ω – параметр колебательности корреляционной функции,

наиболее приемлемым определением ρ будет являться интервал, на котором корреляционная функция принимает некоторое значение $R(\rho)$, поскольку интеграл от такого вида колебательной функции в значительной степени зависит от коэффициента затухания ее колебаний (α):

$$R(\rho) = k \cdot R(0),$$

где: $k \leq 1$ – заданный коэффициент;

$R(0)$ – значение корреляционной функции в нулевой точке.

Частным случаем приведенного определения ρ является интервал, на котором корреляционная функция обращается в ноль, т.е. когда корреляционная функция первый раз пересекает ось абсцисс – $X(k=0)$.

Неоднозначность определения интервала корреляции, и, как следствие, неоднозначность отражения таким параметром свойств различных корреляционных функций может приводить к получению различных оценок точностных характеристик КЭСН ЛА. При этом следует отметить, что контроль вида и свойств корреляционных функций навигационных полей при проведении широкомасштабных исследований и массовом производстве полетных заданий для АК на практике будет сложным и очень затруднительным. В связи с этим возникает задача

разработки робастных¹ методов расчета интервала корреляции, нечувствительных к виду корреляционной функции и однозначно отражающих с требуемой точностью свойства исследуемых полей в решаемых задачах.

Анализ современного математического аппарата исследования случайных функций и процессов показал, что наиболее приемлемое решение задачи определения интервала корреляции, свободное от ранее отмеченных недостатков, может быть получено на основе использования математического аппарата корреляционной теории выбросов случайных процессов в квазистационарной постановке [10, 12].

Рассмотрение свойств интервала корреляции как функции или интегрального параметра случайного процесса показывает, что наряду со статистическим смыслом (интервал, на котором случайные величины еще можно считать линейно зависимыми в среднем) эта величина характеризует степень изменчивости (пространственной или временной) случайного процесса, что делает ее родственной по существу со спектральными характеристиками исследуемого процесса (навигационного поля), также определяющими работоспособность и точностные характеристики КЭСН ЛА [1, 2]. Последнее обстоятельство имеет принципиальное значение в дальнейших рассуждениях о синтезе метода расчета интервала корреляции, удовлетворяющего сформулированным требованиям. Исходными теоретическими предпосылками для реализации указанного синтеза являются следующие.

Понятие интервала корреляции имеет смысл только для стационарных (квазистационарных) процессов, а вне этого свойства оно бессмысленно. Любой стационарный случайный процесс можно наряду с корреляци-

онной функцией характеризовать и вполне определенным спектром частот, что для колебательных в среднем стационарных случайных процессов является естественным. Энергетическая ширина спектра частот корреляционной функции однозначно связана с шириной корреляционной функции в районе глобального экстремума, которая в свою очередь связана с величиной интервала корреляции.

Следует отметить, что процессы, описываемые экспоненциальными корреляционными функциями, являются, как правило, широкополосными, а процессы, описываемые колебательными корреляционными функциями – узкополосными или квазигармоническими («цветными») [1, 2]. Для обоих типов процессов (широкополосных и квазигармонических) всегда можно указать некоторую характерную частоту, которая будет определять ширину энергетического спектра частот (наиболее характерный параметр для широкополосных случайных процессов) или величину преобладающей частоты колебаний исследуемого процесса (наиболее характерный параметр для узкополосных случайных процессов, для которых энергетический параметр определяется в основном преобладающей (в радиотехнике – несущей) частотой). Указанное значение характерной частоты случайного процесса и будет определять основные свойства корреляционной функции, а, следовательно, и величину интервала корреляции процесса.

Правомерность такого обобщения обусловлена наличием однозначной взаимосвязи между параметрами корреляционной функции и параметрами спектральных свойств стационарного случайного процесса [11].

Проявлением свойств колебательности в среднем любого стационарного случайного процесса является также существование такой его интегральной характеристики как среднее число выбросов значений этого процесса над некоторым фиксированным уровнем C , также однозначно связанной со спектральными и корреляционными характери-

1 Робастный – 1) Mathematics: robust – устойчивый к нарушениям исходных предпосылок – robust (statistics) 2) robust – об оценке в статистике, устойчивой к нарушению исходных предпосылок о свойствах исследуемых явлений и процессов / Универсальный русско-английский словарь: http://dic.academic.ru/dic.nsf/rus_eng_mathematics/

стиками исследуемого процесса (навигационного поля).

В целях установления взаимосвязи интервала корреляции навигационного поля с его некоторыми метрическими величинами рассмотрим, не нарушая общности рассуждений, взаимосвязь среднего числа выбросов случайного стационарного центрированного гауссовского процесса (с нулевым математическим ожиданием и дважды дифференцируемой в нуле корреляционной функцией) относительно некоторого фиксированного уровня C [10]:

$$N_{\xi}^{yd}(C) = \frac{1}{\pi} \cdot \sqrt{-r''_{\xi 0}} \cdot \exp\left(-\frac{C^2}{2\sigma_{\xi}^2}\right), \quad (3)$$

где: $N_{\xi}^{yd}(C)$ – удельное (связанное с единицей длины реализации) среднее число пересечений гауссовским стационарным случайным процессом (с нулевым математическим

ожиданием) некоторого фиксированного уровня C ;

σ_{ξ}^2 – дисперсия значений случайного процесса;

$r''_{\xi 0}$ – значение второй производной нормированной корреляционной функции в «нуле».

Коэффициент при экспоненте в формуле (3) обозначим как $\frac{1}{K}$, тогда

$$\frac{1}{K} = \frac{\pi}{\sqrt{-r''_{\xi 0}}}. \quad (4)$$

В таблице 1 приведены некоторые значения величин K , соответствующие различным видам корреляционных функций (где Δf_s – энергетическая ширина спектра стационарного случайного процесса [10]).

Таблица 1 – Значения величин коэффициента из формулы (4), соответствующие различным видам корреляционных функций

№ п/п	Вид корреляционной функции	$-r''_{\xi 0}$	Δf_s	K
1.	$(1 + \alpha \tau) \cdot \exp(-\alpha \tau)$	α^2	$\frac{1}{4}\alpha$	$\frac{\pi}{\alpha}$
2.	$\exp(-\alpha\tau^2)$	2α	$\sqrt{\frac{\alpha}{\pi}}$	$\sqrt{\frac{\pi}{2}}\alpha$
3.	$\frac{\sin\left(\Delta\omega \cdot \frac{\tau}{2}\right)}{\Delta\omega \cdot \frac{\tau}{2}}$	$\frac{1}{12} \cdot \Delta\omega^2$	$\frac{1}{2\pi} \cdot \Delta\omega$	$\sqrt{\frac{\pi}{12}} \cdot \frac{1}{\Delta\omega}$
4.	$\cos(\omega^2 \cdot \tau)$	ω_0^2	-	$\frac{\pi}{\omega_0}$
5.	$\left[1 + \alpha \tau + \frac{1}{3}(\alpha\tau)^2\right] \cdot \exp(-\alpha \tau)$	$\frac{1}{3}\alpha^2$	$\frac{3}{16}\alpha$	$\frac{\pi}{\sqrt{3}\alpha}$
6.	$\left[1 + \alpha \tau - 2(\alpha\tau)^2 + \frac{1}{3}(\alpha \tau)^3\right] \cdot \exp(-\alpha \tau)$	$5\alpha^2$	$\frac{1}{2}\alpha$	$\frac{\pi}{\sqrt{5}\alpha}$
7.	$\left[1 + (\alpha\tau)^2\right]^{\frac{1}{2}}$	α^2	-	$\frac{\pi}{\alpha}$
8.	$\left[1 + (\alpha\tau)^2\right]^{-1}$	$2\alpha^2$	$\frac{1}{\pi\alpha}$	$\frac{\pi}{\sqrt{2}\alpha}$
9.	$\operatorname{sech}(\alpha\tau)$	α^2	$\frac{1}{\pi\alpha}$	$\frac{\pi}{\alpha}$

Рассмотрим регулярную совокупность уровней, задаваемых следующим выражением:

$$C_i = \Delta \cdot i \tag{5}$$

где: Δ – дискрет квантования уровней;
 $i \in Z$ – номер уровня, $Z = \{-\infty, +\infty\}$.

Исходя из формулы (3), можно вывести формулу (6) определения суммы удельных средних чисел пересечения рассматриваемым случайным процессом всего бесконечно-

го множества $Z = \{-\infty, +\infty\}$ уровней (рисунок 1):

$$N_{\Sigma}^{y\partial} = \sum_{i=-\infty}^{+\infty} N_i^{y\partial}(C_i) = \frac{1}{K} \cdot \sum_{i=-\infty}^{+\infty} \exp\left(-\frac{(\Delta i)^2}{2\sigma_{\xi}^2}\right), \tag{6}$$

где $N_{\Sigma}^{y\partial}$ – суммы удельных средних чисел пересечения рассматриваемым случайным процессом всего бесконечного множества Z уровней.

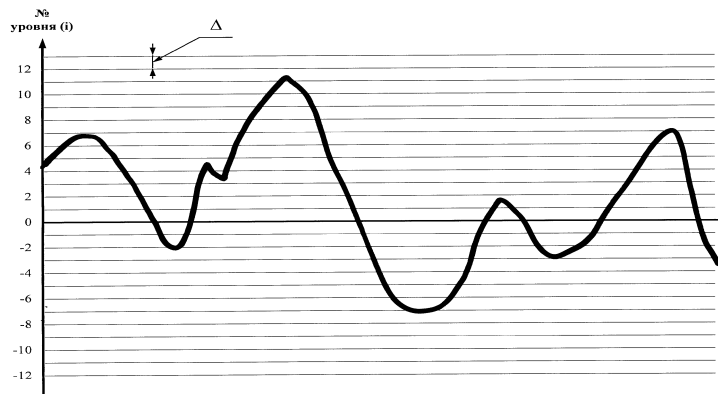


Рисунок 1 – Схема пересечения исследуемой реализацией случайного процесса с множеством регулярных уровней заданной дискретности Δ

Обозначим $y = \frac{\Delta}{\sqrt{2}\sigma_{\xi}}$, тогда выражение

(6) можно представить в виде:

$$N_{\Sigma}^{y\partial} = \frac{1}{K} \cdot \sum_{i=-\infty}^{+\infty} \exp(-iy^2). \tag{7}$$

Рассмотрим функцию

$$f(y) = \sum_{i=-\infty}^{+\infty} \exp(-iy^2). \tag{8}$$

Можно показать, что правая часть уравнения (8) есть разложение в бесконечный ряд по экспоненциальным функциям гиперболического выражения вида [7, 8]

$$f(y) = \frac{\sqrt{3}}{y}. \tag{9}$$

На рисунке 2 представлен полученный расчетным путем график функции $f(y) = \sum_{i=-\infty}^{+\infty} \exp(-iy^2)$, построенный в системе координат $f(y), \frac{1}{y}$, который имеет линейный характер с углом наклона прямой

$\phi = \frac{\pi}{3}$ [рад]. Функция $f^{-1}(y) = \frac{1}{f(y)}$ также

имеет линейный характер, только с углом наклона прямой $\phi = \frac{\pi}{6}$ [рад] в системе координат

$f^{-1}(y), y$, т.е. $f^{-1}(y) = \frac{1}{f(y)} = \frac{y}{\sqrt{3}}$. Иными

словами, рисунок 2 является графическим подтверждением идентичности выражений (8) и (9).

