

2012  
№ 1 (17)

Вооружение  
и экономика



<p>46 Центральный научно-исследовательский институт Министерства обороны Российской Федерации</p> <p>Академия проблем военной экономики и финансов</p>	<p><b>Вооружение и экономика</b>  № 1 (17) / 2012</p> <p>Электронный научный журнал</p> <p><a href="http://sc.mil.ru/social/media/magazine/more.htm?id=10696@morfOrgInfo">http://sc.mil.ru/social/media/magazine/more.htm?id=10696@morfOrgInfo</a></p>
<p>Издается с 2008 года</p> <p>Свидетельство о регистрации СМИ Эл № ФС77-30824 от 25.12.2007 г.</p> <p>Регистрационное свидетельство ФГУП НТЦ «Информрегистр» № 521 от 10 октября 2011 г.</p> <p>ISSN 2071-0151</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><b>Содержание</b></p>
	<p><b><u>Военно-техническая политика</u></b></p>
	<p><b><i>Буренок В.М., Москаленко В.И., Соломенин Е.А.</i></b> Направления развития системы опознавания <span style="float: right;"><b>3</b></span></p>
	<p><b><i>Буравлев А.И., Монин С.А.</i></b> Методика оценки технического уровня парка вооружения и военной техники в ходе реализации программных мероприятий по ее закупке и ремонту <span style="float: right;"><b>8</b></span></p>
	<p><b><i>Ивлев А.А., Артеменко В.Б.</i></b> Онтология военных технологий: основы, структура, визуализация и применение (2 часть) <span style="float: right;"><b>14</b></span></p>
	<p><b><i>Буравлев А.И.</i></b> Об оценке влияния системы управления огнем на эффективность поражения целей <span style="float: right;"><b>25</b></span></p>
	<p><b><i>Скопец Г.М., Степанов В.Д.</i></b> Основные положения методологии группового проектирования унифицированных летательных аппаратов <span style="float: right;"><b>30</b></span></p>
	<p><b><i>Буравлев А.И., Пьянков А.А.</i></b> Метод выбора парето-оптимальных вариантов государственной программы вооружения <span style="float: right;"><b>39</b></span></p>
<p><b><i>Соколов Д.Ю.</i></b> Сравнительный анализ метода применения искусственной нейронной сети в целях решения задачи инженерно-штурманского расчета полета летательного аппарата <span style="float: right;"><b>50</b></span></p>	

<p><b>Издатель:</b> Академия проблем военной экономики и финансов 129327, г. Москва, Чукотский пр-д, д. 10 vie@vfes.ru</p> <p><b>Главный редактор</b> дтн проф. Буренок В.М.</p> <p><b>Редакционная коллегия</b> ктн доц. Ачасов О.Б. дтн проф. Буравлев А.И. дэн проф. Венедиктов А.А. дэн проф. Викулов С.Ф. (зам. гл. редактора) дтн проф. Гальцов Е.М. дтн проф. Горчица Г.И. дтн проф. Горшков В.А. ктн снс Косенко А.А. дюн проф. Кудашкин А.В. дэн проф. Лавринов Г.А. (зам. гл. редактора) дэн снс Леонов А.В. кэн проф. Савинский П.Ф. дэн проф. Хрусталеv Е.Ю.</p> <p><b>Редакционный совет</b> дтн дvн проф. Анисимов Е.Г. дтн Архипов Н.Ф. дтн проф. Балько 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><b>Оформление, верстка</b> Венедиктова М.М.</p> <p><b>Редактор</b> Молчанова Т.М.</p> <p>Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов. Ответственность за достоверность материалов несут авторы.</p>	<b><u>Военная экономика</u></b>	
	<i><b>Лавринов Г.А., Подольский А.Г.</b></i> Ценообразование на продукцию военного назначения: от затратной к ценностной концепции	<b>58</b>
	<i><b>Викулов С.Ф., Бабкин Г.В., Косенко А.А.</b></i> Современные военно-экономические реалии – пора менять отечественную парадигму военного строительства	<b>66</b>
	<i><b>Поспелов В.Я.</b></i> Облик перспективной системы поддержки принятия решений по развитию системы вооружения военной организации РФ на межведомственном уровне	<b>77</b>
	<b><u>Моделирование процессов</u></b>	
	<i><b>Мартьянов А.Н., Дробот И.С.</b></i> Оптимизация экспертизы контрактов на создание сложных высокотехнологических систем	<b>87</b>
	<i><b>Сведения об авторах</b></i>	<b>91</b>
	<i><b>Аннотации и ключевые слова</b></i>	<b>95</b>
	<i><b>Правила представления авторами рукописей</b></i>	<b>101</b>
	<i><b>Порядок рецензирования рукописей</b></i>	<b>103</b>
<i><b>Карточка автора</b></i>	<b>104</b>	
<i><b>Условия подписки на полнотекстовую версию в Интернете</b></i>	<b>104</b>	

Буренок В.М., доктор технических наук,  
профессор  
Москаленко В.И., кандидат технических  
наук  
Соломенин Е.А.

## Направления развития системы опознавания

*Рассмотрены вопросы построения перспективной системы опознавания как комплексной системы на многокомпонентной информационной основе с развитой инфраструктурой и комплексной обработкой информации для решения взаимосвязанных и взаимодополняющих задач – определения государственной принадлежности и идентификации объектов военного и гражданского назначения.*

### Суть проблемы

В современных быстро изменяющихся условиях ведения боевых действий все возрастающая роль отводится системам и средствам освещения складывающейся боевой обстановки, к числу которых относятся системы и средства государственного опознавания по принципу “свой-чужой”. Указанные системы и средства занимают особое положение среди систем и средств освещения боевой обстановки, так как без принятия решения “свой” или “чужой” по обнаруженному (наблюдаемому) объекту к нему, в большинстве случаев, не могут применяться ни поражающие, ни управляющие воздействия. В динамичных условиях современного боя отмеченное обстоятельство может приводить к тяжелым последствиям. К не менее тяжелым последствиям приводят ошибки в принятии вышеуказанных решений.

Поэтому совершенствованию и развитию систем и средств государственного опознавания уделяется большое внимание как в нашей стране, так и за рубежом. Тем не менее, достигнутый уровень тактико-технических характеристик (ТТХ) отечественной системы государственного опознавания (госопознавания) не отвечает современным требованиям. Завершенная в 2006 году модернизация отечественной системы “Пароль” не принесла желаемых результатов, в том числе в части обеспечения требуемой достоверности опре-

деления государственной принадлежности обнаруженных (наблюдаемых) объектов в условиях РЭП, что является основным назначением данной системы в военное время (в дальнейшем для краткости воспользуемся термином – достоверность опознавания).

Следует отметить, что выполнение вышеуказанного требования для существующих систем и средств госопознавания является весьма проблематичным в силу определенных свойств таких систем, к которым в первую очередь относятся массовость и консервативность. Под массовостью понимается большое количество средств рассматриваемых систем, поскольку ими (средствами) оснащаются практически все летательные аппараты, а также основные образцы вооружения и военной техники (ВВТ) войск ПВО, ПВО сухопутных войск и военно-морского флота.

Консерватизм – это свойство данных систем обеспечивать эффективное функционирование только после полной замены существующих средств модернизированными или средствами новой системы. Поэтому для достижения необходимого эффекта от использования модернизированной (новой) системы государственного опознавания требуются не только колоссальные материальные затраты, но и достаточно большой период времени, в течение которого будет происходить переоснащение образцов ВВТ видов ВС на модер-

низированные (новые) средства такой системы.

Так, период времени, в течение которого в достаточно благоприятных условиях происходил переход с системы “Кремний-2М” на систему “Пароль”, превысил 20 лет. С момента принятия на снабжение ВС РФ модернизированного варианта системы “Пароль” (“Страж”) и по настоящее время в войска поступило лишь ограниченное количество средств “Страж”.

Начиная с 50-х годов прошлого века происходит интенсивное обновление радиотехнических систем и средств, особенно усилившееся в последние десятилетия. Смена их поколений происходит в среднем через 7...10 лет. Такой темп обновления характерен для большинства радиотехнических систем и средств, т.к. указанного времени, в принципе, достаточно для проведения соответствующих НИР и ОКР, а также для изготовления и поставки в войска оборудования и аппаратуры в требуемых объемах. В то же время для системы государственного опознавания (госопознавания) такие темпы недостижимы в силу ее масштабы: указанными средствами необходимо оснастить практически все образцы ВВТ. Отсюда следует неизбежность морального старения системы госопознавания задолго до завершения ее развертывания.

Вышеизложенные свойства систем госопознавания и обусловленные ими обстоятельства приводят к тому, что поддержание на требуемом уровне достоверности опознавания в условиях все возрастающих возможностей РЭП со стороны вероятного противника весьма проблематично.

### Пути решения

Решение данной проблемы невозможно без использования определенных системных свойств рассматриваемых систем и внешних информационных ресурсов, в том числе:

- информационной избыточности существующих систем госопознавания, обу-

словленной принципами построения и функционирования;

- информации, получаемой в результате не санкционированного использования сигналов средств системы госопознавания вероятного противника путем провоцирования излучения этих средств;
- данных источников различного функционального назначения, прямо или косвенно обуславливающих государственную принадлежность объектов.

### Информационная избыточность

Асинхронное запросно-ответное опознавание, имеющее место в существующих отечественных и зарубежных системах госопознавания, порождает информационную избыточность, состоящую в том, что один и тот же объект может опознаваться несколькими запросчиками практически одновременно. При этом большинство результатов опознавания оказывается “побочным продуктом”, т.к. в луче диаграммы направленности антенны (ДНА) запросчика может находиться несколько объектов, а опознается, как правило, только один объект.

В ситуациях боевого применения системы госопознавания следует ожидать значительных объемов такой избыточной информации. Поэтому представляется целесообразным воспользоваться генерируемой в этой системе избыточной информацией в интересах повышения ее достоверности и сокращения внутрисистемных помех. Для рассматриваемого использования избыточной информации опознавания потребуются сбор, обработка и обмен такой информацией между ее потребителями, что с наименьшими затратами можно реализовать в автоматизированных командных пунктах (АКП), где уже имеется необходимая аппаратно-программная база и соответствующие каналы связи.

Так, например, в АКП различных уровней корпуса (дивизии) ПВО, оснащенного средствами автоматизированной системы (АСУ) “Пирамида”, поступает информация обнару-

жения и опознавания воздушных объектов (ВО) практически в реальном масштабе времени. Указанная информация носит адресный характер, т.е. дополнительно содержит в своем составе номера и, опосредовано, координаты источников этой информации, а также данные об условиях их функционирования. Такие данные, относящиеся к опознаваемому ВО, могут быть получены от всех средств разведки и наблюдения воздушного пространства корпуса ПВО, которые в данный момент времени наблюдают и опознают этот ВО. При этом, как показывают предварительные оценки, для большинства из указанных средств он будет являться "побочным продуктом", хотя они могут функционировать в благоприятных условиях и при отсутствии преднамеренных помех. В результате селекции и соответствующей обработки полученной таким образом информации может быть повышена достоверность определения принадлежности ВО. С этой целью, в первую очередь, необходимо разработать алгоритмы обработки указанной информации и дополнить программное обеспечение комплексов средств автоматизации (КСА) командных пунктов соответствующим комплексом функциональных программ (КФП). При этом должна быть определена допустимая степень использования имеющихся резервов как по вычислительным мощностям, так и по пропускной способности каналов передачи информации. В случае отсутствия таковых соответствующие требования должны быть заданы при модернизации существующих и (или) разработке новых АСУ видов и родов ВС РФ.

### **Провоцирование излучения**

Провоцирующие средства (запросчики) не только обеспечивают обнаружение и определение координат объектов, но и позволяют определять признак их государственной принадлежности. В условиях военного времени ответ на провоцирующий запрос в имитостойком режиме системы НАТО Мк-12 будет означать, что с достаточно высокой вероятно-

стью запрашиваемый объект является чужим, а в случае отсутствия такого ответа – своим. При этом появляется принципиальная возможность непосредственного (аппаратурного) определения госпринадлежности чужих объектов, что особенно полезно в условиях радиоэлектронного подавления отечественной системы госопознавания, а также в сложных ситуациях, когда велика вероятность привязки отметки обнаружения чужого объекта к метке опознавания своего объекта.

Необходимым условием бесперебойного и успешного провоцирования объектов противника является наличие на провоцирующих запросчиках действующих запросных сигналов имитостойкого режима, что требует в первую очередь соответствующих средств разведки указанных сигналов. Таким средством наземного базирования является комплексированный вторичный радиолокатор "Стюардесса", а воздушного базирования – авиационный комплекс А-50 и разрабатываемый в настоящее время многофункциональный авиационный комплекс А-100. В указанных образцах ВВТ имеются специальные режимы разведки сигналов имитостойких режимов системы Мк-12 и ее модификаций, а в образцах ВВТ воздушного базирования предусмотрена возможность передачи по соответствующим каналам связи и в реальном масштабе времени разведанной информации потребителям. К ним относятся АКП различных уровней и отдельные образцы ВВТ воздушного, наземного и морского базирования. Авиационные комплексы А-50 и А-100 можно рассматривать как основные компоненты системы разведки сигналов системы Мк-12 для их использования в средствах комплексной системы опознавания. До завершения разработки и создания в необходимом количестве соответствующих наземных средств и каналов связи авиационные комплексы А-50 и А-100 совместно с комплексами приема-передачи типа "Шлюз-АМ1" и КСА различных АСУ способны выполнять в указанной системе разведки функции перехвата и передачи сиг-



налов системы Мк-12. Создание указанных наземных средств и необходимых каналов связи следует рассматривать как дальнейшее развитие и совершенствование данной системы разведки.