Подставляя формулу (9) в (7), можно получить:

$$N_{\Sigma}^{y\partial} = \frac{\sqrt{3}}{K y}. \tag{10}$$

При этом, среднее число пересечений случайным процессом произвольной длины L всего бесконечного множества уровней Z с учетом того, что $y = \frac{\Delta}{\sqrt{2}\sigma_{\xi}}$, может быть определено по формуле:

$$N_{\Sigma}(L) = L \cdot N_{\Sigma}^{y\partial} = \frac{L \cdot \sqrt{3}}{K y} = \frac{\sqrt{6} L \sigma_{\xi}}{K \Delta}. \tag{11}$$

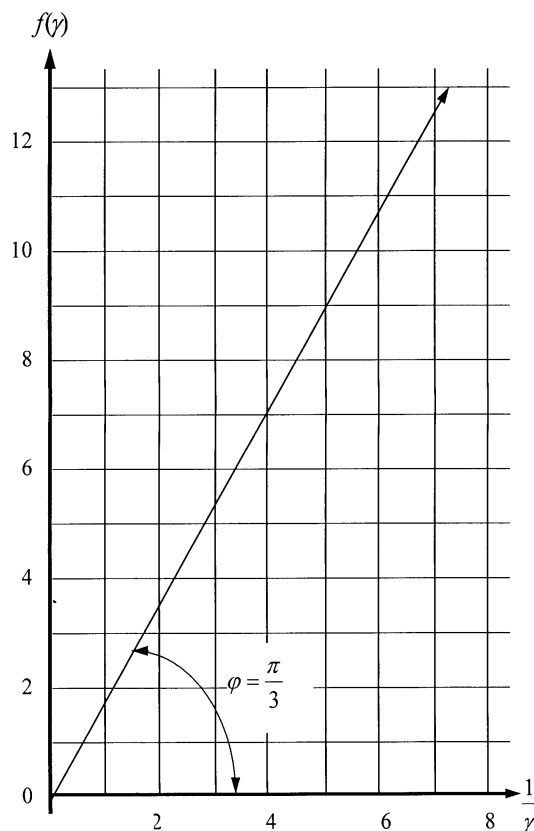


Рисунок 2 – График функции $f(\gamma)$ в системе координат $f(\gamma), \frac{1}{\gamma}$

При использовании информации о реальных физических полях Земли все параметры, входящие в уравнение (11), за исключением коэффициента k , могут быть легко инструментально измерены или рассчитаны. Исходя из формулы (11), коэффициент k при известных значениях Δ , N_{Σ} , а также статистических характеристик и размеров исследуемого участка поля: σ , L , может быть определен по формуле:

$$k = \frac{\sqrt{6} \cdot \sigma \cdot L}{N_{\Sigma} \cdot \Delta} \tag{12}$$

Выясним физическую сущность коэффициента k .

На основе сопоставления формулы (3) с данными, приведенными в таблице, можно показать, что $N_{\xi}^{y0}(C)$ есть не что иное, как своего рода характеристика колебательности централизованного случайного процесса относительно уровня C , а величина $\frac{1}{k}$ – есть удельное среднее число пересечений случай-

ным процессом нулевого уровня, то есть характеризует в среднем колебательность централизованного процесса относительно нулевого уровня. Если учесть, что любой централизованный гармонический процесс на интервале, равном периоду его колебаний, дважды пересекает нулевой уровень, то для него справедливым является следующее соотношение:

$$f^* = \frac{1}{2k} \tag{13}$$

или

$$T = \frac{1}{f} = 2 \cdot k, \tag{14}$$

где: f^* – частота колебаний гармонического процесса,

T – период колебаний гармонического процесса.

Корреляционная функция такого гармонического процесса будет являться также периодической незатухающей функцией, для которой интервал корреляции может быть строго

определен как интервал, на котором корреляционная функция обращается в ноль, тогда

$$\rho = \frac{T}{4} = \frac{\kappa}{2}, \quad (15)$$

где ρ – интервал корреляции гармонического процесса.

Для нестроого множества квазипериодических процессов (квазигармонических), представляющих собой сумму гармонической (моноколебание) и негармонической (широкополосной) составляющих, величина f^* , определяемая по формуле (13), будет являться частотой гармонической составляющей, или преобладающей частоты процесса. Корреляционная функция квазигармонического процесса будет иметь колебательный характер, например, типа затухающего косинуса:

$$r(\tau) = r_w(\tau) \cos(\omega \tau), \quad (16)$$

где $r_w(\tau)$ – корреляционная функция аperiodической (широкополосной) составляющей, или функция, имеющая аperiodический вид или характер.

В этом случае величина преобладающей частоты будет определяться по формуле:

$$f^* = \frac{\omega}{2\pi}, \text{ а величина } \rho = \frac{\kappa}{2} \text{ будет являться}$$

интервалом, на котором корреляционная функция вида (16) обращается в ноль, и поэтому она может рассматриваться как интервал корреляции квазигармонического процесса.

Для широкополосных процессов, не имеющих ярко выраженного колебательного характера, величина f^* вида (13) может рассматриваться как аналог энергетической ширины спектра частот Δf^* (см. таблицу). При этом если величину κ для широкополосного процесса, описываемого недифференцируемой дважды в нуле корреляционной функцией, определить как

$$\kappa = \frac{1}{2 \cdot \Delta f^*}, \quad (17)$$

где Δf^* – энергетическая ширина спектра частот рассматриваемого процесса, то можно показать, что для корреляционной функции

типа $r(\tau) = \exp(-\alpha|\tau|)$, которая не является дважды дифференцируемой в нуле, справедливым является следующее выражение:

$$\rho' = \int_0^{\infty} r(\tau) d\tau = \frac{1}{\alpha}.$$

Исходя из линейной взаимосвязи обратной величины параметра κ с величиной энергетического спектра частот (см. выражение (17)), можно, по аналогии с дважды дифференцируемыми в нуле корреляционными функциями, для рассматриваемой экспоненциальной корреляционной функции, принять

$$\frac{\kappa}{2} = \frac{1}{\alpha} = \rho',$$

где $\rho' = \int_0^{\infty} r(\tau) d\tau$ – есть интервал корреляции, соответствующий одному из существующих определений, как интервал, равный интегралу от нормированной корреляционной функции.

Строгость или допустимость такого подхода к определению параметра κ (см. формулу (12)) для широкополосных процессов, описываемых недифференцируемыми дважды в нуле корреляционными функциями, была установлена автором только экспериментально.

Эксперимент проводился с использованием топографических и соответствующих высокоточных цифровых карт местности с различными типами рельефа: равнинный, холмистый, смешанный, включая предгорья и невысокие горы, для которых можно было формировать высокоточные цифровые карты. Протяженность исследуемых участков местности характеризовалась сотнями километров в обоих направлениях. Выборочно экспериментальные исследования были проведены с использованием цифровых карт магнитного поля Земли и синтезируемым по ним графическим изображениям. Результаты экспериментов показали высокую сходимость результатов оценки интервала корреляции, получаемых на основе использования изложенного в статье метода и классических методов, основанных на расчете корреляцион-

ной функции: расхождения не превышали 3%, что может объясняться точностью (дискретностью) используемой исходной цифровой информации.

Обобщая изложенное, можно заключить следующее: величина $\rho = \frac{\kappa}{2}$, где κ – параметр, определяемый выражением (12), есть характеристика корреляционной функции стационарного случайного процесса, по сущности совпадающая с такой характеристикой случайного процесса, как интервал корреляции, обладает всеми свойствами, присущими различным определениям интервала корреляции, ставшими классическими, свободна от частных недостатков этих определений, и является измеримой на всем множестве стационарных или квазистационарных случайных процессов независимо от вида их корреляционных функций.

Кроме того, величина $\rho = \frac{\kappa}{2}$ однозначно связана с амплитудно-частотными характеристиками описываемых навигационных полей (или случайных процессов) и тем самым обеспечивает сопоставимость результатов исследований стохастических систем, в том числе и таких, как КЭСН. При этом оценки свойств исследуемых стохастических систем, получаемые на основе определения параметра $\rho = \frac{\kappa}{2}$, обеспечивают инвариантность результатов, независимо от вида корреляционных функций используемых полей и случайных процессов. Иными словами можно сказать, что величина $\rho = \frac{\kappa}{2}$ может являться критерием подобия различных случайных процессов, которые могут быть отнесены к классу стационарных или квазистационарных.

Рассмотрим алгоритм вычисления интервала корреляции, определяемого формулой (15), навигационного поля на примере поля высот (h) рельефа местности.

Подставляя выражение (12) в формулу (15), можно получить

$$\rho_h^L = \frac{\sqrt{6} \cdot \sigma_h^L \cdot L}{N_{\Sigma} \cdot \Delta}, \quad (18)$$

где σ_h^L – СКО высот поля на обрабатываемой реализации длиной L .

Произведение $N_{\Sigma} \cdot \Delta$ есть ни что иное, как сумма модулей приращений поля Δh между уровнями C_i (рисунок 1). Дискретный характер уровней C_i может приводить к потере части информации, содержащейся в исследуемой реализации поля. Эту теряемую часть информации можно охарактеризовать величиной ошибок δh представления данных, обусловленных квантованием значений поля. В общем случае дисперсия таких ошибок при $\Delta \leq \sigma_h$ может оцениваться по формуле:

$$\sigma_{\delta h}^2 \approx (m \cdot \Delta)^2,$$

где: $\sigma_{\delta h}$ – СКО ошибок описания поля, обусловленных квантованием его значений в модели;

m – коэффициент пропорциональности, зависящий от закона распределения значений исследуемого поля.

Исходя из выражения (3) с учетом выше приведенной формулы оценки $\sigma_{\delta h}^2$ и применения методов теории чувствительности [4], может быть получена следующая формула для оценки СКО ошибок определения интервала корреляции поля, обусловленных дискретностью обработки информации:

$$\sigma_{\delta \rho_h} \approx \frac{d \rho_h}{d \sigma_h} \cdot \sigma_{\delta h} = \frac{\sqrt{6}}{2} \cdot \frac{L}{N_{\Sigma} \cdot \Delta} \cdot \sigma_{\delta h}, \quad (19)$$

при этом следует отметить, что

$$\lim_{\Delta \rightarrow 0} \left(\frac{\sigma_{\delta \rho_h}}{\rho_h} \right) = \lim_{\Delta \rightarrow 0} \left(\frac{\sigma_{\delta h}}{\sigma_h} \right) = \lim_{\Delta \rightarrow 0} \left(\frac{m \cdot \Delta}{\sigma_h} \right) = 0. \quad (20)$$

При работе с цифровыми картами поля, имеющими матричный, дискретный характер

$$\lim_{\Delta \rightarrow 0} (\Delta \cdot N_{\Sigma}) = \sum_i |\Delta h_i|, \quad (21)$$

где: $\Delta h_i = h_{i+1} - h_i$;

h_i – значение поля в i -й точке реализации.

Можно показать, что при непрерывной форме записи поля и ориентации реализаций в направлении оси X

$$\lim_{\Delta \rightarrow 0} (\Delta \cdot N_{\Sigma}) = \int_L |dh| = \int_L \left| \frac{\delta h}{\delta x} \right| dx = l,$$

где: l – длина кривой исследуемой реализации поля;

$\frac{\delta h}{\delta x}$ – частная производная многомерной функции h по координате x .

Из анализа полученных результатов следует, что рассмотренный предельный переход (21) позволяет реализовать потенциально достижимую точность расчета интервала корреляции поля, при этом процесс расчетов может быть существенно упрощен путем применения следующего математического приема. Подставляя выражение (21) в формулу (18) можно получить:

$$\rho_h^L = \frac{\sqrt{1,5} \cdot \sigma_h^L \cdot L}{\sum_i |h_{i+1} - h_i|}, \quad (22)$$

где ρ_h^L – интервал корреляции значений поля на исследуемой реализации длиной L .

Интервал корреляции ρ_h двумерных изображений поля может определяться по формуле:

$$\rho_h = M[\rho_h^L] = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \rho_{h_i}^L, \quad (23)$$

где: N – число обрабатываемых одномерных реализаций поля в заданном направлении, образующих его двумерное изображение;

$\rho_{h_i}^L$ – оценка ρ_h на i -й реализации поля.

Таким образом, изложенный подход позволяет реализовать качественно новые возможности решения задачи оценки интервала корреляции случайного процесса или физического поля Земли по их цифровым картам, а именно:

- исключить необходимость вычисления корреляционной функции и, как следствие, существенно упрощать процесс расчетов ρ_h по цифровым картам;

- реализовать потенциально достижимую точность расчетов по имеющейся информации, при этом исключаются «нечеткие» вычисления, характерные для случая расчета

корреляционной функции по ограниченной реализации поля.

Входящая в выражение (22) величина СКО значений поля σ_h может рассчитываться с использованием любого известного в теории вероятностей способа [5].

Принципиально новым и практически важным приложением изложенного метода оценки интервала корреляции физического поля Земли является возможность его применения при работе с топографическими картами местности без их преобразования в цифровую или иную форму, для которых дискретное представление информации о высотах рельефа местности является естественным и отражается изолиниями (или горизонталями). Для получения максимально точной оценки интервала корреляции высот рельефа местности на заданном маршруте по топографической карте достаточно определить число пересечений линии рассматриваемого маршрута с горизонталями (или изолиниями) топографической карты и максимальную величину разброса высот рельефа местности по линии маршрута (максимальную и минимальную высоты). Если требуется определить интервал корреляции высот рельефа местности в поперечном направлении, например, в пределах зоны неопределенности пролегания маршрута, то указанные операции необходимо повторить по всем выбранным поперечным сечениям исследуемого района пролегания маршрута.

Практические приложения изложенного метода определения статистических характеристик рельефа местности по топографическим картам могут найти применение и при планировании боевых действий с применением различной техники и вооружения, а также при выполнении различных изыскательских, масштабных строительных и иных работ на местности. При этом наиболее целесообразным является использование топографических карт масштаба $M 1:200\ 000$, а при необходимости $M 1:100\ 000$ и более крупных масштабов.

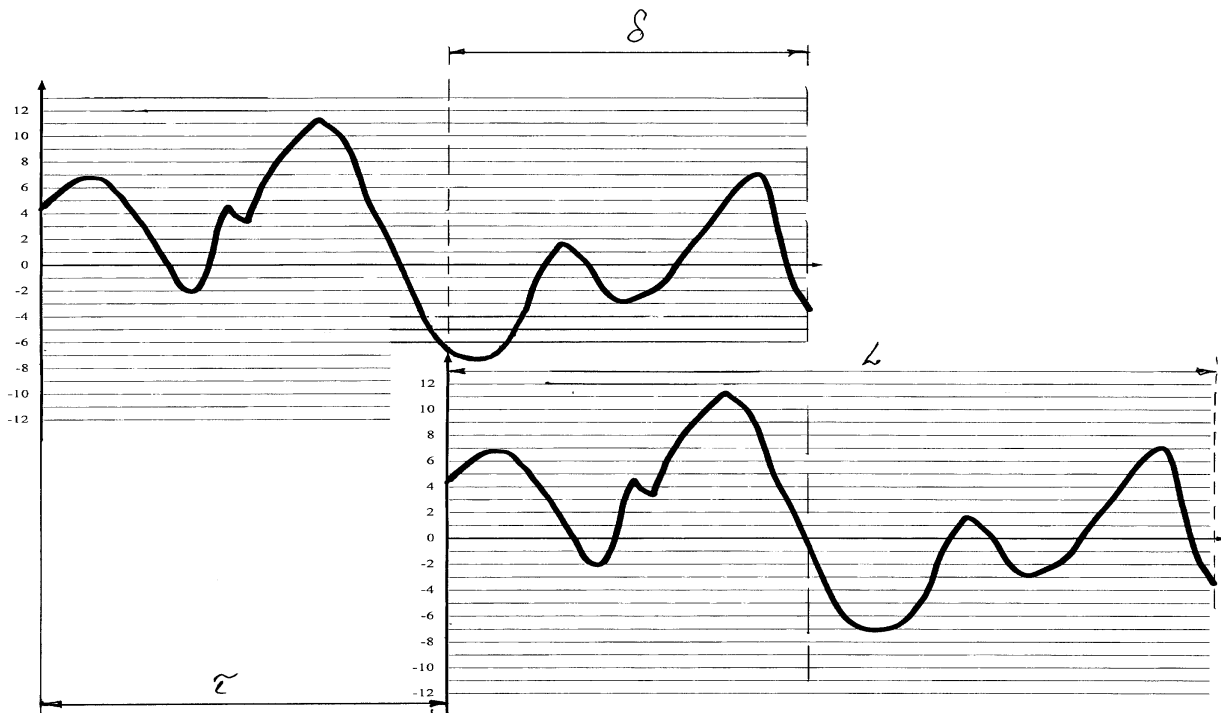


Рисунок 3 – Изменение доверительного интервала оценки коэффициента корреляции

Результаты применения указанного метода на практике показывают, что для его освоения пользователям потребуется совсем немного времени (не более 1-2 часов), а производительность будет характеризоваться 2-3 минутами (максимум) на один стандартный лист топографической карты одного из вышеназванных масштабов при точности получаемых оценок, характеризуемой предельными ошибками не более 10%¹.

Весьма удобным представляется использование изложенного метода оценки интервала корреляции при проведении графоаналитических исследований каких-либо циклических явлений, например, экономических, имеющаяся информация о которых может быть получена лишь в объеме единичных или нескольких циклов. При таком ограниченном объеме данных об исследуемом явлении традиционные методы оценки интервала корреляции путем определения корреляционной

функции² не могут применяться по принципиальным соображениям:

1. Объемы статистических данных для различных точек корреляционной функции могут значительно отличаться и, как следствие, доверительные интервалы для получаемых оценок будут различными: минимальный доверительный интервал оценки коэффициента корреляции будет иметь место для нулевой точки корреляционной функции (т.е. в ее максимуме). С удалением τ от нулевой точки корреляционной функции доверительный интервал для получаемых оценок интервала корреляции будет расти и может превышать величину самого оцениваемого параметра, в силу уменьшения перекрытия $\delta = (L - \tau)$ обрабатываемого участка реализации случайного процесса (рисунок 3).

2. Требуемая величина смещения реализации τ , на котором определяется текущий ко-

1 Для справки: один лист топографической карты масштаба М 1:100 000 отражает район местности порядка 120-160 км² в зависимости от географической широты исследуемого участка; соответственно М 1:200 000 – до 600 км².

2 Строго говоря, здесь и ранее говорится о формировании и обработке автокорреляционных функций исследуемого процесса, но в теории случайных процессов на этом обстоятельстве не всегда акцентируется внимание, поскольку для многих задач, как и для рассматриваемой в настоящей работе, оно не имеет принципиального значения.

эффицент корреляции при формировании корреляционной функции, может быть соизмерима с величиной L имеющейся реализации исследуемого процесса и статистический объем данных для таких точек будет исчезающе мал.