### **Источники различного функционального назначения**

При использовании источников различного функционального назначения для определения государственной принадлежности объектов могут использоваться следующие системы и средства:

- средства вторичной радиолокации системы управления воздушным движением;
- станции (средства) радиотехнической разведки;
- радиолокационные станции (РЛС), обеспечивающие распознавание классов, групп и типов целей;
- станции визирования и передачи команд, входящие в состав командных радиоприемных станций управления истребительной авиацией;
- средства, комплексы и системы связи с летательными аппаратами;
- средства объединенной системы навигации, опознавания и обмена данными;
- система автоматического зависящего наблюдения и др.

Объединение (комплексирование) информации перечисленных источников может выполняться с использованием различных методов, в том числе метода Байеса, предполагающего предварительную трансформацию (преобразование) указанной информации до требуемого уровня абстракции (свой, чужой). Следует отметить, что в качестве альтернативного подхода к задаче объединения информации многих источников можно отнести метод Шейфера-Демпстера, так называемый метод "очевидных рассуждений". Этот метод основывается на использовании нечетких мер и является обобщением метода Байеса. Особенностью метода Шейфера-Демпстера является то, что используется та информация,

которая выдается реальными датчиками на любом уровне абстракции. Однако в результате применения этого метода вероятность правильного решения о принадлежности объекта будет находиться в интервале, обусловленном присутствующей нечеткостью и количественно характеризующим степень этой нечеткости. Такая неоднозначность делает невозможным принятие оптимальных в известном смысле решений.

Наиболее целесообразно комплексирование информации осуществлять, как это уже отмечалось ранее, на АКП различных уровней, являющихся концентраторами подобной информации и обладающих необходимой аппаратно-программной базой в составе своих КСА. Для этого, так же как и в случае с реализацией информационной избыточности, потребуется выполнить разработку соответствующих алгоритмов обработки информации и их реализующего КФП с учетом имеющихся резервов по вычислительным мощностям и по пропускной способности каналов передачи информации конкретных АСУ.

### **Идентификация**

Из изложенного следует, что использование рассмотренной многокомпонентной информационной основы с целью повышения достоверности определения принадлежности объектов возможно на аппаратно-программной базе КСА АКП различных уровней. Указанная информация при ее сопоставлении по определенным правилам с имеющимися на АКП априорными данными об объектах может обеспечить и решение задачи идентификации этих объектов.

Решение этой задачи наиболее полно отвечает информационным потребностям АКП различных уровней в современных условиях, когда детальная информация об объектах может быть всесторонне использована как при нанесении огневого воздействия по противнику, так и при обеспечении безопасности полетов гражданской авиации.

Задача идентификации системы (объекта) имеет свою специфику, связанную с тем, что при отсутствии строгого математического описания объекта необходимо введение понятия информационного портрета, которое может быть использовано для адекватного описания и анализа данного объекта. Поэтому в интересах реализации указанной задачи, наряду с разработкой соответствующих методов и алгоритмов комплексной обработки информации, потребуются создание оперативно обновляемых баз данных, содержащих в электронном виде информационные портреты для идентификации индивидуальных признаков объектов в рамках комплексной системы опознавания. Задачу определения госпринадлежности, в определенном смысле, можно рассматривать как дуальную (сопряженную) по отношению к задаче идентификации, поскольку на практике как в военное, так и в мирное время нельзя говорить об идентификации объекта без определения его государственной принадлежности. Причем госпринадлежность объекта может быть определена как традиционным путем (при наличии средств госопознавания на опознающем и на опознаваемом объектах), так и в результате решения задачи идентификации объекта по различным признакам, когда совокупность этих признаков может принадлежать только своему или только чужому объекту. Отсюда следует, что рассматриваемые задачи являются взаимосвязанными и взаимодополняющими.

Создание и развитие комплексной системы опознавания не исключает, а скорее предполагает постоянное совершенствование традиционных средств госопознавания как специализированных и наиболее достоверных источников информации о государственной принадлежности обнаруженных объектов.

Таким образом, решение взаимосвязанных и взаимодополняющих задач по определению государственной принадлежности и идентификации объектов на рассмотренной многокомпонентной информационной основе возможно в рамках комплексной системы опознавания. При этом в полной мере могут быть обеспечены информационные потребности АКП различных уровней и решена проблема определения государственной принадлежности объектов военного и гражданского назначения в современных условиях.

### **Заключение**

До настоящего времени такое комплексное решение данной проблемы в изложенной постановке не рассматривалось. Исследовались лишь отдельные вопросы, в том числе несанкционированное использование сигналов систем НАТО Мк-10А (Мк-12) и в основном для обнаружения воздушных объектов, объединение информации источников различного функционального назначения, но без трансформации этой информации до требуемого уровня абстракции (свой, чужой) и т.д. Вопросы решения задачи идентификации указанных объектов по данным источников различного функционального назначения рассматривались лишь в постановочном и дискуссионном планах. Поэтому системная и детальная разработка методов использования рассмотренной многокомпонентной информационной основы и соответствующих алгоритмов для повышения достоверности определения госпринадлежности и идентификации объектов военного и гражданского назначения с целью расширения информационных возможностей АКП различных уровней и решения проблемы определения государственной принадлежности указанных объектов в современных условиях является своевременной и актуальной.



Буравлев А.И., доктор технических наук,  
профессор  
Монин С.А.

## Методика оценки технического уровня парка вооружения и военной техники в ходе реализации программных мероприятий по ее закупке и ремонту

*В статье приводится постановка задачи оценки технического уровня парка вооружения и военной техники в ходе реализации программных мероприятий по ее закупке и ремонту и предлагается методика ее решения, основанная на применении модели массового обслуживания. Приведен пример, демонстрирующий работоспособность предложенной методики.*

**Введение.** Реализация программных мероприятий по закупкам и ремонту ВВТ направлена на повышение уровня оснащенности войск современными образцами ВВТ и поддержание требуемого уровня исправности ВВТ за счет их ремонта. Для оценки эффективности проводимых программных мероприятий необходима методика, позволяющая рассчитывать коэффициенты обновления парка ВВТ и исправности ВВТ в парке в динамике проведения программных мероприятий в течение всего периода реализации государственной программы вооружения (ГПВ).

Ниже предлагается такая методика, использующая модель динамики изменения численности и уровня исправности ВВТ в парке при выбытии находящихся на вооружении образцов ВВТ и поставке новой техники, в рамках закупок образцов ВВТ<sup>1</sup> в течение программного периода.

**Постановка задачи.** Рассматривается однотипный парк ВВТ, в котором в начальный момент времени  $t=0$  находится  $N_1$  единиц ВВТ. Качественное состояние парка ВВТ характеризуется уровнем долговечности и безотказности изделий в парке. Долговечность изделий определяется величиной технического  $\tau_{TP}$  и межремонтного  $\tau_{MP}$  ресурса, и ка-

лендарным сроком службы  $t_{cc}$ , а безотказность – интенсивностью  $\alpha$  отказов техники. Технический и межремонтный ресурсы характеризуют количество работы, которую гарантированно должна выполнять техника до появления отказа (может выражаться в моточасах, километрах пробега и т.д.). Календарный срок службы характеризует время, после которого техника выводится из боевого состава независимо от величины наработки. Между этими показателями имеется зависимость, определяющая математическую модель надежности изделий.

Формирование парка ВВТ осуществляется в течение предыдущих программных периодов, поэтому на рассматриваемый момент времени каждое изделие характеризуется определенной величиной остатка срока службы, технического и межремонтного ресурса. Образцы ВВТ, выработавшие ресурс, подлежат снятию с эксплуатации и последующей утилизации. Изделия, имеющие запас технического ресурса, но выработавшие межремонтный ресурс подлежат восстановительному (капитальному, среднему) ремонту. В случае отказа изделие подлежит текущему ремонту. В течение рассматриваемого программного периода парк ежегодно пополняется современными образцами ВВТ в количестве  $N_2(t)$  с более высоким уровнем качества и надежности. Поставка современных образцов в течение программного периода  $T$  должна обеспечить достижение требуемой численности  $N_{TP}$  образ-

1 Находящиеся на вооружении образцы ВВТ, поставленные в течение прошлых программных периодов, будем называть «устаревшими». Образцы вооружения, поставляемые промышленностью в рамках рассматриваемого программного периода – «современными».

цов в парке, а также более высокий уровень исправности и современности ВВТ в парке.

**Модель динамики численности восстанавливаемого парка ВВТ**

Формализуем описание сформулированной выше задачи. При эксплуатации ВВТ может находиться в исправном и неисправном состоянии (рисунок 1). Интенсивность перехо-

да из исправного состояния в неисправное обозначим  $\lambda$ . Из неисправного состояния техника отправляется в ремонт или на списание и утилизацию, если истек календарный срок службы. Интенсивность перехода техники в исправное состояние (после ремонта) обозначим  $\mu$ . Интенсивность закупки новой техники обозначим  $\nu$ .

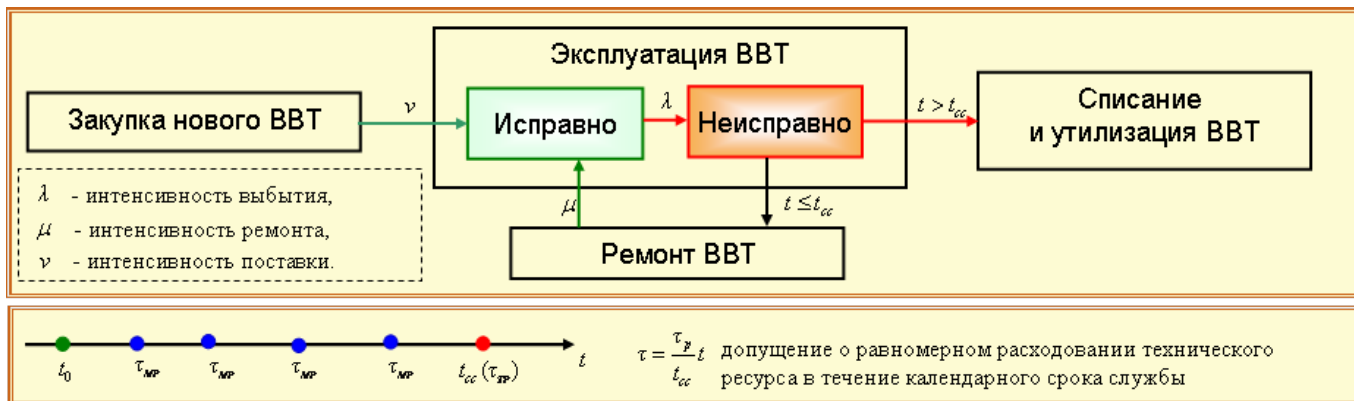


Рисунок 1 – Модель динамики численности однотипного парка ВВТ

Выбытие изделий из парка происходит вследствие выработки межремонтного и технического ресурса, а также под действием отказов техники. Пометим интенсивность выбытия  $\lambda$  индексом 1 для устаревших образцов ВВТ, а индексом 2 для перспективных образцов ВВТ. Представим эту величину как сумму двух составляющих

$$\lambda(t) = \frac{1}{\tau_{MP}} + \alpha t; \quad 0 \leq t \leq t_{cc}. \quad (1)$$

Первая составляющая определяется величиной межремонтного ресурса (или его остатка)  $\tau_{MP}$ , а вторая – интенсивностью отказов  $\alpha$ , линейно возрастающей с течением времени, что характеризует физический износ изделия в процессе эксплуатации. Восстановление изделий осуществляется с интенсивностью  $\mu$ , которая зависит от производственных возможностей предприятий промышленности и войсковых ремонтных органов и принимается неизменной в течение программного периода.

Технический уровень парка характеризуется долей исправных изделий определенного вида. Найдем зависимость вероятности на-

хождения  $p(t)$  произвольного образца ВВТ в исправном состоянии к моменту времени  $t$  при условии, что в момент  $t=0$  он был исправен. Эта вероятность изменяется в результате выбытия изделий при выработке межремонтного ресурса и текущих отказов с интенсивностью  $\lambda$  и возвращения отремонтированных изделий с интенсивностью  $\mu$ . В рамках предположения о марковском характере рассматриваемых процессов [1,2] изменение вероятности исправного состояния изделия в пределах установленного срока службы  $t_{cc}$  описывается дифференциальным уравнением

$$\frac{dp}{dt} = \begin{cases} -\lambda p + \mu(1-p), & \text{если } t \leq t_{cc}; \\ 0, & \text{если } t > t_{cc}. \end{cases} \quad (2)$$

$p(0) = 1$

Умножив вероятность исправного состояния  $p(t)$  на текущую численность изделий  $N(t)$  получаем среднюю численность образцов ВВТ в парке

$$m(t) = N(t) \cdot p(t). \quad (3)$$

В соответствии с практикой эксплуатации ВВТ, выработка ресурса изделий осуще-

ствляется равномерно в рамках установленного срока службы (рисунок 2).