3. В силу проявления изложенных обстоятельств, небольшой объем статистический данных, содержащихся в обрабатываемой реализации исследуемого процесса протяженностью в несколько циклов (например, 1-3), при использовании традиционного подхода не позволяет получать достоверных оценок интервала корреляции исследуемого процесса.

Кроме того следует учитывать, что допустимость использования статистического подхода ограничивается требованием стационарности исследуемого случайного процесса. На практике выполнение этого требования, как правило, связывают с допущением о квазистационарности исследуемого процесса, а правомерность использования такого допущения обычно является обоснованной лишь для весьма ограниченных участков, протяженностью в единицы циклов или несколько интервалов корреляции. Интервал корреляции обычно используется в качестве статистической меры подобия или протяженности (длины) случайного процесса. Предложенный в настоящей работе подход к оценке интервала корреляции стационарного (квазистационарного) случайного процесса свободен от указанных недостатков и ограничений и

позволяет в полном объеме и «равнопрочно» использовать всю информацию об исследуемом процессе, содержащуюся в его доступной для исследователя реализации.

Таким образом, изложенный подход к оценке интервала корреляции по числу пересечений реализации исследуемого случайного процесса с множеством дискретных уровней (например, изолиний на топографической карте) обеспечивает получение робастных оценок интервала корреляции случайного процесса (в том числе и по реализациям «сильно» ограниченной «длины»), нечувствительных к виду корреляционной функции, измеримых на всем множестве корреляционных функций и однозначно отражающих с максимальной для данного объема статистической информации точностью статистические свойства исследуемых явлений. Трудоемкость изложенного метода весьма невелика, что обеспечивает возможность и простоту его практического применения при проведении графоаналитических исследований случайных процессов, независимо от природы исследуемых явлений. Использование данного метода предоставляет широкие возможности при решении различных задач, в частности, задач статистического анализа экономических систем и реализуемых ими процессов, их динамических и циклических свойств, свойств устойчивости и управляемости и т. д.

Список использованных источников

1. Баклицкий В.К. Корреляционно-экстремальные методы навигации и наведения. – Тверь: ТО «Книжный клуб», 2009.
2. Белоглазов И.Н., Джанджгава Г.И., Чигин Г.П. Основы навигации по геофизическим полям. – М.: Наука, 1985.
3. Волков В.Л. Измерительные информационные системы: Учебное пособие. – Арзамас: АПИ НГТУ, 2008.
4. Томович Р., Вукобратович М. Общая теория чувствительности / Пер. с сербск. и англ. – М., 1972.
5. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей: Учебник. – Изд. 9-е. – М.: ЛКИ, 2007.
6. Методы и средства оперативного анализа случайных процессов: Учебное пособие / Автор/создатель: Пивоваров Ю.Н., Тарасов В.Н., Селищев Д.Н., 2004: <http://window.edu.ru/library/pdf2txt/436/19436/2648/page15>.

7. Письменный Д.Т. Курс лекций по высшей математике. – М.: «Айрис Пресс», 2005. – Часть 2.
8. Савельева Р.Ю. Высшая математика. Теория рядов // Математика. – 2013. – № 14.
9. Теория электрической связи: Учебное пособие / К.К.Васильев, В.А.Глушков, А.В.Дормидонтов, А.Г.Нестеренко; под общ. ред. К.К.Васильева. – Ульяновск: УлГТУ, 2008.
10. Тихонов В.И. Выбросы случайных процессов. – М.: Наука, 1970
11. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника. – 2-е изд. – М.: Радио и связь, 1982.
12. Тихонов В.И., Хищенко В.И. Выбросы траекторий случайных процессов. – М.: Наука, 1987.
13. Цапенко М.П. Измерительные информационные системы. Структуры и алгоритмы, системотехническое проектирование. – М.: Энергоатомиздат, 1985.

В.И.Бабенков, доктор военных наук,
профессор

А.В.Бабенков, кандидат экономических
наук, доцент

Задачи и направления совершенствования интегрированной системы материально-технического обеспечения с применением современных логистических концепций

В статье обоснованы основные факторы создания, основные направления и приоритетные задачи совершенствования интегрированной системы материально-технического обеспечения военной организации государства на современном этапе ее развития, в том числе с применением инновационных логистических концепций.

Состояние и развитие военно-политических и экономических условий оказывают непосредственное влияние на изменения в политической, экономической, социальной и военной областях государства, которые характеризуются развитием рыночных отношений, децентрализацией управления национальной экономикой, а также проводимой реструктуризацией в военной организации.

На современном этапе становится очевидной необходимость формирования новой военной организации государства, которая должна стать компактной, мобильной, технически высокооснащенной структурой, хорошо подготовленной и способной эффективно выполнять задачи обороны страны.

Основными задачами развития военной организации являются приведение структуры, состава и численности ее компонентов в соответствие с задачами в мирное время, в период непосредственной угрозы агрессии и в военное время с учетом выделения на эти цели достаточного количества финансовых, материальных и иных ресурсов, планируемое количество и сроки выделения которых отражаются в документах планирования долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации; создание интегрированных структур материально-технического, социального, медицинского и научного обеспечения в Вооруженных Силах и других

войсках. Это наиболее принципиальные положения военной доктрины¹, которые пронизывают всю концепцию военного строительства.

В этой связи значимым для военной организации является Указ Президента РФ от 6 июля 2010 г. № 843 «О составе Вооруженных сил Российской Федерации», в котором определены новая структура управления и система материально-технического обеспечения (МТО) ВС РФ, являющаяся связующим звеном между экономикой страны и ее военной организацией.

Направленность военного строительства определяется принципом эффективного военно-экономического обеспечения и достаточного финансирования Вооруженных Сил и других войск, поддержания способностей экономики страны обеспечить потребности военной организации.

В монографии С.Ф. Видулова, Г.А. Лавринова [1] убедительно доказано, что актуальность этих требований стала значительнее в современных условиях ликвидации последствий экономического кризиса, поскольку в связи с формированием и развитием в России новых форм хозяйствования, логистиче-

1 Ст.ст. 30-34 Военной доктрины Российской Федерации (утверждена Указом Президента РФ от 5 февраля 2010 г. № 146 // Собрание законодательства РФ. 15.02.2010, № 72, Ст. 724.

ских, производственных, торговых, транспортных и информационных систем, разработкой и внедрением ряда федеральных и региональных программ для вхождения в мировое экономическое и информационное пространство важно создать структуры и способы всестороннего обеспечения военной организации, способные повысить эффективность проводимой военной реформы и военного строительства, на основе новых моделей ее

взаимодействия с экономическим комплексом страны.

Национальная экономика как макроэкономическая структура обеспечивает ВС РФ исходя из наличия ресурсов, определенных в государственном бюджете на национальную оборону. При этом ресурсы (услуги), выделяемые государством на материально-технические нужды ВС РФ, осуществляются через соответствующую систему МТО (рисунок 1) [2].



Рисунок 1 – Роль и место системы МТО в национальной экономике

Основными факторами, обуславливающими необходимость создания интегрированной системы МТО и ее развития, являются [3]:

сокращение численности ВС РФ мирного времени в целом и органов систем тылового и технического обеспечения, в частности, в результате которого сложилось объективное противоречие между структурой и составом органов МТО, количеством функций (задач), возложенных на эти органы и их возможностями, с учетом перспективы развития до 2020 года;

укрупнение военных округов, создание новых межвидовых оперативно-стратегических объединений и их соединений, частей и организаций (СЧО) МТО;

прогнозируемые изменения форм и способов применения ВС РФ и других войск, их МТО в мирное и военное время;

наличие бюджетных ограничений и задача рационального расходования средств, выделенных на нужды МТО войск (сил);

экономическая неэффективность реализации отдельных специфических функций силами личного состава ВС РФ;

постепенный переход ВС РФ на систему услуг, предоставляемых сторонними организациями с целью высвобождения личного состава воинских частей постоянной готовности и СЧО МТО от ряда хозяйственных функций;

совершенствование организационно-экономической формы хозяйствования, в том числе путем дальнейшего расширения участия гражданского сектора национальной экономики в МТО войск (сил);

сокращение избыточной инфраструктуры МТО, которая не оказывает непосредственного влияния на уровень боевой готовности ВС РФ.

Анализ вышеизложенных факторов, проблем и противоречий обуславливает необходимость дальнейшего исследования роли системы МТО в военном строительстве и национальной экономике, а также направлений ее совершенствования (рисунок 1).

Основанием для этого являются: анализ и обобщение потребностей войск (сил), истребование объемов продукции и услуг; распределение и поставка ресурсов; доведение ресурсов до соединений, частей, подразделений, военнослужащих и их потребление. Обратив внимание на рисунок, можно составить четкое представление, каким образом система МТО интегрирована в структуру национальной экономики. Следовательно, она выполняет функции связующего звена между национальной экономикой и военной организацией государства. Являясь одной из систем всестороннего обеспечения ВС РФ, она включает в себя органы управления, силы и средства, предназначенные для решения задач материального, транспортного, технического и других видов обеспечения войск (сил) в мирное и военное время.

Переход ВС РФ к новому облику вызывает, в свою очередь, необходимость инновационного развития системы их обеспечения. Это требует пересмотра ее функций, оптимизации организационно-штатных структур и, в целом, приведения возможностей системы МТО в соответствие с решаемыми войсками задачами.

Сущность такого развития заключается в создании условий для гарантированного МТО войск (сил) в их новом облике, поддержания устойчивого управления, совершенствования форм экономической деятельности посредством формирования органов управления, соединений, частей и организаций МТО, совершенствования их технического оснащения, оптимизации запасов, совершенствования взаимодействия и развития государственно-частного партнерства, избавления от избытка инфраструктуры.