В этом случае величина наработки изделия  $\tau$  в пределах установленного техниче-

ского ресурса  $\tau_{TP}$  и срока службы  $t_{CC}$  будет пропорциональна текущему времени

$$\tau = \frac{\tau_{TP}}{t_{CC}} \cdot t. \quad (4)$$

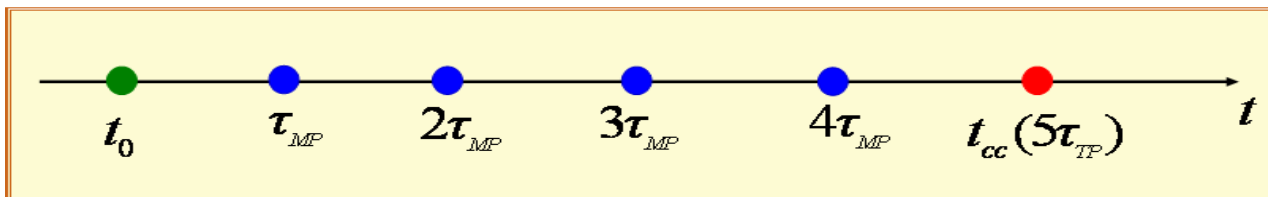


Рисунок 2 – Допущение о равномерной выработке технического и межремонтного ресурса в течение календарного срока службы

С учетом этого динамика средней численности устаревших образцов ВВТ в парке будет описываться уравнением

$$\bar{N}_1(t) = \begin{cases} N_1 \left( 1 - \frac{t}{\bar{t}_{ccl}} \right), & \text{если } t \leq \bar{t}_{ccl}; \\ 0, & \text{если } t > \bar{t}_{ccl}. \end{cases} \quad (5)$$

где  $\bar{t}_{ccl} = \frac{\sum_{i=1}^{N_1} t_{ccl}^{(i)}}{N_1}$  – средний остаток срока

службы устаревших образцов ВВТ на начало рассматриваемого программного периода.

Процесс поставки современных образцов ВВТ с достаточной степенью точности также может быть представлен как марковский процесс [3,4], а его динамику в течение рассматриваемого периода для обеспечения требуемой численности парка  $N_{TP}$  можно описать дифференциальным уравнением

$$\frac{d\bar{N}_2}{dt} = \nu (\beta V_{TP} - \bar{N}_1 - \bar{N}_2), \quad (6)$$

где  $\beta > 1$  – страховочный коэффициент, позволяющий гарантированно обеспечить достижения требуемой численности парка в условиях действия случайных факторов. Интенсивность поставки  $\nu$  современных образцов может изменяться по времени в зависимости от производственных возможностей оборонных предприятий, уровня финансирования государственного оборонного заказа (ГОЗ) и других военно-экономических факторов.

Система уравнений (1)...(6) полностью описывает динамику численности и технического состояния парка ВВТ.

Интегрируя систему уравнений (1)...(4), получаем для каждого текущего момента времени средние численности устаревших и современных образцов в парке ВВТ, а также долю исправных образцов ВВТ. Формируемый парк ВВТ в этом случае представляет собой неоднородную совокупность устаревших и современных образцов ВВТ с общей численностью

$$\bar{N}(t) = \bar{N}_1(t) + \bar{N}_2(t) \quad (7)$$

и средней численностью исправных образцов ВВТ в парке

$$m(t) = m_1(t) + m_2(t). \quad (8)$$

Это позволяет для каждого момента времени произвести оценку технического уровня парка ВВТ. Для оценки технического уровня парка ВВТ используются следующие показатели:

- коэффициент обновления парка современными образцами ВВТ  $K_{обн}$ ;
- коэффициент исправности ВВТ в течение годового периода  $K_u$ .

Эти показатели определены рядом действующих нормативных документов, определяющих концепцию строительства системы вооружения [5].

Коэффициент обновления парка современными образцами ВВТ определяется долей современных образцов ВВТ в парке

$$K_{обн}(t) = \frac{\bar{N}_2(t)}{\bar{N}(t)}. \quad (9)$$

Коэффициент исправности определяется долей исправных образцов в общей численности ВВТ



$$K_u(t) = \frac{m(t)}{\bar{N}(t)}. \quad (10)$$

На рисунках 3, 4 показаны графики зависимости численности парка ВВТ, коэффициентов обновления и исправности ВВТ в течение программного периода  $T=10$  лет при следующих исходных данных:

- $N_1=80$  ед. ;  $N_{TP}=100$  ед. ;  $\beta=1,05$  ;
- $\mu_1=0,3$  год<sup>-1</sup> ;  $\mu_2=0,5$  год<sup>-1</sup> ;
- $\lambda_1(t)=0,15+0,01t$  год<sup>-1</sup> ;
- $\lambda_2(t)=0,05+0,01t$  год<sup>-1</sup> ;
- $\nu_1=0,35$  год<sup>-1</sup> ;

$$\Delta t_{cc1}=5 \text{ лет} ; t_{cc2}=20 \text{ лет} .$$

Как видно из рисунков 3, 4, после истечения срока службы устаревшие образцы ВВТ изымаются из эксплуатации и заменяются современными образцами. При этом происходит достаточно резкое изменение численности и показателей технического уровня парка ВВТ. К концу программного периода численность парка выходит на уровень требуемой, а показатели технического уровня практически соответствуют принятым нормативам.

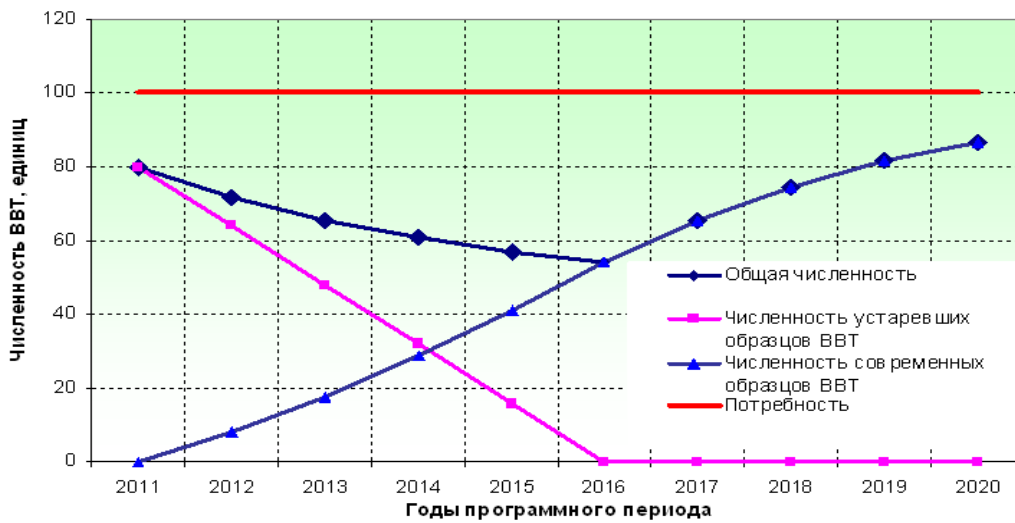


Рисунок 3 – Динамика численности парка ВВТ в течение программного периода

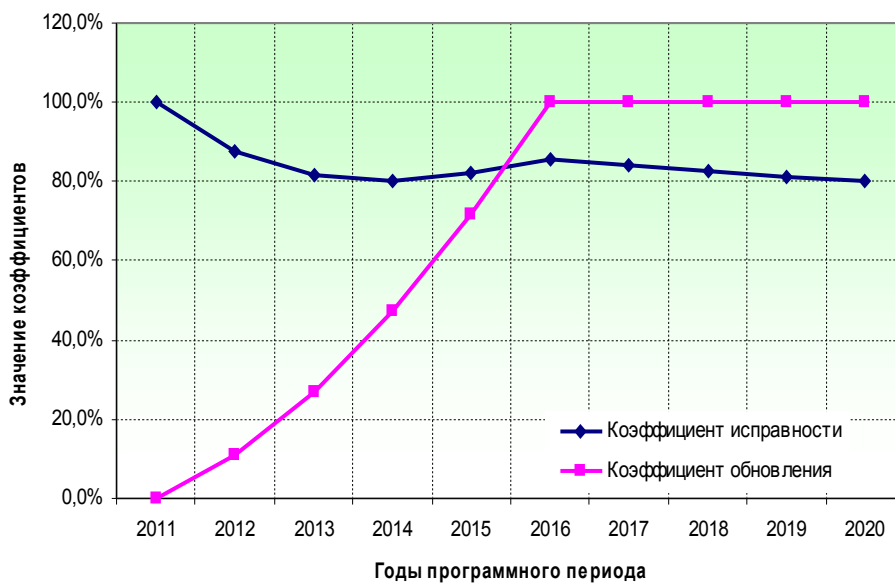


Рисунок 4 – Динамика технического уровня парка ВВТ в течение программного периода

Реализация программных мероприятий по закупке и ремонту ВВТ требует определенных затрат финансовых и материальных ресурсов.

Эти затраты включают в себя:

- стоимость закупки устаревших и современных образцов ВВТ с учетом их морального и физического износа, а также ценовой инфляции  $C_3(t)$ ;
- стоимость эксплуатации ВВТ в войсках, включая затраты на их содержание, проведение контрольно-технических смотров и проверок, регламентных работ  $C_3$ ;
- стоимость ремонта образцов ВВТ  $C_p(t)$ .

Исходя из теории и практики технико-экономического анализа ВВТ [4, 5], примем следующие допущения относительно технико-экономических параметров ВВТ:

$$C_{TO}(T) = \sum_{t=1}^T (1+E)^t = \left[ \begin{array}{l} C_{31} \left(1 - \frac{t}{t_{oc1}}\right) + N_1(t)(1 - K_u(t))C_{p1} + C_{31} + \\ C_{32} \left(1 - \frac{t}{t_{cc2}}\right) N_2(t) + N_2(t)(1 - K_{u2}(t))C_{p2} + C_{32} \end{array} \right], \quad (t=1, T). \quad (11)$$

Здесь  $t_{oc1}$  – средний остаток срока службы устаревших образцов ВВТ на начало программного периода.

- годовая стоимость эксплуатации образцов ВВТ остается неизменной в пределах программного периода  $C_3 = const$ ;

- текущая стоимость образца  $C(\tau)$  пропорциональна остатку ресурса

$$C(\tau, t) = C_3 \left(1 - \frac{\tau}{\tau_{TP}}\right) = C_3 \left(1 - \frac{t}{t_{cc}}\right);$$

- инфляционные изменения цен учитываются дефлятором

$$d(t) = (1+E)^t,$$

где  $E$  – нормативный уровень годовой инфляции.

С учетом этих допущений стоимость технического обеспечения парка ВВТ в ходе реализации программных мероприятий определяется выражением

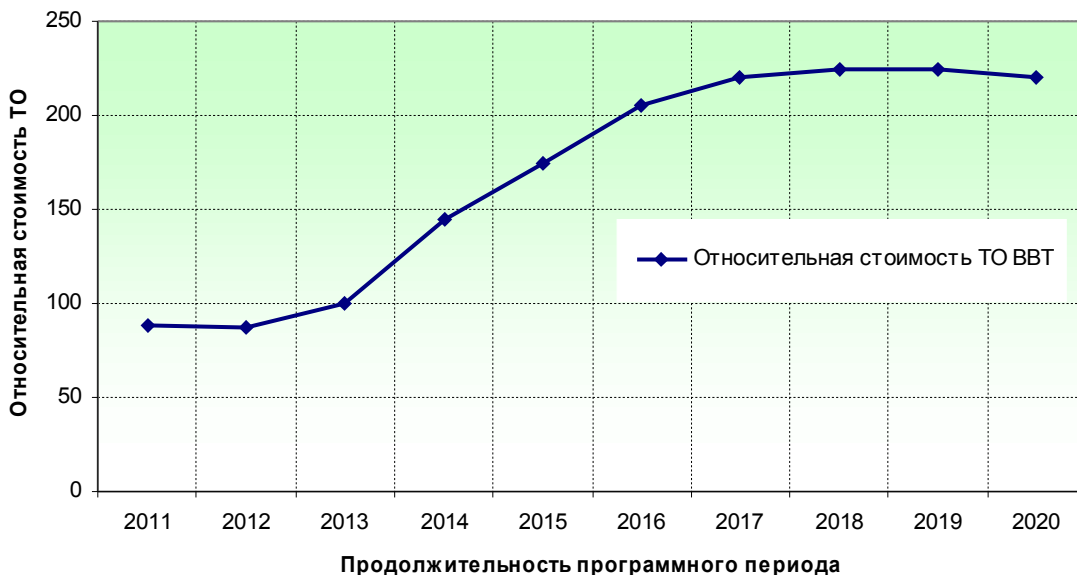


Рисунок 5 – Динамика относительных затрат на техническое обеспечение парка ВВТ по годам программного периода

На рисунке 5 показан график изменения затрат на техническое обеспечение парка ВВТ по годам программного периода с учетом инфляции при следующих исходных данных:

$$\frac{C_{32}}{C_{31}}=2,5 ; \frac{C_{P1}}{C_{31}}=0,3 ; \frac{C_{P2}}{C_{32}}=0,1 ; E=6\%.$$

**Заключение.** Предлагаемая методика позволяет получать прогнозные оценки уровня

исправности парка ВВТ, степени его обновления современными образцами, а также потребные затраты на техническое обеспечение парка ВВТ по годам программного периода. Эти оценки позволяют более обоснованно принимать решения об объемах финансирования ГОЗ, формировать плановые задания для предприятий ОПК, осуществлять контроль за реализацией программных мероприятий ГПВ.

#### Список использованных источников

1. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.А., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности. – М.: Наука, 1965.
2. Байхельт Ф., Франкен П. Надежность и техническое обслуживание. Математический подход / Перевод с немецкого. – М.: Радио и связь, 1988.
3. Гнеденко Б.В., Коваленко И.Н. Введение в теорию массового обслуживания. – М.: Наука, 1966.
4. Дедков В.К., Северцев Н.А. Основные вопросы эксплуатации сложных систем.-М.: Высшая школа, 1976.
5. Буренок В.М., Косенко А.А., Лавринов Г.А. Техническое оснащение Вооруженных Сил Российской Федерации: организационные, экономические и методологические аспекты.– М.: Издательский дом «Граница», 2007.



Ивлев А.А., кандидат технических наук,  
старший научный сотрудник  
Артеменко В.Б.

## **Онтология военных технологий: основы, структура, визуализация и применение<sup>1</sup> (2 часть)<sup>2</sup>**

*Во второй части статьи представлены предложения по использованию онтологии военных технологий в ходе решения практических задач по обоснованию и управлению реализацией Программы развития базовых военных технологий.*

### **4. Предложения по использованию онтологии военных технологий при решении задач программно-целевого планирования развития базовых военных технологий**

На каждом из этапов программно-целевого планирования развития БВТ (планирования, программирования, бюджетирования, исполнения и контроля) решаются задачи информационно-аналитического обеспечения [1], связанные с поиском, сбором, интеграцией и анализом знаний. В решении названных задач участвуют различные государственные органы и организации, коллективы специалистов. Указанные специалисты подходят к рассмотрению области военных технологий с различных точек зрения, обусловленных их профессиональной деятельностью, эрудицией, опытом. От того, насколько эффективно будут взаимодействовать данные специалисты, насколько глубокий и полный будет проведен анализ информации, учтен объем знаний, накопленный к данному моменту в определенных областях науки и технологий, зависит обоснованность Программы развития БВТ и ее реализуемость.

Исходя из характера задач информационно-аналитического обеспечения, решаемых в ходе обоснования и контроля реализации мероприятий Программы развития БВТ, онтологию военных технологий предлагается использовать для решения четырех основных задач:

а) обеспечение общим понятийным и терминологическим аппаратом специалистов

Министерства обороны, военно-промышленного комплекса, научно-исследовательских организаций, Высшей школы, участвующих в обосновании и реализации мероприятий Программы развития БВТ;

б) создание интеллектуальной системы поддержки принятия решений по обоснованию и управлению реализацией Программы развития БВТ [2];

в) реализация эффективного смыслового поиска информации в базах знаний и базах данных по технологиям;

г) создание имитационных и аналитических моделей военных и двойных технологий на основе онтологий [3].

Концептуальная карта Стар, отражающая основные направления практического применения онтологии военных технологий для решения задач программно-целевого развития БВТ, представлена на рисунке 1.

### **4.1. Обеспечение общим понятийным и терминологическим аппаратом специалистов, участвующих в обосновании и реализации мероприятий Программы развития БВТ**

Роль онтологии военных технологий в обеспечении согласованного понимания предметной области участниками процесса обоснования и реализации мероприятий Программы развития БВТ достаточно наглядно демонстрирует модель передачи знаний между двумя специалистами, представленная на рисунке 2.

1 Статья подготовлена при поддержке гранта РФФИ 10-06-00314.

2 Первая часть статьи опубликована в электронном научном журнале «Вооружение и экономика» № 4 (16), 2011 г.

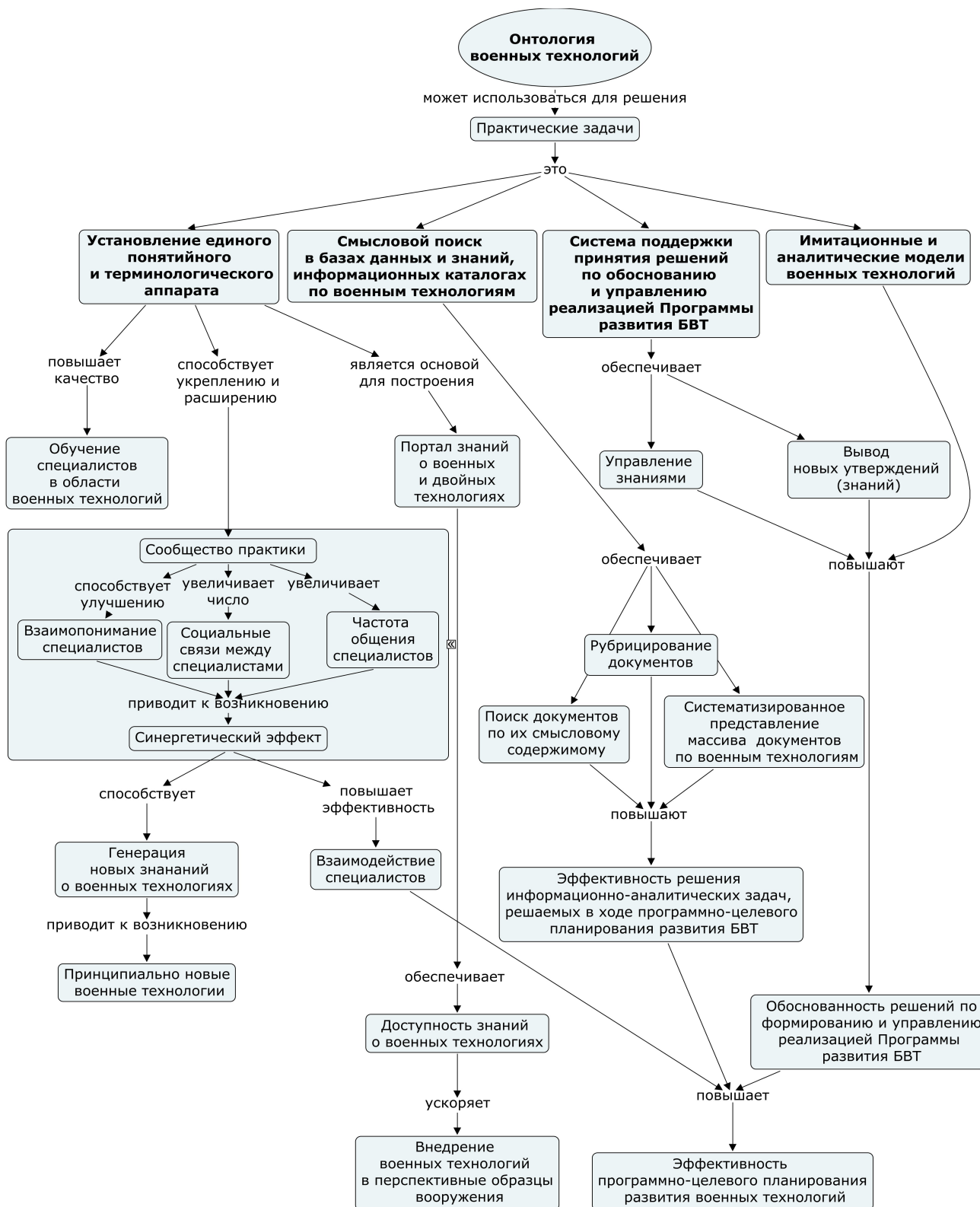


Рисунок 1 – Концепт-карта основных направлений практического применения онтологии военных технологий для решения задач программно-целевого развития военных технологий

Так как технология – это кодифицированные знания, то есть представленные в виде текста, формализованных записей, электронных моделей, то передача знаний в предлага-

емой модели осуществляется посредством документа.

Первый специалист является автором документа, второй – его потребителем. Документ научно-технического характера содер-

жит определенные сведения в области военных технологий. При этом необходимо сделать важное замечание, что непосредственно сам текст документа не содержит знаний, а является средством передачи знаний. Знания, которые хотел передать автор документа, лежат во вторичной структуре (макроструктуре текста), надстраиваемой над естественно-языковым текстом [4].

Тогда процесс передачи знаний можно разделить на последовательное решение двух задач: кодификации знаний и их понимания.

Под кодификацией *Kod* понимается представление имплицитных знаний специалиста в явном виде посредством использования естественного языка, символов, формул, иллюстраций. Имплицитные знания, которые пытается передать автор в виде документа (модель автора), обозначим как модель  $M_1$ .

Понимание *Cog* – формирование модели знаний  $M_2$  специалистом 2 на основе чтения и анализа документа.

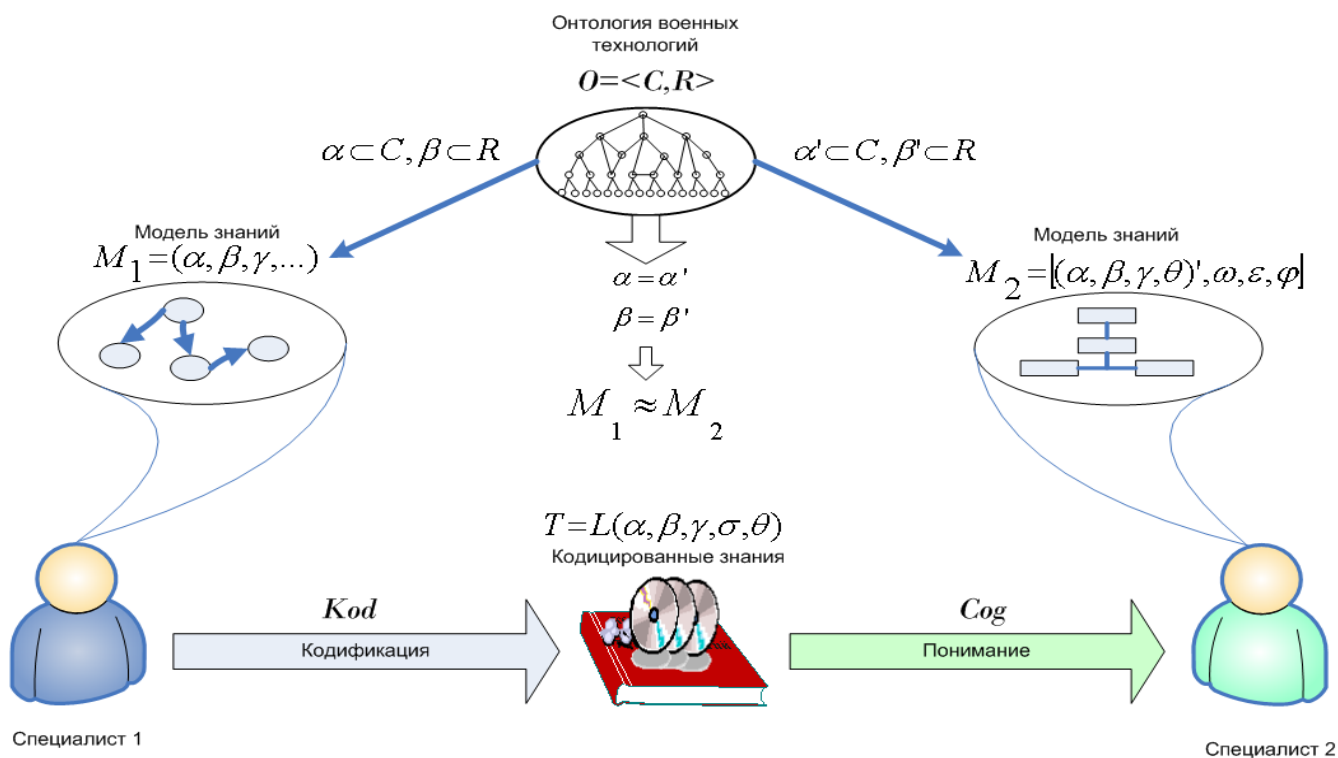


Рисунок 2 – Схема модели передачи знаний между двумя специалистами

$T$  – кодифицированные знания, другими словами, словесное описание модели  $M_1$ .

Сложность процесса заключается в принципиальной невозможности совпадения моделей знаний  $M_1$  и  $M_2$  из-за того, что  $M_1$  образуется за счет всей совокупности представлений, потребностей, интересов и опыта автора, лишь малая часть которых находит отражение в  $T$ . К этому можно приложить еще умение автора точно, непротиворечиво и доступно излагать материал.

Соответственно, и  $M_2$  образуется в процессе интерпретации текста  $T$  за счет привлече-

ния всей совокупности научного и профессионального багажа потребителя.

Тогда задача обеспечения единого понимания специалистов в области военных технологий может быть условно сформулирована как минимизация расхождения модели знаний автора  $M_1$  и воспроизведенной по тексту  $T$  модели потребителя  $M_2$ . Формально данная задача представлена в следующей обобщенной записи:

$$|M_1 - M_2| \rightarrow \min .$$

Рассмотрим, какие источники составляют модель  $M_1$  и текст  $T$ .