Результаты исследований показали, что основными направлениями и приоритетными задачами развития системы МТО военной организации в современных условиях являются [3]:

межведомственная и межвидовая интеграция систем тылового и технического обеспечения ВС РФ и других войск, а также субъектов экономики, с учетом обоснования перечня государственных и коммерческих организаций, предоставляющих услуги по видам МТО на договорной основе;

переоснащение соединений, воинских частей и организаций МТО современными образцами вооружения, военной и специальной техники в рамках Государственной программы вооружения на 2011–2020 годы;

создание центров материально-технического обеспечения (ЦМТО) и их филиалов в военных округах;

организация работ по автоматизации учета материально-технических средств с применением технологий штрихового кодирования и последующим выходом на систему индивидуального учета обеспечения военнослужащих;

оптимизация состава, структуры и технической оснащенности органов управления, соединений, воинских частей и организаций МТО в соответствии с новыми формами и способами применения ВС РФ;

совершенствование систем эксплуатации, ремонта на основе реализации принципиально новых системных подходов и требований

к содержанию и восстановлению вооружения, военной и специальной техники;

совершенствование системы управления МТО на основе ее автоматизации и реализации новых информационно-аналитических технологий.

Цель развития интегрированной системы МТО – оптимизация состава и структуры, сил и средств МТО ВС РФ и других войск, выбор рациональных способов выполнения мероприятий и управления МТО, направленных на поддержание требуемого уровня боевой готовности и боеспособности войск (сил) в мирное время по наличию исправных (готовых к боевому применению) вооружения, военной и специальной техники, ракет, боеприпасов, средств индивидуальной экипировки военнослужащих, военно-технического имущества и других материальных средств, обеспечивающих полную реализацию боевого потенциала в военное время.

Развитие интегрированной системы МТО должно осуществляться за счет: адаптации к современным экономическим условиям, передачи ряда хозяйственных функций материального, транспортного, технического, ветеринарно-санитарного обеспечения войск (сил) сторонним организациям, при условии соблюдения ими установленных нормативных требований к предоставляемым услугам и экономической целесообразности; межведомственной централизации Госзаказа и закупок материальных и технических средств общевойсковой и авиационной номенклатуры в интересах ВС РФ и других войск.

Для реализации обоснованных направлений развития системы МТО разработаны и проводятся соответствующие интеграционные мероприятия, направленные на оптимизацию процессов всестороннего обеспечения военной организации государства.

Действенным инструментом совершенствования системы МТО являются современные логистические системы.

Планом строительства и развития ВС РФ на период до 2020 года предусмотрено про-

ведение комплекса мероприятий по развитию системы МТО ВС РФ. При этом в современных условиях руководство государства и ВС РФ должно иметь четкое представление о возможных вариантах и направлениях совершенствования системы и процессов МТО ВС РФ, их качественных и количественных характеристик, а также о размерах затрат, которые потребуются для обеспечения стабильного финансирования намеченных мероприятий. Поэтому в условиях ограниченного бюджетного финансирования принятие решений органами военного управления должно осуществляться с учетом экономических возможностей государства и обосновываться соответствующими военно-экономическими расчетами [1].

В современных условиях в системе МТО появились реальные возможности частичной передачи комплекса логистических функций сторонним коммерческим организациям, что позволит снизить транзакционные издержки и более четко закрепить ответственность исполнителя заказа.

Однако, давая определенный ресурсный выигрыш, такие меры, с другой стороны, усложняют администрирование логистических процессов в системе МТО войск, так как «разрывают» единый комплекс присущих ей функций. Кроме того, передача сторонним организациям всего комплекса логистических процессов и функций системы на уровне военного округа (оперативно-стратегического командования) будет возможна не везде, а лишь только в тех регионах (районах, населенных пунктах, гарнизонах), где имеется развитый конкурентный рынок соответствующих услуг экономического комплекса. Все это вызывает необходимость проведения специальных исследований современных логистических концепций и разработки методов сравнительной оценки их экономической эффективности.

Применение логистических концепций является главным фактором повышения эффективности функционирования системы

МТО войск в целом и оптимизации процессов создания запасов, складирования и доставки материальных средств в частности. Именно логистические концепции переводят организацию снабжения войск на новый более высокий качественный уровень, существенным образом отличающийся от традиционных методов и приемов тылового обеспечения [2].

В условиях рыночной экономики полностью ликвидируется дефицит материальных ресурсов для обеспечения повседневной деятельности войск. Но при этом возникает и объективно существует дефицит финансовый. А это означает необходимость рационального использования денежных средств на закупку, хранение и доставку материальных средств. Таким образом, центр тяжести служб МТО перемещается в финансовую область. Такое положение требует новых подходов к организации МТО войск.

Современная система МТО должна базироваться на совокупности логистических концепций, к числу которых относится и концепция ERP (Enterpriseresourceplanning) – планирования и управления ресурсами.

Логистическая концепция ERP предназначена для управления финансовой и хозяйственной деятельностью различных организаций. Это верхняя ступень в иерархии систем управления цепями поставок, затрагивающая все аспекты деятельности: анализ рынка потенциальных производителей и поставщиков товаров и услуг, прогнозирование потребности в материальных средствах, управление запасами и планирование поставок, финансовое обеспечение и ведение заказов на изготовление (поставку) продукции и предоставление услуг.

Система МТО войск, соответствующая концепции ERP, должна включать [3]:

Управление цепями поставок – Supply Chain Management – SCM;

прогнозирование потребности в ресурсах и планирование ее удовлетворения – Finite Resource Planning – FRP;

усовершенствованное планирование заказов и поставок – Advanced Planning Scheduling – APS;

технологии комплексного многомерного анализа данных OLAP – On-Line Analytical Processing;

модуль электронной коммерции – Electronic Commerce – EC;

управление данными об изделии – Product Data Management – PD.

Главная задача ERP-системы – оптимизация (по времени и ресурсам) перечисленных процессов.

Логистическая концепция ERP связывает выполнение всех основных процессов и операций МТО. Прогнозирование потребности в материальных средствах связано с планированием заказов, а данные о потенциальных производителях и поставщиках автоматически передаются к процессу закупки. Стоимость продукции и финансовый учет автоматически изменяются, а информация об операциях, перемещении материальных средств и результатах обеспеченности воинских частей и соединений становится доступной в реальном времени.

Каждая воинская часть и соединение имеет свою специфику повседневной и боевой деятельности, но наряду со спецификой удается выделить задачи, общие для системы МТО войск: управление материальными и финансовыми ресурсами, закупками, заказами и поставками, управление складами и базами, планирование процессов транспортировки (доставки) материальных средств, их учет, бухгалтерию, расчеты с поставщиками и др.

Применение концепции ERP в системе МТО войск позволит автоматизировать задачи, встроенные в организацию логистических процессов. Так, при получении от воинских частей и соединений информации о потребности в материальных средствах ресурсное управление военного округа имеет всю информацию об их наличии на складах и базах Центра МТО, а также об отношениях с потенциальными поставщиками. Когда оно закан-

чивает работать с заказом, то автоматически передает в соответствующее подразделение Центра МТО или управление заказов и поставок военного округа. При этом исключаются многократные ошибки ввода информации, потери документов.

Логистическая концепция ERP включает следующие модули: прогнозирование потребности, управление запасами, управление затратами, управление составом материальных средств и услуг и др.

Основными целями внедрения концепции ERP в систему МТО войск являются [3]:

повышение надежности и снижение рисков своевременного и полного обеспечения войск материально-техническими средствами;

совершенствование системы управления МТО как за счет реформирования и реструктуризации основных логистических процессов, так и за счет их качественной информационной поддержки.

Логистическая концепция ERP выделяется среди аналогичных систем охватом всех функциональных направлений системы МТО. В рамках проекта автоматизируются процессы количественного и бухгалтерского учета материальных средств, подготовки отчетности, оптимизации затрат, управления финансовыми и материальными ресурсами, управления складскими и транспортными объектами, управления техническим обслуживанием и ремонтом вооружения, военной и специальной техники, управления персоналом, прохождения организационно-распорядительной документации и договоров.

Внедрение концепции ERP на первом этапе может затрагивать оперативно-стратегический уровень системы МТО: Департамент ресурсного обеспечения МО РФ, управления ресурсного обеспечения военных округов, аппарат управления и филиалы (склады и базы) Центров МТО.

Второй этап предусматривает тиражирование концепции ERP во все элементы системы МТО до воинской части включительно. На этом же этапе могут быть подключены элементы подсистемы технического обеспечения (обслуживания и ремонта вооружения, военной и специальной техники).

После тиражирования, когда вся система МТО войск перейдет к использованию концепции ERP, число пользователей составит десятки тысяч. В результате функции учета и управления МТО полностью автоматизируются и централизуются. Это не только улучшает контроль за обеспеченностью войск и управляемость всех связанных с этим процессов и служб, но и дает возможность избавить войска и подразделения МТО от непрофильных функций [3].

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что централизованное МТО является эффективным как в военное, так и в мирное время. При этом внедрение концепции ERP обеспечит существенную экономию на издержках за счет оптимизации управления логистическими процессами, заказами и поставками материально-технических средств и систематизации всех элементов системы МТО войск.

Список использованных источников

1. Викулов С.Ф., Лавринов Г.А. Экономика военного строительства: новая парадигма. – Ярославль: Литера, 2009. – 413 с.
2. Цельковских А.А., Бабенков В.И. Концептуальные подходы к созданию интегрированной системы материально-технического обеспечения военной организации государства. – СПб.: ВАТТ, 2011. – 124 с.
3. Военно-техническая политика России: экономические и организационные аспекты. – СПб.: ВАТТ, 2011.

К.Р.Газимагомедов

К вопросу об основных аспектах военно-экономического обеспечения национальной безопасности США

Статья посвящена анализу основных факторов, обеспечивающих военное и военно-экономическое превосходство США над всеми остальными странами мира. К числу анализируемых факторов были отнесены: 1) осуществление закупок вооружения и военной техники; 2) проведение необходимого количества военных НИОКР, чему способствует установление адекватного уровня финансирования указанных работ. Обеспечение технологического превосходства обозначается приоритетом практически во всех документах стратегического планирования США, в том числе в Национальной оборонной стратегии, Национальной стратегии безопасности, Военной стратегии и других. Закономерным следствием такого рода целеполагания является лидерство США в расходах на НИОКР, как военного так и гражданского назначения.

Как известно, военно-экономическое обеспечение национальной безопасности есть составная часть экономики национальной безопасности, направленная, прежде всего, на обеспечение обороноспособности государства и защиту его территориальной целостности.

Уровень военно-экономической безопасности государства определяется его экономическим и военно-экономическим потенциалами, качественные преобразования в которых осуществляются на основе последних достижений научно-технического прогресса и совершенствования хозяйственного механизма, что укрепляет безопасность страны в целом [1].

Роль и значение экономического потенциала и экономической мощи государства в вопросе обеспечения национальной безопасности и обороноспособности всегда оценивались достаточно высоко. Совершенно очевидно, что при отсутствии экономических возможностей страна не в состоянии адекватно обеспечивать потребности военной организации в соответствии с имеющимися потенциальными и реальными угрозами безопасности. Особенностью же современной ситуации является то обстоятельство, что сегодня большинство российских и зарубежных экспертов склоняются к мнению о кардинальном усилении воздействия экономических факто-

ров на обеспечение необходимого уровня национальной и международной безопасности, в том числе и в области военной безопасности.

Как показано в [2], «Заметное усиление взаимосвязи экономического развития и безопасности практически во всех ее важнейших аспектах (военном, энергетическом, экологическом, научно-техническом и т.д.) и на всех уровнях – национальном, региональном и международном – в условиях неуклонного и динамичного движения к инновационной экономике заставляет взглянуть по-иному на экономическое обеспечение военной безопасности с учетом как современных, так и перспективных экономических, технологических и политических ограничений».

При этом важно отметить, укрепление системных сдвигов в военно-экономической сфере. «К ним относятся интенсификация сближения военных и гражданских секторов экономики, расширение кооперации и интеграции, причем в области не только готовой продукции, но и новых разработок, интернационализация, укрепление рыночных отношений в военном секторе» [3].

В статье внимание сосредоточено, прежде всего, на таком важнейшем направлении (аспекте) укрепления военно-экономических основ национальной безопасности США, как ресурсное обеспечение военно-ориентиро-

ванных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР).

На степень научно-технического развития военной экономики и вооруженных сил влияет размер ассигнований, направляемых на осуществление НИОКР, в частности, военной направленности. В условиях жестких бюджетных ограничений, которые являются скорее правилом, чем исключением, и характерны для всех времен и государств, уровень бое-

вой готовности войск все больше становится зависимым не только от объема ресурсов, выделяемых на оборону и безопасность страны, но и от эффективности их использования [4].

Следует особо отметить, что по размеру ежегодных ассигнований на НИОКР первое место в мире занимают США, причем со значительным отрывом от всех остальных стран (таблица 1).

Таблица 1 – Валовый расход на НИОКР 10 стран мира с наиболее высоким показателем (млрд. долл.)

№	Страна	2012			2013 (прогноз)		
		ВВП	НИОКР / ВВП %	НИОКР	ВВП	НИОКР / ВВП %	НИОКР
1.	США	16 195	2,8	450	16 616	2,8	465
2.	Китай	13 568	1,9	258	14 559	2,0	284
3.	Япония	4798	3,4	163	4856	3,4	165
4.	Германия	3266	2,8	92	3312	2,9	92
5.	Юж. Корея	1686	3,6	61	1748	3,6	63
6.	Франция	2296	2,3	52	2319	2,3	52
7.	Индия	2408	1,8	44	2454	1,8	44
8.	Великобритания	4942	0,85	42	5194	0,9	44
9.	Россия	2593	1,5	38	2697	1,5	40
10.	Бразилия	2454	1,3	31	2515	1,3	33

Источник: «2014 Global R&D Funding Forecast»/Advantage Business Media / December 2013. – p. 7.

На долю США приходится примерно три четверти всех общемировых расходов на военные НИОКР, причем разрыв между США и другими странами в военно-технологической сфере продолжает увеличиваться – не только в финансовом отношении, но и в технических характеристиках новейших вооружений. При этом на долю США приходится примерно 35% от мировых расходов на НИОКР в целом.

Учитывая то, что по оценкам специалистов капитальные вложения в НИОКР 25-летней давности влияют на результативность оборонных исследований и 5-летней давности – на результативность сферы разработок, а также то, что в США значительный рост расходов на военные НИОКР начался с 1980-х годов, можно говорить о серьезном технологическом отрыве США от других стран [2, с.31].

На 2014 финансовый год в США запланировано выделить на военные НИОКР свыше

66,14 млрд. долл., или почти 12,1% всего бюджета министерства обороны [5, с.169]. В 50-х годах прошлого века доля затрат на военные НИОКР равнялась примерно 7%, а в 60-70-х годах – 10-11%, при том, что в абсолютных цифрах бюджет того времени серьезно уступает современному бюджету министерства обороны США [5, с. 163-169].

Насколько важное значение придается в США военным НИОКР, свидетельствует и такой показатель, как процентное отношение затрат на военные НИОКР к затратам на военные закупки. Если в 70-80-х годах прошлого века он составлял в среднем около 44%, то в последние десять лет он в среднем превышает 68% [5, с. 163-169].

При реализации научно-технической программы министерство обороны США (далее – МО США) руководствуется следующими принципами:

1) ускорение процесса предоставления технических возможностей для победы в текущих боях, т.е. обеспечение военных формирований необходимым техническим оснащением для немедленного проведения операций;

2) подготовка к неопределенному будущему. Данный принцип предполагает осуществление инвестиций в фундаментальные и другие исследования с целью обеспечения технологического превосходства;

3) уменьшение стоимости, времени осуществления закупок, рисков реализации главных закупочных военных программ;

4) развитие науки, технологии, техники и вычислительных возможностей мирового уровня как для МО, так и для общества в целом [6].

Следует особо подчеркнуть, что вопрос обеспечения технологического превосходства над всеми остальными странами мира формулируется руководством США как одно из составляющих сохранения статуса единственной сверхдержавы для США. Данный аспект подчеркивается во всех стратегических документах США, в том числе в Национальной оборонной стратегии, Национальной стратегии безопасности, Военной стратегии и других документах. В частности, в Военной стратегии США подчеркивается необходимость поддержания технологического превосходства и развития промышленной базы с тем, чтобы иметь возможность на должном уровне обеспечивать потребности вооруженных сил [7].

Еще одним важным аспектом, влияющим на степень военно-экономической обеспеченности национальной безопасности, является уровень удовлетворения потребностей военной организации страны. Основной потребностью военной организации, наряду с другими, является оснащение вооруженных сил современными видами вооружения и военной техники. Подтверждением важности данного фактора, в частности, в США является объем средств, затрачиваемых на эти цели. В

США в последние годы указанные статьи затрат занимали в среднем около 19% от бюджета министерства обороны. В 2014 году их сумма будет равна 99,52 млрд. долл. или 18,2% бюджета МО США [5, с. 169].

Отметим, что по общему уровню военных расходов США, как и в случае с НИОКР, занимают первое место среди всех стран мира [8]. Указанные масштабы военного финансирования в США обусловлены не только размером национальной экономики, которая является самой большой в мире, но и стратегическими целями развития вооруженных сил США.

В январе 2012 года было выпущено стратегическое руководство к действию для министерства обороны, озаглавленное: «Поддержание глобального лидерства США: оборонные приоритеты в 21 веке» (Defense Strategic Guidance. Sustaining U.S. Global Leadership: Priorities for 21st Century Defense). По официальному мнению военного руководства США деятельность американских вооруженных сил должна быть направлена на успешное решение следующих стратегических задач [9]:

- 1) противостояние терроризму и «нестандартным» военным действиям;
- 2) отражение агрессии;
- 3) обеспечение возможности применения силы в трудно доступных территориях;
- 4) противостояние оружию массового поражения;
- 5) обеспечение эффективной деятельности в космическом и кибернетическом пространстве;
- 6) обладание «безопасным», «защищенным» и эффективным средством ядерного сдерживания;
- 7) защита страны;
- 8) «обеспечение стабилизирующего присутствия». В данном контексте подразумевается присутствие американских вооруженных сил в различных точках мира;
- 9) проведение операций по «стабилизации» и подавлению;

10) проведение гуманитарных операций, операций по устранению последствий стихийных бедствий и др.

Рассматривая вышеуказанные задачи, стоящие перед вооруженными силами США, можно сделать вывод об их масштабности и разноплановости. В частности, предполагается как защита собственной территории, так и проведение различных операций, в том числе военных, в различных частях земного шара, что является весьма затратным мероприятием.

Примечательно, что в данном документе, как и во всех вышеуказанных документах стратегического планирования, в качестве одного из ключевых факторов обеспечения решения вышеуказанных задач указывается сохранение лидирующих позиций США в технологическом плане.

В то же время следует отметить, что в связи с накоплением государственного долга США, который в настоящее время значительно превосходит ВВП страны, руководством США было принято решение о снижении затрат государственного сектора и, в первую очередь, МО США. В 2011 году в США был принят Закон о бюджетном контроле (Budget Control Act of 2011), в соответствии с которым в течение следующих десяти лет предписывается сократить расходы министерства обороны США на 487 млрд. долл.

В соответствии с заявлением бывшего министра обороны США Роберта М. Гейтса, сделанным им в январе 2011 г., в ближайшие 5 лет расходы его ведомства будут сокращены на 150 млрд. долл. Для достижения указанной цели будут оптимизированы «чрезмерные» расходы, упорядочены договорные и контрактные работы, а также заморожены наиболее затратные и малоперспективные программы разработки и создания новых образцов ВВТ, строительства и модернизации объектов военной инфраструктуры [10].

Однако Пентагон несмотря на сокращение «избыточных» расходов планирует сохранить минимально необходимый для

обеспечения национальной безопасности объем ассигнований. Это подтверждают и заявления бывшего министра обороны США Л. Панетты о том, что сокращение военного бюджета представляет угрозу национальной безопасности страны и «неприемлемо для американского народа».

Это утверждение верно и для сферы военных НИОКР. В соответствии с опубликованным в феврале 2014 года очередным Четырехлетним оборонным обзором (Quadrennial Defense Review, 2014) Пентагон предполагает развитие боеспособности вооруженных сил США путем дальнейшей их модернизации. В условиях сокращения финансирования предполагается определить критически важные направления, по которым будут продолжены работы. Оставшиеся программы будут либо сокращены, либо приостановлены.