Согласно [4,5], тематически связанный текст состоит из двух основных компонентов – системы понятий  $\alpha$  и отношений  $\beta$  между ними. В дополнение к этому в тексте присутствуют субъективные взгляды автора  $\gamma$ , некоторые общие места («вода»)  $\sigma$ , а также заимствованный текст  $\theta$ . Модель кодифицированных знаний можно записать следующим образом:

$$T=L(\alpha, \beta, \gamma, \sigma, \theta),$$

где  $L$  – функция описания знаний, используемая при кодификации знаний. Другими словами, это – естественный язык, правила формализованной записи.

Компоненты  $\alpha, \beta, \gamma$  входят и в модель  $M_1$ .

При извлечении знаний из текста  $T$  специалист  $2$  решает задачу декомпозиции этого текста на перечисленные выше компоненты для выделения истинно значимых фрагментов. Сложность интерпретации текста заключается в том, что любой текст приобретает смысл только в контексте, где под контекстом понимается окружение, в которое «погружен» текст.

Можно сказать, что понимание – это формирование «второго» текста, то есть семантической понятийной структуры. В нашей терминологии – это попытка воссоздания семантической структуры  $M_1$  в процессе формирования  $M_2$ .

Используя схему процесса понимания, изложенную в [4], формируем следующий состав компонентов, влияющих на  $Sod$  и  $M_2$ :

$(\alpha, \beta, \gamma, \theta)'$  – экстракт составляющих, полученных из текста  $T$ ;

$\omega$  – предварительные знания специалиста  $2$  о предметной области;

$\varepsilon$  – общая эрудиция специалиста  $2$ ;

$\varphi$  – его личный опыт.

Тогда

$$M_2=[(\alpha, \beta, \gamma, \theta)', \omega, \varepsilon, \varphi].$$

Рассмотрим возможность влияния на значение разности моделей автора и потребите-

ля  $\Delta M=|M_1-M_2|$  через изменения компонентов моделей  $M_1$  и  $M_2$ .

Личный опыт специалиста  $2$   $\varepsilon$  и предварительные знания  $\omega$  в ходе моделирования будем считать постоянными  $\varepsilon=const$ ,  $\omega=const$ . Тогда величина  $\Delta M$  зависит от сходства следующих пар составляющих:

$\alpha$  и  $\alpha'$ ;

$\beta$  и  $\beta'$ ;

$\gamma$  и  $\gamma'$ .

Первая пара –  $\alpha$  и  $\alpha'$  – представляет собой словари терминов, используемых автором и интерпретируемых потребителем. Обеспечить сходство словарей можно используя общий терминологический словарь предметной области  $\langle C \rangle$ .

Вторая пара –  $\beta$  и  $\beta'$  – характеризует отношения между терминами. Часть отношений задается явно – это классификация, отношения входимости. Но большая часть отношений явно не фиксируется. В связи с этим,  $\Delta \beta$  оказывает значительное влияние на  $\Delta M$ .

Одновременного сокращения  $\Delta \alpha$  и  $\Delta \beta$  можно достичь, если использовать согласованную онтологию военных технологий  $O = \langle C, R \rangle$ , которая включает как концепты (понятия), так и их отношения.

Последняя пара –  $\gamma$  и  $\gamma'$  (субъективная составляющая  $M_1$  и ее интерпретация в  $M_2$ ) – означает новые понятия, отношения, введенные автором. Поэтому увеличить степень сходства  $\gamma$  и  $\gamma'$  можно только при повышении качества изложения материала, использовании автором когнитивных методов представления знаний. В этом случае эффективным средством сокращения  $\Delta \gamma$  являются концепт-карты, которые существенно улучшают восприятие нового материала (новых понятий и их отношений).

Таким образом, использование онтологии военных технологий позволяет снизить разность в понимании экспертов  $\Delta M$ .

Рассмотренная выше модель передачи знаний может быть с определенной доработкой использована для представления схе-

мы трансферта технологий между двумя организациями.

Для достижения единого согласованного понимания специалистами терминологии в области военных технологий недостаточно одной только разработки онтологии. Необходимо обеспечить информированность специалистов об онтологии военных технологий, ее доступность, актуальность и широкое использование в информационных системах, предназначенных для решения задач обоснования, реализации и контроля выполнения мероприятий Программы развития БВТ.

Для этого предлагается в первую очередь создать информационный портал в сети Интернет, посвященный вопросам создания, развития и использования онтологии военных технологий. Он должен содержать онтологию верхнего уровня – онтологию технологий,

онтологию военных технологий, открытую часть прикладных онтологий военных технологий. В портале следует отражать изменения, вносимые в онтологию военных технологий, предоставлять доступ к нормативным документам в области технологического домена, публикациям в этой области. Он должен содержать сведения о планируемых мероприятиях (конференциях, форумах) по развитию технологий, рекомендации по использованию онтологии военных технологий в системах поддержки принятия решений и информационных системах.

В этой связи особый интерес для реализации оперативного доступа, поддержки развития онтологии военных технологий представляет комплекс программного обеспечения CMAP Tools (рисунок 3) [6].

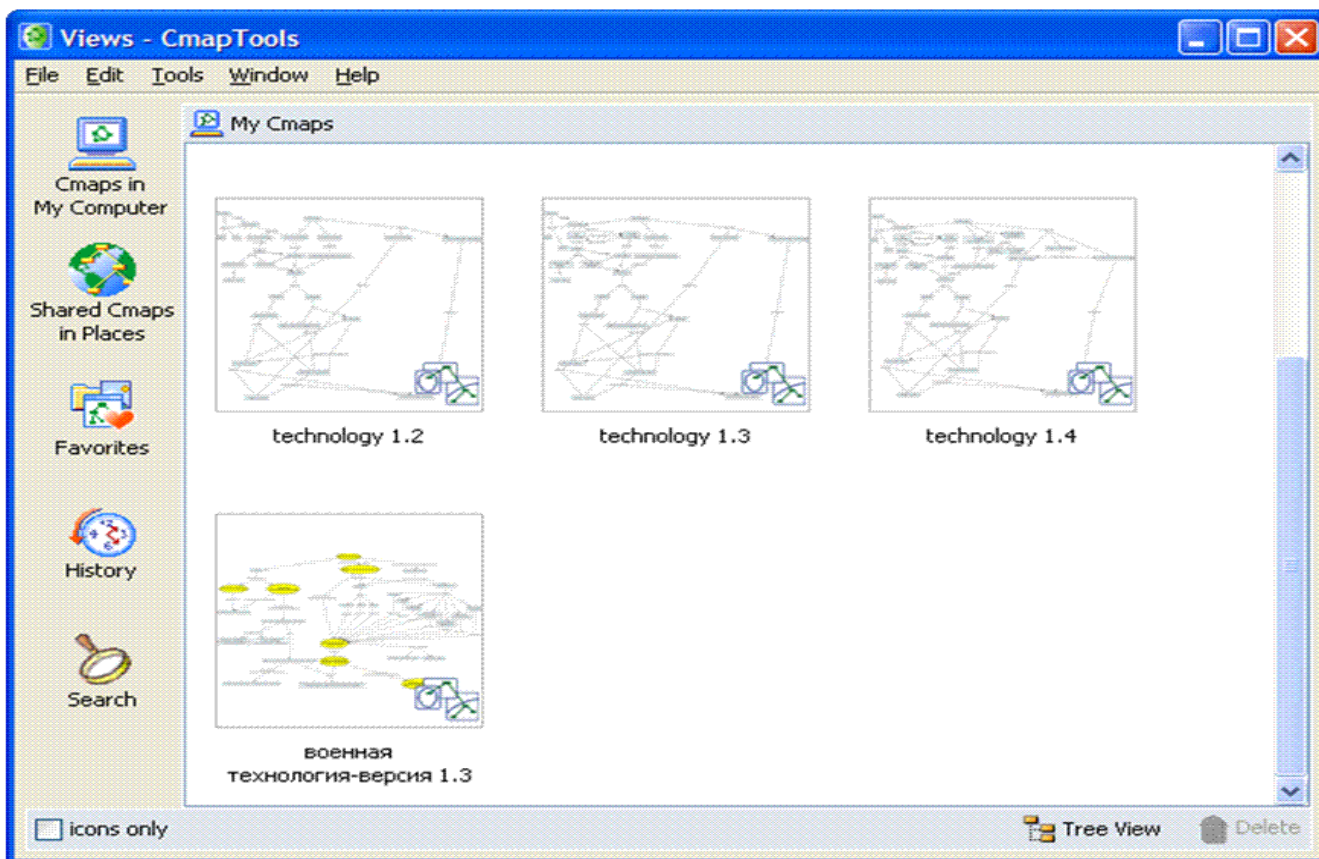


Рисунок 3 – Внешний вид главного окна программы CMAP Tools

- Данный комплекс обеспечивает:
  - коллективную разработку онтологии;
  - создание онтологии на локальном рабочем месте;

- различные режимы просмотра онтологии (граф, таблица, иерархический список);
- формирование и выдачу статистических данных по онтологии (число концептов, отношений);
- экспорт и импорт онтологии в различные форматы представления (растровое изображение, Web-страница, текстовый документ, PDF, языки описания онтологий);
- формальную оценку корректности онтологии;
- ведение структурированного репозитория онтологических моделей;
- подключение к концептам ссылок на различные ресурсы (Web-сайты, документы, изображения, другие онтологии, модели).

Решения, реализованные в SMAR Tools, целесообразно использовать для создания перспективной автоматизированной системы поддержки развития онтологии военных технологий.

#### 4.2. Создание интеллектуальных систем поддержки принятия решений

Обоснованность Программы развития БВТ и степень ее реализации в значительной степени зависят от объема знаний, которыми располагают задействованные специалисты, и от эффективности инструментальных средств, обеспечивающих сбор, обработку и доступ специалистов к накопленным знаниям. Особую роль в этом играют информационные системы, реализующие методы и технологии искусственного интеллекта. Такие системы получили название интеллектуальных систем. В общем случае под интеллектуальными системами понимают любые биологические, искусственные или формальные системы, проявляющие способность к целенаправленному поведению. Последнее включает проявления общения, накопления знаний, принятия решений, обучения, адаптации [7].

Как видно из определения, отличительной особенностью интеллектуальных систем является их способность обрабатывать знания –

накапливать, получать новые знания, извлекать знания, осуществлять поиск знаний.

Применительно к задачам программно-целевого планирования развития БВТ планируется внедрение интеллектуальных систем поддержки принятия решений, обеспечивающих извлечение, формализацию знаний и их использование при обосновании, формировании и реализации мероприятий Программы развития БВТ.

Необходимым элементом системы поддержки принятия решений (СППР) является база знаний. База знаний обеспечивает хранение знаний и доступ к ним в процессе функционирования интеллектуальной системы.

Эффективность функционирования системы поддержки принятия решений во многом зависит от полноты, непротиворечивости знаний и свойств модели представления знаний в базе знаний. Поэтому в области систем искусственного интеллекта вопросам создания баз знаний всегда придавалось важное значение.

Интенсивное практическое формирование баз знаний (БЗ) началось с развитием онтологического подхода, хотя в области искусственного интеллекта использование БЗ декларируется уже 40-50 лет [7, 8]. Важную роль в этом сыграли возможности онтологии интегрировать различные виды знаний и определения (в том числе на предметном языке пользователей), а также создание целого спектра алгоритмических и программных средств построения онтологий и работы с ними.

В данном аспекте онтология военных технологий, реализующая многоуровневую структуру, рассмотренную в первой части статьи, по нашему мнению, имеет значительные перспективы использования в СППР при обосновании и контроле реализации мероприятий Программы развития БВТ.

Онтологии верхнего уровня – онтология технологий и онтология военных технологий представляют собой не что иное, как основ-

ные правила построения, функционирования области военных технологий. Например: «Базовые военные технологии включают критические военные технологии», «Критические военные технологии составляют перечень критических военных технологий», «Критические военные технологии наиболее значимы для создания перспективных изделий военной техники».

Прикладные онтологии военных технологий, помимо правил в конкретной локальной области, могут содержать и фактографические знания. Например: «Программируемые логические матрицы используются в задачах распознавания целей», «Стоимость тонны стали составляет около 200 долларов США», «Разработчиком лазерного оружия в США является фирма Northrop Grumman», «THEL является проектом по созданию тактического лазерного оружия» и др.

Использование онтологии военных технологий, основанной на СМАР, в качестве источника знаний в СППР, осложняется неформали-

зованными типами отношений между концептами, что не позволяет использовать для работы с СМАР языки логики предикатов.

Выражения на естественном языке, которые нагружают связи между концептами, кратки, составляют в большинстве случаев одно словосочетание. Сами связи однонаправлены. Благодаря этому, смысл тройки «концепт – связь – концепт» может быть с достаточной степенью точности формализован автоматически с использованием семантического анализатора [5, 9]. Семантический анализатор интерпретирует смысл фразы и представляет его в формализованном виде, используя для этого определенные типы семантических отношений и семантический словарь.

Концептуальная схема типовой СППР, использующей онтологию военных технологий для решения задач обоснования и контроля реализации мероприятий Программы развития БВТ, представлена на рисунке 4.

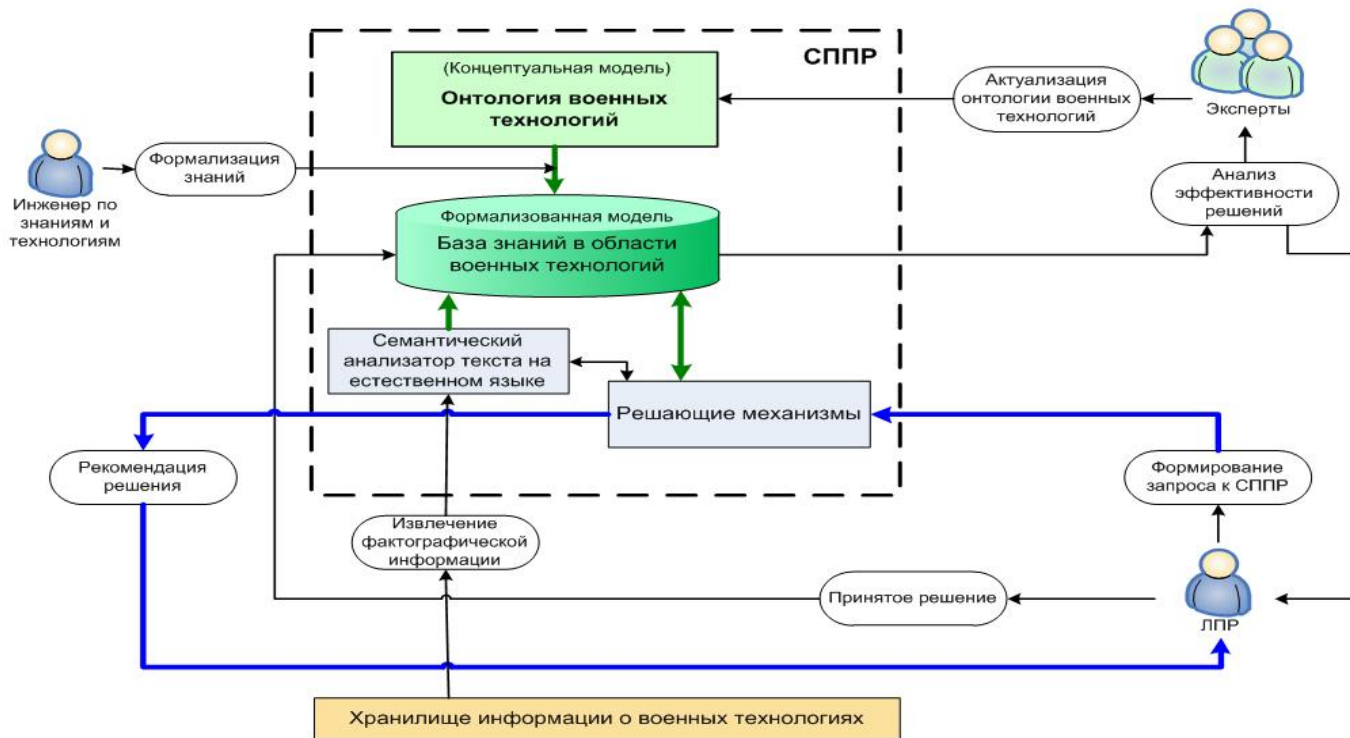


Рисунок 4 – Концептуальная схема типовой СППР в области программно-целевого планирования развития военных технологий



Онтология военных технологий представляет собой концептуальную модель предметной области и является основным источником получения декларативных знаний об области военных технологий, существующих в данной области правилах, а также части фактографических знаний.

Для использования в СППР знаний, представленных в онтологии военных технологий, последние формализуются посредством семантического анализатора и в понятном для машины виде поступают в базу знаний. Этот процесс осуществляется автоматически под управлением инженера по знаниям и технологиям.

В качестве источника знаний, кроме онтологии военных технологий, могут использоваться хранилища информации по военным технологиям, информационные каталоги, базы данных, в которых сосредоточена оперативная информация по планированию развития БВТ, отчетная научно-техническая документация по работам Программы развития БВТ, Перечень базовых и критических военных технологий, данные о стоимости, разработчиках, использовании военных технологий и другие сведения.

Типовой процесс подготовки решения в ходе обоснования и контроля реализации мероприятий Программы развития БВТ начинается с формирования лицом, принимающим решение (ЛПР), запроса к СППР на языке, близком к естественному языку предметной области.

Запрос поступает в блок решающих механизмов, где он транслируется в машинный вид с помощью семантического анализатора. Далее выбирается сценарий поиска решения и решающий механизм выполняет поиск ответа в БЗ. Результаты поиска предлагаются ЛПР, на основе которых принимается окончательное решение. Принятое решение фиксируется в базе знаний.

Эффективность функционирования СППР оценивают эксперты на основе анализа принятых решений. В результате анализа вносят-

ся дополнения, изменения в онтологию военных технологий.

Результаты работы СППР, предъявляемые ЛПР, носят более многосторонний характер, по сравнению с традиционной информационной системой: помимо прямых ответов на запросы (например, «Выдать перечень критических военных технологий», «Перечень образцов ВВТ, в конструкции которых используются «умные» материалы», «Состав технологий, используемых в разработке перспективного авиационного комплекса фронтовой авиации»), СППР позволит выявлять скрытые неявные знания о военных технологиях. Примерами таких запросов могут быть определение перечня технологий, которые целесообразно закупить для создания перспективной военной техники, формирование предложений по составу перечня критических военных технологий, прогнозная оценка стоимости разработки военных технологий.

#### **4.3. Организация эффективного смыслового поиска информации в базах данных, информационных каталогах, базах знаний**

Функционирование практически любой информационной системы в области планирования развития военных технологий связано с накоплением, хранением и обработкой информации. При этом актуальной задачей остается повышение эффективности поиска требуемых данных в информационных каталогах, базах данных, базах знаний [10].

Совершенствование механизмов поиска по ключевым словам и формальным языкам запросов не избавляет от высокого уровня информационного шума и неполноты получаемых результатов. Использование онтологии военных технологий позволит точнее интерпретировать смысл терминов, фигурирующих в запросах, а также дополнять или расширять запрос понятиями, которые связаны с терминами запроса концептуальными отношениями, и синонимами. Подобное расширение запроса преследует цель повысить полноту ответа на него.

Задача реализации эффективного смыслового поиска информации требует накопления огромного объема встречающихся в текстовых источниках взаимосвязанных лексических единиц, выражающих понятия в области военных технологий. В данном случае онтология военных технологий используется как лингвистический информационный ресурс. Онтология военных технологий должна учитывать синонимию слов и словосочетаний, позволять выбирать вариант значения слов в случае полисемии лексических единиц. В связи с этим концептам онтологии военных технологий целесообразно поставить в соответствие группы синонимов и ключевых слов. При этом под синонимами в данном случае

понимаются сокращения, аббревиатуры, англоязычные наименования и другие варианты слов и словосочетаний, используемые в тексте для обозначения понятия, соответствующего концепту онтологии военных технологий.

Обобщенная схема использования онтологии военных технологий для реализации смыслового поиска в накопленных массивах информации представлена на рисунке 5.

Онтология военных технологий в данном контексте используется для решения двух подзадач:

- индексирования документов;
- поиска документов по соответствию запроса поисковым образам документов.

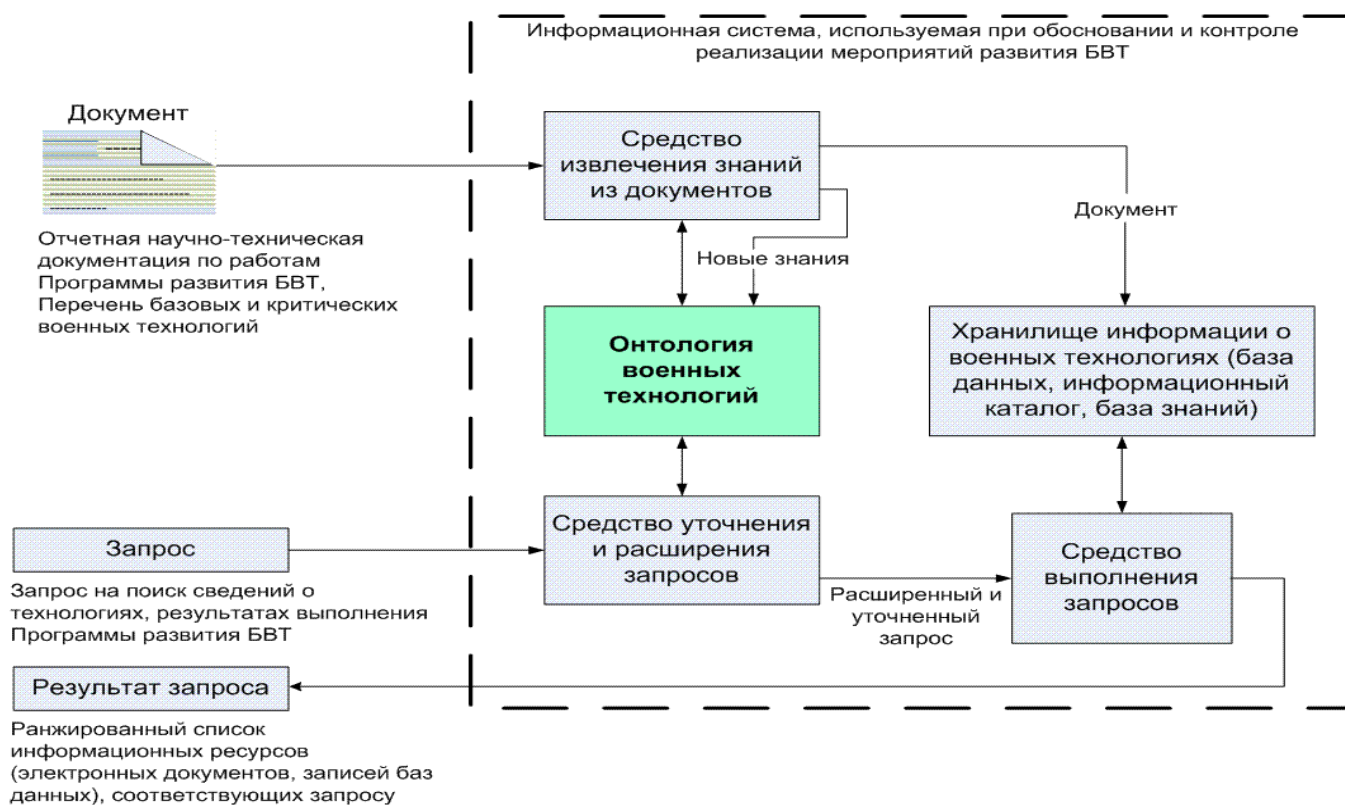


Рисунок 5 – Обобщенная схема использования онтологии военных технологий для реализации смыслового поиска информации

Первая задача заключается в анализе текста поступающего документа и формировании поискового образа документа. В процессе анализа текста документа выделяются ключевые слова и словосочетания, определяющие тему документа. По соответствию ключевых слов документа концептам онтологии во-

енных технологий принимается решение о тематике документа.

В простейшем случае онтология военных технологий на этапе индексирования может использоваться для систематизации поступающих документов – распределения их по тематическим каталогам.

Если для анализа текста документа использовать семантический анализатор, позволяющий выделить и формализовать связанные фразы, то на этапе индексирования становится возможным извлечение знаний, представленных в тексте документа.

При решении второй задачи семантическому анализу подвергается запрос, в составе которого, как и в случае обработки поступающего документа, определяются слова и словосочетания, соответствующие концептам онтологии военных технологий. Далее поисковый запрос дополняется синонимами и терминами онтологии, близкими по смыслу к словам, содержащимся в запросе. В результате поиска ответ на запрос, расширенный терминами онтологии, включает не только информационные ресурсы, текст которых содержит указанные в запросе слова и словосочетания, но и близкие по смыслу документы, в которых данные слова непосредственно не употребляются. Например, на запрос «управляемый вектор тяги» будут получены документы, в тексте которых помимо запроса встречаются выражения «УВТ», «перспективный авиационный двигатель», «Су-35», «НПО «Салют».

Использование онтологии военных технологий в этом случае позволит существенно повысить полноту результатов поиска информации и сократить время, необходимое на поиск данных.

#### **4.4. Создание имитационных и аналитических моделей военных и двойных технологий на основе онтологий**

Онтология военных технологий, являясь формальным описанием военных технологий, представляет собой удобный инструмент представления исходных данных для создания имитационных и аналитических моделей, которые используются в ходе планирования и управления развитием БВТ. Примером такого использования онтологии военных технологий является модель сложной военной технологии, на основе которой осуществляется оценка системного уровня ее зрелости.

Задача оценки зрелости технологий в общем случае заключается в отображении совокупности разрабатываемых и существующих технологий Tech в числовую систему TRL с использованием вербальной числовой шкалы [11].

Особенность понятия системного уровня зрелости сложной технологии заключается в учете помимо оценок зрелости элементарных составляющих технологий, также и оценок зрелости их интерфейсных связей:

$$SRL = f(TRL, IRL),$$

где TRL – уровень зрелости элементарных технологий;

IRL – уровень интеграционной зрелости технологий, характеризующий зрелость интерфейсных связей между элементарными технологиями;

$f$  – функция интеграции.