С учетом всего вышеизложенного можно обозначить важнейшие военно-экономические аспекты, повлиявшие на формирование превосходства США по отношению к другим странам мира:

- во-первых, это установление и поддержание лидерства США в научно-технологической сфере, чему служат значительные капитальные вложения государства в НИОКР, как гражданского, так и военного характера;
- во-вторых, осуществление оснащения собственных вооруженных сил новейшими видами вооружения и военной техники.

Анализ базовых факторов военно-экономического обеспечения национальной безопасности США позволяет сделать вывод о том, что критический анализ и дальнейшее использование позитивного американского опыта, в том числе в Российской Федерации, позволит добиться существенных успехов в вопросе совершенствования военного сектора и повышения национальной безопасности страны. В частности автором на основе результатов изучения опыта США подготовлены следующие рекомендации, выполнение которых будет способствовать развитию военно-

экономической сферы Российской Федерации:

1. Представляется целесообразным с целью снижения стоимости закупаемой военной продукции и осуществляемых военных НИОКР осуществлять содействие взаимному сближению военного и гражданского секторов экономики. В частности, необходимо обеспечить возможность разработки и применения «двойных» и унифицированных технологий.

Кроме того, важным является определение перечня критически важных прорывных технологий и сосредоточение на данных направлениях основного потока финанси-

рования НИОКР. Следует отметить, что в Российской Федерации в настоящее время продекларировано о начале работы в данном направлении.

2. На базе выводов, полученных в ходе анализа деятельности военного руководства США автором была выявлена необходимость повышения показателя инновационности закупаемой продукции военного назначения с целью оснащения ВС РФ современными образцами ВВТ. В связи с этим, по мнению автора, целесообразным было бы доведение значения показателя отношения НИОКР к закупкам ВВТ до уровня 45-50%.

Список использованных источников

1. Колесников А.В., Продченко И.А. Актуальные проблемы экономической теории и военной экономики. – М., 2006.
2. Панкова Л.В. Военно-экономическое обеспечение безопасности: инновационное измерение // Вестник Московского государственного университета. – 2012. – № 2.
3. Панкова Л.В. Роль инноваций в системе экономического обеспечения национальной и военной безопасности. – М.: ИМЭМО РАН, 2009.
4. Викулов С.Ф. Экономика военного строительства: эволюция взглядов на проблемы, методы, решения. – М.: Граница, 2013.
5. National Defense Budget Estimates for FY 2013 // Office of the Under Secretary of Defense. – Wash. D.C., 2012.
6. Testimony of the Honorable Zachary J. Lemnios Assistant Secretary of Defense for Research and Engineering / Before the US House of Representative Committee on Armed Services Subcommittee on Emerging Threats and Capabilities / 1.03.2011.
7. The National Military Strategy of the United States of America // Redefining Americas Military Leadership // Wash. D.C., 2011.
8. SIPRI YEARBOOK 2012, Oxford: Oxford university press, 2012.
9. Defense Strategic Guidance. Sustaining U.S. Global Leadership: Priorities for 21st Century Defense // Wash. D.C., 2012.
10. Федоров В. Министерство обороны США перераспределяет бюджетные ресурсы вооруженных сил // Зарубежное военное обозрение. – 2011. – № 9.

Анищенко Владимир Николаевич
доктор технических наук, профессор
главный научный сотрудник ФГКУ «Всероссийский научно-исследовательский институт МВД РФ»
anpvladimir@list.ru

Бабенков Андрей Валерьевич
доктор военных наук, профессор
докторант Военной академии МТО
vi_babenkov@mail.ru

Бабенков Валерий Иванович
кандидат экономических наук, доцент
профессор кафедры Военной академии МТО
vi_babenkov@mail.ru



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

Бывших Дмитрий Михайлович
кандидат технических наук, старший научный сотрудник
старший научный сотрудник НИИЦ РЭБ ВУНЦ ВВС «ВВА»
biwshih2013@yandex.ru

Газимагомедов Курбан Ризванович
заместитель президента ООО ПСК «Махачкаластройсервис»
swat_k@rambler.ru



Горевич Борис Николаевич
доктор технических наук, профессор
заместитель начальника управления ОАО «Концерн ПВО «Алмаз-Антей»
bngor2013@yandex.ru



Добридень Василий Иванович
кандидат технических наук, старший научный сотрудник
старший научный сотрудник ОАО «Концерн ПВО «Алмаз-Антей»
antey@almaz-antey.ru



Друзин Сергей Валентинович
кандидат технических наук
заместитель генерального директора по научно-техническому разви-
тию ОАО «Концерн ПВО «Алмаз-Антей»
antey@almaz-antey.ru

Еланцев Григорий Анатольевич
старший научный сотрудник 46 ЦНИИ МО РФ
grifoni@mail.ru



Ерохин Владимир Александрович
кандидат технических наук, старший научный сотрудник
старший научный сотрудник 46 ЦНИИ МО РФ
vel.er@yandex.ru

Коваленко Сергей Геннадьевич
кандидат технических наук, доцент
Калининградский пограничный институт ФСБ России
sergei_2337@list.ru



Лукьяница Андрей Александрович
кандидат физико-математических наук
старший научный сотрудник МГУ им. М.В.Ломоносова
andrei_luk@mail.ru
SPIN-код: 6172-6061



Лясковский Виктор Людвигович
доктор технических наук, профессор
старший научный сотрудник 46 ЦНИИ МО РФ
L_vic_L@mail.ru



Орлов Владислав Александрович
кандидат технических наук, доцент
главный научный сотрудник НИИЦ РЭБ ВУНЦ ВВС «ВВА»
authors@viek.ru



Пронин Алексей Юрьевич
кандидат технических наук
старший научный сотрудник 46 ЦНИИ МО РФ
pronin46@mail.ru



Смирнов Сергей Сергеевич
кандидат технических наук
заместитель начальника управления 46 ЦНИИ МО РФ
sss_smirnov@mail.ru

Ярыгин Юрий Николаевич
кандидат технических наук, старший научный сотрудник
старший научный сотрудник НИИЦ РЭБ ВУНЦ ВВС «ВВА»
authors@viek.ru

Система управления научно-технической деятельностью предприятий интегрированной структуры радиоэлектронной отрасли оборонно-промышленного комплекса (на примере Концерна ПВО «Алмаз-Антей»)

С.В.Друзин, В.И.Добридень, Б.Н.Горевич

Рассмотрен объект управления – научно-техническая деятельность интегрированной структуры, – как процесс, детерминированный научно-технической политикой государства, при самостоятельном определении путей, форм и способов научно-технического развития органами управления интегрированной структуры. Применительно к объекту управления определены рациональная система управления научно-технической деятельностью интегрированной структуры, функции органов управления и набор реализующих эти функции организационных инструментов управления. Рассмотрены пути развития системы управления научно-технической деятельностью с учетом тенденций развития радиоэлектронной отрасли и современных требований по созданию перспективной военно-технической продукции.

радиоэлектронная промышленность; научно-техническая деятельность; система управления; интегрированная структура; оборонно-промышленный комплекс; вооружение; военная техника; государственная программа вооружения

Enterprises scientific-and-technical activity control system of radio engineering industry defense industrial complex integrated structure (Air Defense Concern “Almaz-Antey” as an example)

S.V.Druzin, V.I.Dobriden, B.N.Gorevich

Scientific-and-technical activity of integrated structure being a control object has been considered as a process, determined by national scientific-and-technical policy, while independent determination of ways, forms and means of scientific-and-technical development by integrated structure control organs. In con-

formity with the control object the integrated structure scientific-and-technical activity rational control system, the control organ functions and the set of organization control instruments realizing these functions have been determined. Scientific-and-technical activity control system development ways have been considered taking into account the tendencies of radio engineering branch development as well as modern requirements concerning the creation of perspective military technical production.

radio engineering industry; scientific-and-technical activity; control system; integrated structure; defense industrial complex; armament; military technology; national armament program

Методика формирования портфеля фундаментальных и поисковых исследований с учетом прогнозируемых угроз безопасности Российской Федерации в военно-технической сфере

В.Л.Лясковский, С.С.Смирнов, А.Ю.Пронин

Предложена методика, позволяющая оценить потенциал отечественной науки по возможности парирования возникающих угроз безопасности Российской Федерации в научно-технической сфере, а также сформировать портфель фундаментальных и поисковых исследований в интересах обороны и безопасности государства на долгосрочную перспективу.

фундаментальные исследования; угроза безопасности; мера противодействия; военно-техническая сфера; вооружение; военная техника

Technique of building a portfolio of fundamental and exploratory research in response to the projected security threats Russian Federation in the sphere of military-technical

V.L.Lyaskovskiy, S.S.Smirnov, A.U.Pronin

Method is proposed to evaluate the potential of the domestic science possible parry emerging threats to security of the Russian Federation in science and technology, as well

as build a portfolio of fundamental research for defense and national security in the long term.

fundamental research; security threat; countermeasure; military-technical sphere; armament; military equipment

Пространственная синхронизация изображений проекторов в электронных тренажерах военного назначения

А.А.Лукьяница

Настоящая работа посвящена проблеме пространственной синхронизации изображений двух и более проекторов, которая возникает при создании проекционной стереосистемы. Для решения данной задачи предложен эффективный алгоритм, который может быть использован как в автостереоскопических проекционных системах, так и в стереосистемах с использованием стереочков.

электронный тренажер; 3D проекционная система

Multi-projection system special synchronization in military computer-based training systems

А.А.Лукьяница

This paper devoted to problem of special synchronization two or more projectors for projection stereo system. Proposed algorithm can be used both for autostereoscopic projection systems and for glasses based stereo systems.

computer-based training system; 3D projection system

Методический подход к расчету показателей эффективности применения высокоточного оружия, основанный на экспертных оценках

В.А.Ерохин

В статье рассматривается унифицированный способ расчетов по оценке эффективности применения средств ВТО как боеприпасов ударного действия по различным элементарным одиночным объектам, которые могут входить в состав поражаемых комбинаций групповых объектов. Расчеты базируются на использовании понятия среднего необходимого числа попаданий применяемых бое-

припасов, достаточного для поражения элементарной цели по заданному типу.