Очевидно, что для расчета оценки системного уровня зрелости сложной военной технологии экспертам необходимо хорошо представлять состав и взаимосвязи элементарных оцениваемых технологий. С этой целью создается онтологическая модель сложной военной технологии, с которой в дальнейшем работают эксперты.

Необходимо отметить, что существующие способы моделирования структуры образца ВВСТ (схема деления изделия ВВСТ, структурно-функциональная технологическая схема образца ВВСТ) не в полной мере отражают сложные и разнообразные связи между взаимодействующими элементарными технологиями, реализуемыми в составных частях образца ВВСТ. Онтология сложной военной технологии, напротив, позволяет зафиксировать основные связи как структурной вложенности, так и «горизонтального» взаимодействия между составными частями одного уровня.

В заключение отметим, что в данной работе обозначены только наиболее очевидные приложения онтологии в организационно-экономических задачах.

В перспективе целесообразно рассмотреть более подробно проблему возможных

применений онтологических моделей в качестве разновидности когнитивных технологий как важнейшего направления интеллектуализации вооружения и техники гражданского назначения. Именно так формулируется

проблема применения онтологий в европейской программе создания когнитивных технических систем CoTeSys [12] и в когнитивной программе ДАРПА [13].

#### Список использованных источников

1. Кравченко А.Ю., Ивлев А.А., Артеменко В.Б. Информационно-аналитическое обеспечение процесса обоснования и реализации мероприятий Программы развития базовых военных технологий на основе методов смыслового анализа данных и когнитивного моделирования // Сборник материалов конференции «Управление большими системами» ИПУ РАН, 2009.
2. Артемьева И.Л. Метод построения многоуровневых онтологий сложноструктурированных предметных областей. // Знания – онтологии – теории: труды Всерос. конференции. Новосибирск, 2007. – Режим доступа:  
<http://www.iacp.dvo.ru/is/publications/Artemjeva.pdf>.
3. Акаев А.А. Современный финансово-экономический кризис в свете теории инновационно-технологического развития экономики и управления инновационным процессом // Системный мониторинг: Глобальное и региональное развитие / Ред. Д.А. Халтурина, А. В. Коротаев. – М.: УРСС, 2009. – С. 141-162.
4. Гаврилова Т.А., Червинская К.Р. Извлечение и структурирование знаний для экспертных систем. – М.: Радио и связь, 1992. – 200 с.
5. Сокирко А.В. Программная реализация русского общесемантического словаря. // НТИ. Сер. 2. – 1997.-N 12. – С. 20-24.
6. <http://cmap.ihmc.us/download/index.php>.
7. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Интеллектуальные информационные технологии: Учебное пособие / А.И.Башмаков, И.А.Башмаков. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2005. – 304 с.
8. Рыбина Г.В. Основы построения интеллектуальных систем: Учебное пособие / Г.В. Рыбина. – М.: Финансы и статистика, ИНФРА-М, 2010. – 432 с.
9. Попов Э.В. Экспертные системы: Решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ. – М.: Наука. Гл.ред. физ.-мат.лит., 1987.
10. Трахтенгерц Э.А., Иванилов Е.Л., Юркевич Е.В. Современные компьютерные технологии управления информационно-аналитической деятельностью. – М.: СИНТЕГ, 2007. – 372 с.
11. Буренок В.М., Ивлев А.А., Корчак В.Ю. Развитие военных технологий XXI века: проблемы, планирование, реализация. – Тверь: Изд. «Купол», 2009. – 624 с.
12. Buss M., Beetz M., Wollherr D. CoTeSys – Cognition for Technical Systems. <http://www.iaim.ira.uka.de/cogsys07/pdf/eu-projects/COTESYS.pdf>.
13. Никитенко Е.Г., Гарбук С.В., Губинский А.М. Опыт Управления перспективных исследований МО США (ДАРПА) по развитию и использованию науки и технологий в оборонной сфере. – М.: Изд. ООО «МЭЙЛЕР», 2010. – 156 с.



Буравлев А.И., доктор технических наук,  
профессор

## Об оценке влияния системы управления огнем на эффективность поражения целей

*В статье рассмотрена задача оценки влияния стратегий управления целераспределением ударных средств на эффективность поражения объектов. Доказано, что оптимальным распределением, обеспечивающим максимальную эффективность поражения объектов, является детерминированное равномерное целераспределение. Предложен числовой показатель, характеризующий степень влияния системы управления огнем ударных средств на эффективность их применения.*

Эффективность огневого поражения объектов в значительной степени зависит от наличия и качества работы системы боевого управления огневыми средствами. Влияние системы управления проявляется, в первую очередь, в эффективности управления огнем и распределении огневого воздействия по целям. Вопросы рационального целераспределения рассматривались ранее в работах [1-4], где были получены зависимости среднего ущерба от стратегий целераспределения. В работе [5] исследовано влияние стратегий целераспределения на динамику противоборства однородных группировок.

В данной статье проводится анализ различных стратегий целераспределения с точки зрения их влияния на эффективность огневого поражения.

### 1. Модель оценки эффективности огневого поражения при различных стратегиях целераспределения

Рассматривается огневой удар  $N$  ударными средствами (УС) по групповой цели, содержащей  $M$  элементарных целей. Вероятность поражения элементарной цели одним УС составляет  $W$ . Распределение огневого воздействия по элементарным осуществляется системой управления огнем в соответствии с матрицей целераспределения  $\mathbf{y} = (y_{ij})_{N \times M}$ , где  $0 \leq y_{ij} \leq 1$  – вероятность воздействия  $i$ -го УС по  $j$ -й элементарной цели;  $\sum_{j=1}^M y_{ij} = 1$ .

На рисунке 1 показана схема целераспределения огневого воздействия по групповой цели.

Среднее число пораженных элементарных целей при огневом ударе определяется выражением [1]:

$$m = \sum_{j=1}^M \left[ 1 - \prod_{i=1}^N (1 - y_{ij} W) \right]. \quad (1)$$

Задавая соответствующим образом матрицу целераспределения  $\mathbf{y}$ , можно влиять на эффективность поражения групповой цели. Показателем эффективности в этом случае является средний относительный ущерб  $\bar{U}$ , наносимый групповой цели [3, 4]:

$$\bar{U} = \frac{m}{M}. \quad (2)$$

Рассмотрим предельные стратегии целераспределения.

А) Случайное равномерное целераспределение.

В этом случае  $y_{ij} = \frac{1}{M}$ , т.е. каждое УС осуществляет огневое воздействие по элементарным целям с одинаковой вероятностью. Средний относительный ущерб групповой цели в этом случае составляет

$$\bar{U}_{C.P.} = 1 - \left( 1 - \frac{W}{M} \right)^N. \quad (3)$$

Б) Детерминированное равномерное распределение.

При этом распределении по каждой элементарной цели действует  $\frac{N}{M}$  УС, так что

средний относительный ущерб групповой цели составляет

$$\bar{U}_{д.р.} = 1 - (1 - W)^{\frac{N}{M}} \quad (4)$$

Исследования показывают, что случайное равномерное распределение обеспечивает ми-

нимальное, а детерминированное равномерное распределение – максимальное значение среднего ущерба групповой цели. Этот результат также можно получить математически.

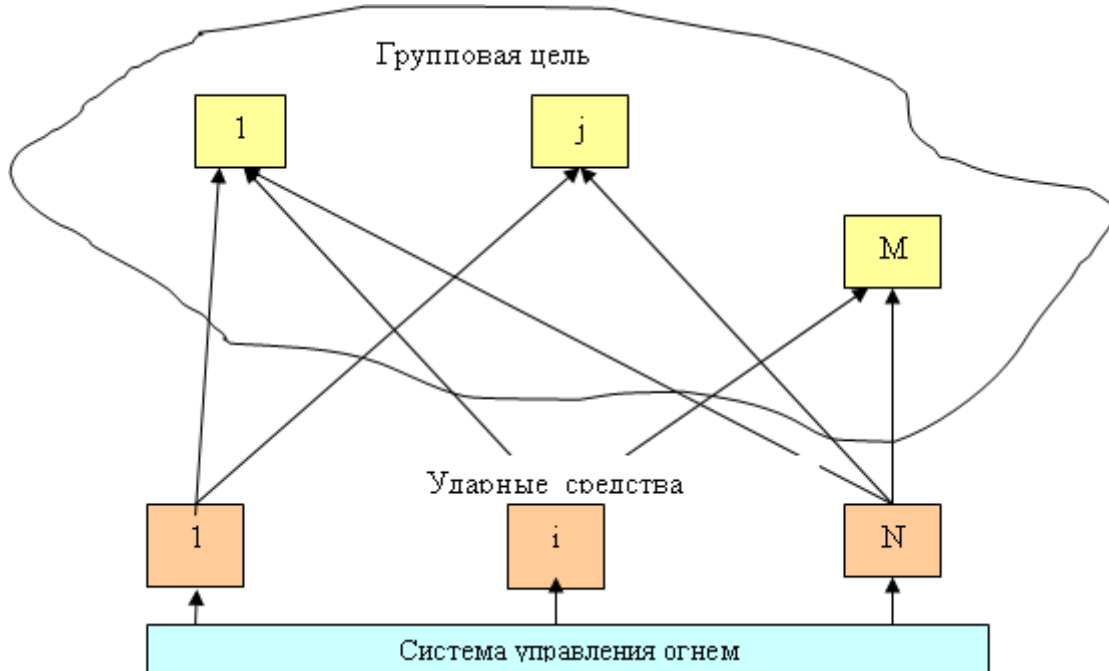


Рисунок 1 – Схема распределения огневых воздействий ударных средств по групповой цели

**2. Оптимальная стратегия целераспределения**

Покажем, что функция среднего относительного ущерба

$$\bar{U}(\mathbf{y}) = 1 - \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \left[ \prod_{i=1}^N (1 - y_{ij} W) \right],$$

где  $0 \leq y_{ij} \leq 1$ ;  $\sum_{j=1}^M y_{ij} = 1$ ;  $i = (\overline{1, N})$ ;  $0 < W \leq 1$ ;  $M, N$  – целые числа, достигает минимума при случайном равномерном  $y_{ij} = \frac{1}{M}$  целераспределении и максимума при детерминированном равномерном  $y_{ij} = \{0; 1\}$ ;  $\sum_{i=1}^N y_{ij} = \frac{N}{M}$  целераспределении.

При фиксированных значениях  $M, N$  функция  $\bar{U}(\mathbf{y})$  является выпуклой на ограниченном и замкнутом множестве  $0 \leq y_{ij} \leq 1$ ;  $\sum_{j=1}^M y_{ij} = 1$ ;  $i = (\overline{1, N})$  и достигает своей точной нижней (минимума) и точной верхней (макси-

муму) грани [6]. Для нахождения точной верхней грани рассмотрим неравенство

$$Q_j = \prod_{i=1}^N (1 - y_{ij} W) \geq (1 - W)^{\sum_{i=1}^N y_{ij}},$$

которое выполняется для выпуклой вниз функции и  $0 \leq y_{ij} \leq 1$ . Прологарифмируем данное неравенство и осредним его по множеству индексов  $j = (\overline{1, M})$ :

$$\frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \ln Q_j \geq \ln(1 - W) \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^N y_{ij}.$$

Поскольку  $\sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^N y_{ij} = N$ , то неравенство принимает вид

$$\frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \ln Q_j \geq \frac{N}{M} \ln(1 - W).$$

В силу того, что логарифм является выпуклой вверх функцией

$$\ln \left( \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M Q_j \right) \geq \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \ln Q_j \geq \frac{N}{M} \ln(1 - W).$$

После потенцирования неравенства имеем

$$\frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \left[ \prod_{i=1}^N (1 - \gamma_{ij} W) \right] \geq (1 - W)^{\frac{N}{M}},$$

откуда следует

$$L(\gamma; \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N) = 1 - \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \left[ \prod_{i=1}^N (1 - \gamma_{ij} W) \right] + \sum_{i=1}^N \lambda_i \left[ 1 - \sum_{j=1}^M \gamma_{ij} \right], \quad (5)$$

где  $\lambda_i > 0$ ;  $i = (\overline{1, N})$  – неопределенные множители Лагранжа.

Продифференцируем функцию Лагранжа по переменным  $\gamma_{ij}$  и приравняем производные к нулю. В результате получим систему уравнений

$$\prod_{k \neq i}^N (1 - \gamma_{ki} W) = \frac{M \lambda_i}{W}; \quad i = (\overline{1, N}). \quad (6)$$

Учитывая обозначение  $\prod_{i=1}^N (1 - \gamma_{ij} W) = Q_j$ , преобразуем систему уравнений (6) к виду

$$\frac{Q_j}{1 - \gamma_{ij} W} = \frac{M \lambda_i}{W}; \quad i = (\overline{1, N}). \quad (7)$$

Разрешая эту систему уравнений относительно переменных  $\gamma_{ij} = \frac{1}{W} - \frac{q_j}{\lambda_i} M$  и учитывая равенство  $\sum_{j=1}^M \gamma_{ij} = 1$ , получаем выражение для неопределенных множителей Лагранжа

$$\lambda_i = \frac{\sum_{j=1}^M Q_j}{c}, \quad \text{где } c = M \left( \frac{M}{W} - 1 \right).$$

Откуда видно, что все множители Лагранжа принимают одинаковое значение  $\lambda_i = const$ .