ВТО; КВО; среднее необходимое число попаданий; условный закон поражения

Methodical approach to the calculation of performance indicators the use of precision weapons, based on expert judgment

V.A.Erokhin

The article describes a method to allow calculating using precision weapons (conventional warhead) efficiency to different objects of military and economic potential, infrastructure and important military objects. Well-known theses of the theory of probability and fighting efficiency are used in a basis of this article. The author offers an unified calculated method of a valuation of using precision weapons efficiency as a kinetic-energy weapon for different elementary single objects entering in strike combinations of group objects. The calculations based on using a concept of an average necessary number of hits of the weapon, sufficient for a defeat an elementary object on a specified type. Values of that characteristic for some objects and types of war-heads of precision weapons are either known now or can define from expert evaluation methods.

average number of hits required; conditional law defeat

Концепция построения модельно-методического аппарата обеспечения формирования и функционирования автоматизированной системы контроля паспортно-визовых документов нового поколения

С.Г.Коваленко

Представлены основные концептуальные подходы к построению пограничного сегмента ГС ПВДНП, описана последовательность этапов их реализации и сформулированы основные понятия, методы, принципы и модели построения и функционирования системы контроля паспортно-визовых документов нового поколения.

модели построения; методы построения; принципы построения; понятия; паспортно-визовые документы

The concept of construction of the model – methodical of maintenance of shaping and operation of an automatic monitoring system of the passport-visa documents of a new generation

S.G.Kovalenko

In the article are submitted the conceptual approaches to construction of a frontier segment, the sequence of their realization is described and the basic concepts, methods, principles models of construction and operation of a monitoring system of the passport-visa documents of a new generation are formulated.

models of construction; methods of construction; principles of construction; passport-visa documents

Задача обоснования оптимальной численности группировки войск по критерию «стоимость-эффективность»

А.И.Буравлев, Г.А.Еланцев

В статье рассмотрена методика определения начальной численности группировки войск, способной противостоять группировке противника и обеспечить к заданному моменту времени требуемое соотношение сил. При известном составе и численности группировки противника методика позволяет определить минимальную величину затрат на формирование и содержание противостоящей ей группировки войск.

группировка войск; стратегия целераспределения; оптимальная численность; «стоимость-эффективность»

The problem of substantiation optimum group of forces quantity by the “cost-effectiveness”

A.I.Buravlyov, G.A.Elantsev

The article describes a technique for determining the initial quantity of group of forces capable of confronting the enemy force and ensure the selected time required balance of forces. With the known composition and quantity of the enemy force this technique allows to

determine the minimum value of the cost of formation and maintenance of group of forces opposing enemy force.

group of forces, target allocation strategy, the optimal quantity, “cost-effectiveness”

Методический подход к обоснованию приоритетных направлений сосредоточения усилий в развитии многофункциональной организационно-технической системы военного назначения

Д.М.Бывших, В.А.Орлов, Ю.Н.Ярыгин

Излагается методический подход к решению актуальной задачи обоснования приоритетных направлений сосредоточения усилий в развитии многофункциональной организационно-технической системы радиоэлектронной борьбы на основе результатов их экспертного оценивания с использованием комплекса частных, обобщенных и интегрального показателей.

методический подход; направления сосредоточения усилий; система радиоэлектронной борьбы

The methodical approach to substantiation of priority directions of efforts concentration in development of multifunctional organizational-technical system of radioelectronic war

D.M.Byvshich, V.A.Orlov, Y.N.Yarygin

The methodical approach to the decision of a urgent task of a substantiation of priority directions of efforts concentration in development of multifunctional organizational-technical system of radioelectronic war is presented. The approach is stated on the results of expert estimation with use of a complex of private, generalized and integrated parameters.

methodical approach; directions of a concentration of efforts; system of radio electronic war

Метод расчета интервала корреляции навигационных полей для корреляционно-экстремальных систем навигации летательных аппаратов

В.Н.Анищенко

В основе синтеза алгоритмов оперативно-го решения многовариантных задач планирования боевого применения авиационных комплексов с высокоточным вооружением лежит статистический подход к описанию свойств физических полей Земли, позволяющий устанавливать аналитическую взаимосвязь точностных характеристик корреляционно-экстремальных систем навигации и статистических характеристик навигационного поля, получивших название информативных характеристик. Среди проблем информационного обеспечения планирования применения указанных средств относительно самостоятельный блок проблем образуют вопросы высокоточной экспресс оценки информативных характеристик навигационных полей, исходная информация о которых представлена в графическом виде, например, в виде топографических карт. В работе обосновывается высокоточный и малозатратный метод расчета интервала корреляции, как одной из основных информативных характеристик полей в корреляционно-экстремальных системах навигации летательных аппаратов.

навигация; физическое поле Земли; информативная характеристика; интервал корреляции; теория случайных процессов

Method of calculation correlation interval navigation fields for correlation-extreme aircraft navigation systems

V.N.Anischenko

At the core of synthesis algorithms resolve the problems of planning multivariate operational use of airborne systems with high-precision weapons is a statistical approach to the description of the properties of physical fields of the Earth, which allows to establish an analytical relationship accuracy characteristics of

extreme correlation and navigation systems and the statistical characteristics of the navigation field, named informative characteristics. Among the challenges of the information the planning application of these assets is relatively independent set of problems, the issues of high-precision rapid assessment of informative features navigation fields, the initial details of which are presented in graphical form, for example in the form of topographic maps. In the paper, the precision and malozatrany method of calculating the correlation interval, as one of the main characteristics of informative fields in the extreme correlation and navigation systems of aircraft.

navigation; physical field of the Earth; informative response; correlation interval; theory of random processes

Задачи и направления совершенствования интегрированной системы материально-технического обеспечения с применением современных логистических концепций

В.И.Бабенков, А.В.Бабенков

В данной статье обоснованы основные факторы создания, основные направления и приоритетные задачи совершенствования интегрированной системы материально-технического обеспечения военной организации государства на современном этапе ее развития, в том числе с применением инновационных логистических концепций.

военная организация государства; национальная экономика; интегрированная система материально-технического обеспечения; логистические концепции

Challenges and areas for improvement in the integrated system material-technical supply using modern logistics concepts

V.I.Babenkov, A.V.Babenkov

In this article the basic factors of creation, main directions and priorities to improve the integrated system material-technical supply of military organization of the state at the present stage of its development, including the use of innovative logistical concepts.

military organization of the state; national economy; integrated system material-technical supply; logistics concepts

К вопросу об основных аспектах военно-экономического обеспечения национальной безопасности США

К.Р.Газимагомедов

Статья посвящена анализу основных факторов, обеспечивающих военное и военное-экономическое превосходство США над всеми остальными странами мира. К числу анализируемых факторов были отнесены: 1) осуществление закупок вооружения и военной техники; 2) проведение необходимого количества военных НИОКР, чему способствует установление адекватного уровня финансирования указанных работ. Обеспечение технологического превосходства обозначается приоритетом практически во всех документах стратегического планирования США, в том числе в Национальной оборонной стратегии, Национальной стратегии безопасности, Военной стратегии и других. Закономерным следствием такого рода целеполагания является лидерство США в расходах на НИОКР, как военного так и гражданского назначения.

министерство обороны США; бюджет; расходы; технологии; НИОКР; вооружение; вооруженные силы; безопасность; превосходство

To a question about the main aspects of military-economic national security which are the fundamental basis of the military leadership of the U.S.

K.R.Gazimagomedov

This article analyzes the main factors ensuring military and economic superiority of the United States of America above all other nations of the world. Among these factors in the analysis included: 1) procurement of weapons and military equipment, 2) conduct the required number of military R & D facilitated the establishment of an adequate level of funding for these works, 3) the establishment of such an order of formation and approval of the military budget, which is provided at the relationship military construction plans and available resources of the state. In the U.S., for this contributes of the establishment of program-target method of formation of the military budget – the system of “planning – programming – budgeting – implementation of the budget” and others.

USA DoD; budget; spending; technologies; research and development; weapons; military; security; superiority

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;

08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством;

08.00.10 – Финансы, денежное обращение и кредит;

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 одном из общепринятых графических форматов (JPEG, TIFF, BMP, GIF, PNG). Рекомендуется формат GIF с прозрачным фоном. Размер каждой иллюстрации не должен превышать 800x600 точек. Допускается приложение отдельных файлов, содержащих включенные в статью иллюстрации. Под-

пись 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 задержке 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).

Кроме того, к рукописи прилагается документ об оплате рецензирования статьи (см. Порядок рецензирования рукописей) либо справка учебного заведения или научно-исследовательского учреждения, где автор проходит обучение по очной форме (для аспирантов).

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 и научно-редакционного совета 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 издателя (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 опубликование статей не взимается со следующих категорий авторов:

аспирантов, обучающихся по очной форме (для подтверждения статуса аспиранта автор представляет справку учебного заведения или научно-исследовательского учреждения, где он проходит обучение);

сотрудников 46 ЦНИИ Минобороны России и Академии проблем военной экономики и финансов.

4. В течение четырех рабочих дней с момента получения рукописи и прилагаемых материалов, оформленных в соответствии с требованиями Правил представления авторами рукописей, редакция направляет статью на рецензирование 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 двух недель с момента поступления к нему рукописи. Если по объективным причинам рецензент не в состоянии провести экспертную оценку рукописи в установленный срок, он должен сообщить об этом главному редактору (заместителю главного редактора). Главный редактор (заместитель главного редактора) в этом случае вправе продлить срок рецензирования работы либо передать рукопись на рецензирование другому рецензенту.

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

7. Отрицательная (т. е. не содержащая вывода о целесообразности опубликования статьи) рецензия высылается автору (авторам) рукописей на указанный ими адрес электронной почты без указания лица, проводившего рецензирование. Положительные рецензии направляются авторам по их просьбе.

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

Рецензии представляются редакцией по запросам экспертных советов в Высшую аттестационную комиссию Минобрнауки России.

8. Автор, не согласный с рецензией, вправе в недельный срок с момента высылки ему рецензии представить свои возражения по ее содержанию.

9. 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. 8 настоящего Порядка.

10. В случае отказа в публикации редакция направляет автору мотивированный отказ.

11. 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	
Ученая степень ^{*)}	
Ученое звание ^{*)}	
Место работы	
Должность	
Контактный телефон	
Адрес электронной почты	
Дополнительная информация ^{**)}	

^{*)} При наличии.

^{**)} 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>.