В этом случае  $\gamma_{ij} = \frac{1}{W} - \frac{q_j}{\lambda_i} M = \gamma_j$  не зависит от номера  $i$ , а целевая функция принимает вид

$$\bar{U}(\gamma) = 1 - \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M (1 - \gamma_j W)^N.$$

Поскольку  $Q(x_j) = x_j^N$ , где  $x_j = 1 - \gamma_j W$ , является выпуклой вверх функцией, то для нее справедливо неравенство

$$Q_j \left( \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M x_j \right) \geq \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M Q(x_j).$$

$$\bar{U}(\gamma) = 1 - \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \left[ \prod_{i=1}^N (1 - \gamma_{ij} W) \right] \leq 1 - (1 - W)^{\frac{N}{M}}.$$

Для определения точной нижней грани составим функцию Лагранжа:

Так как  $\frac{1}{M} \sum_{j=1}^M x_j = 1 - \frac{W}{M}$ , то получаем

$$1 - \left( 1 - \frac{W}{M} \right)^N \leq 1 - \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M [(1 - \gamma_{ij} W)^N] = \bar{U}(\gamma).$$

Таким образом, оптимальной стратегией целераспределения, обеспечивающей получение максимума среднего ущерба, является *детерминированное* равномерное распределение. Случайное равномерное распределение является наихудшей стратегией целераспределения, при которой достигается минимальное значение среднего ущерба.

На практике, случайное равномерное распределение соответствует полному отсутствию управления огневыми средствами. Детерминированное равномерное распределение соответствует оптимальному управлению огневыми средствами, при котором достигается максимально возможный ущерб объектам противника.

### 3. Оценка влияния стратегий распределения на эффективность применения ударных средств

Соотношение между максимальным  $\bar{U}_{Д.Р.}$  и минимальным  $\bar{U}_{С.Р.}$  значениями среднего ущерба зависит от численностей объектов поражения  $N$ , ударных средств  $M$  и вероятности поражения одиночного объекта  $W$

$$k \frac{\bar{U}_{С.Р.}}{\bar{U}_{Д.Р.}} = \frac{1 - \left( 1 - \frac{W}{M} \right)^N}{1 - (1 - W)^{\frac{N}{M}}}. \quad (8)$$

Это соотношение будет тем большим, чем большее значение имеет вероятность поражения объекта  $W$ . С увеличением числа ударных средств  $N$  значение коэффициента  $k$  уменьшается и при  $N \rightarrow \infty$  стремится к единице.

На рисунке 2 показаны графики изменения коэффициента  $k(W)$  для следующих исходных данных:  $M=4$ ;  $N=\{1, 2, \dots, 10\}$ ;  $W=\{0,3; 0,5; 0,8\}$ .

Учет влияния системы управления УС на эффективность поражения объектов предлагается осуществлять с помощью коэффициента  $K_{CV}(\mathbf{y})$ , который численно равен отношению величины среднего ущерба, получаемого при заданном целераспределении

$\mathbf{y}=(y_{ij})_{N \times M}$ , к величине среднего ущерба, получаемого при оптимальном целераспределении

$$K_{CV}(\mathbf{y}) = \frac{\bar{U}(\mathbf{y})}{\bar{U}_{Д.Р.}} = \frac{1 - \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \prod_{i=1}^N (1 - y_{ij} W)}{1 - (1 - W)^{\frac{N}{M}}} \quad (9)$$

Значения коэффициента  $K_{CV}(\mathbf{y})$  в зависимости от принимаемых стратегий управления огнем лежат в пределах  $k \leq K_{CV}(\mathbf{y}) \leq 1$ .

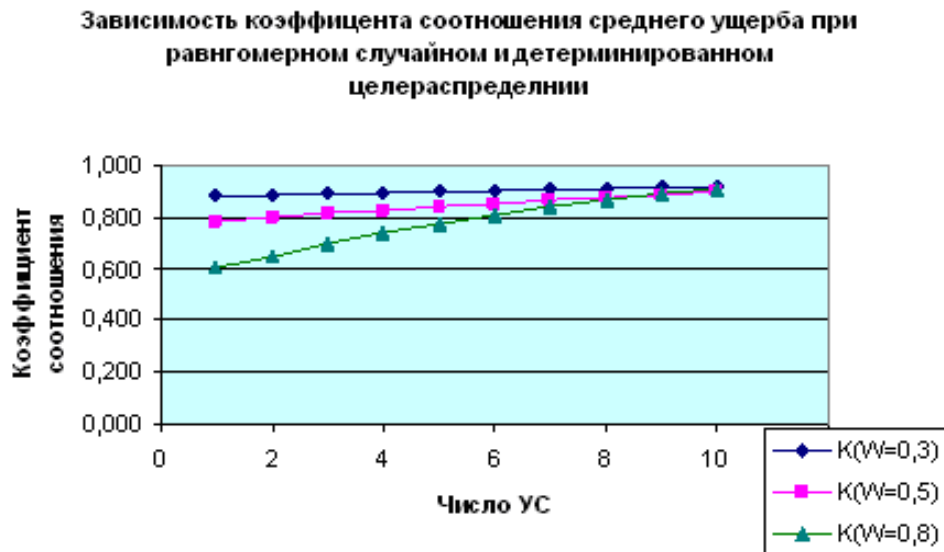


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента соотношения среднего ущерба при равномерном случайном и детерминированном целераспределении

В работе [7] показано, что боевой потенциал образца ВВТ ударного типа  $БП_{ВВТ}$  выражается величиной среднего ущерба, реализуемого за цикл боевого применения. В соответствии с (1), (2) величина среднего ущерба для одного УС составляет

$$БП_{ВВТ} = \frac{m(\mathbf{y})}{N} = \frac{\bar{U}(\mathbf{y})M}{N} = K_{CV} \bar{U}_{max} \frac{U}{N}, \quad (10)$$

где  $U_{max} = \bar{U}_{Д.Р.} = 1 - (1 - W)^{\frac{N}{M}}$  – максимально возможный ущерб, реализуемый одиночным УС при оптимальном целераспределении.

Из выражения (10) видно, что боевой потенциал УС напрямую зависит от эффективно-

сти управления огнем, характеризуемой коэффициентом  $K_{CV}(\mathbf{y})$ , и может изменяться в достаточно широких пределах. Так, например, для высокоточного оружия эффективность поражения объектов может изменяться в пределах 0,6...1,0 только за счет выбора варианта целераспределения УС по объектам действия.

Предложенный подход к оценке влияния системы управления огнем через реализуемые стратегии целераспределения позволяет более обоснованно проводить анализ боевых возможностей образцов ВВТ, а также воинских формирований, оснащаемых данными образцами.



**Список использованных источников**

1. Вентцель Е.С. Введение в исследование операций. – М.: Сов. радио, 1964.
2. Гурин Л.С., Дымарский Я.С., Меркулов А.Д. Задачи и методы оптимального распределения ресурсов. – М.: Сов. Радио, 1967.
3. Абчук В.А. и др. Справочник по исследованию операций/ Под общ. ред. Ф.А. Матвейчука. – М.: Воениздат, 1979.
4. Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Смоленков В.А. Введение в теорию эффективности боевых действий ракетных войск и артиллерии. Монография. – М.: ВАГШ, 2008.
5. Буравлев А.И., Тимофеев М.Н. Анализ динамики противоборства однородных группировок при различных стратегиях огневых воздействий // Вооружение и экономика. – 2011. – № 3 (15).
6. Карманов В.Г. Математическое программирование. – М.: Наука, 1981.
7. Буравлев А.И., Брезгин В.С., Цырендоржиев С.Р. Основы методологического подхода к оценке боевых потенциалов образцов ВВТ и воинских формирований // Вооружение и экономика. – 2009. – №3 (7).

Скопец Г.М., доктор технических наук,  
профессор  
Степанов В.Д., доктор технических наук,  
старший научный сотрудник

## Основные положения методологии группового проектирования унифицированных летательных аппаратов

*В статье излагаются основные положения методологии исследований, реализующей известный в области унификации метод группового проектирования унифицированных изделий применительно к созданию унифицированных летательных аппаратов на ранних этапах их разработки. Отличительной особенностью методологии является то, что в качестве объекта исследований при этом выступает не отдельный летательный аппарат (ЛА) конкретного назначения, а некоторая их совокупность, включающая ЛА различного назначения. Под методологией в статье понимается совокупность положений, определяющих содержание исследований, последовательность и методы их проведения.*

**Актуальность.** Анализ закономерностей развития авиационной техники показывает, что в данной области характерным является постоянный рост от поколения к поколению ЛА их боевых возможностей [1-3]. В свою очередь это приводит к увеличению стоимости ЛА и продолжительности их разработки, что может привести к снижению эффективности ЛА на момент их поступления в войска. Ускорить реализацию программы вооружения можно за счет разработки ЛА одного назначения, например, разведчика путем переоборудования ЛА другого назначения, например, истребителя, т. е. за счет унификации ЛА различного назначения.

Однако использование для создания ЛА одного назначения в качестве технической базы другого ЛА, характеристики которого были оптимизированы для решения иных задач, может привести к снижению эффективности унифицированного ЛА. Следовательно, основным противоречием при унификации ЛА различного назначения является противоречие между объективно необходимым требованием повышения боевой эффективности перспективных ЛА (диктуется противником) и возможным снижением ее в результате столь же объективно необходимой их унификации

(диктуется экономическими возможностями реализации программы вооружения).

Для выявления и формулирования научной проблемы были определены пути разрешения данного противоречия. Анализ причинно-следственных связей между унификацией и боевой эффективностью показал, что эта связь осуществляется через ТТХ унифицированных ЛА. Чем ближе значение ТТХ унифицированного ЛА к оптимальным значениям, полученным при условии его оригинальной разработки, тем выше боевая эффективность. В этих условиях правомерен вывод о том, что существо проблемы унификации ЛА состоит в максимальном приближении значений ТТХ унифицированных ЛА к их значениям, оптимизированным из условия оригинальной разработки ЛА различного назначения. Указанные обстоятельства делают актуальными исследования по обоснованию рациональных вариантов унификации ЛА на этапе формирования технического облика, обеспечивающих исключение или снижение потерь боевой эффективности ЛА, возникающих в результате их унификации.

**Методологический аспект.** Методология, основные положения которой приведены ниже, направлена на решение проблемы обоснования требований к унифицированным

ЛА различного назначения на этапе формирования их технического облика. Ее целью является поиск вариантов унификации ЛА, обеспечивающих максимум эффективности разнородной расчетной группировки, включающей унифицированные ЛА различного назначения.

Идея методологии обоснования рационального варианта унификации и основных ТТХ унифицированных ЛА, базирующаяся на основных положениях системного подхода, приведена на рисунке 1.

Методология системного подхода	Методология формирования технического облика унифицированных ЛА	Используемые методы
<p>I. Формирование стратегии системы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• определение проблемы;</li> <li>• назначение целей;</li> <li>• определение объекта исследований;</li> <li>• выбор способа исследований;</li> <li>• установление условий выполнения исследований;</li> <li>• поиск и разработка вариантов исследуемой системы.</li> </ul>	<p>Формирование вариантов унификации</p> <pre> graph TD     A[Формулирование проблемы] --&gt; B[Определение цели исследований и условий ее достижения]     B --&gt; C[Определение объекта исследований и построение его модели]     C --&gt; D[Выбор математического аппарата]     D --&gt; E[Формирование исслед. вариантов]                     </pre>	<p>Эвристические методы</p> <p>Аналитические методы</p> <p>Методы математического моделирования</p> <p>Комбинаторные методы</p>
<p>II. Оценка результатов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• определение свойств и критерия;</li> <li>• построение модели измерений;</li> <li>• определение измерительной шкалы;</li> <li>• использование модели;</li> <li>• оценивание результатов;</li> <li>• выбор варианта системы.</li> </ul>	<p>Оценка вариантов унификации</p> <pre> graph TD     A[Определение показателей оценки] --&gt; B[Разработка методик расчета показателей]     B --&gt; C[Разработка методов оптимизации]     C --&gt; D[Выбор решения (оптимизация)]                     </pre>	<p>Эвристические методы, методы математического моделирования</p> <p>Методы оптимизации: - метод организованного перебора; - градиентный метод</p>
<p>III. Реализация системы (варианта унификации)</p>	<pre> graph TD     A[Определение показателей оценки] --&gt; B[Разработка методик расчета показателей]     B --&gt; C[Разработка методов оптимизации]     C --&gt; D[Выбор решения (оптимизация)]                     </pre>	

Рисунок 1 – Методологическая схема исследований по обоснованию рационального варианта унификации

На рисунке 1 в соответствии с приведенным ранее определением методологии показана этапность решения проблемы унификации и последовательность операций на каждом этапе, содержание исследований на каждом из этапов и используемые при этом методы.

Создание такого научно-методического аппарата возможно на основе реализации известного в области унификации принципа группового проектирования унифицированных изделий. Для этого необходимо решить ряд задач, не возникавших ранее при проведении исследований оригинальных ЛА, наиболее значимыми из которых следует считать:

- определение объекта исследований, позволяющего установить причинно-следственные связи между унификацией, боевой эффективностью и стоимостью ЛА различного назначения;
- выражение эффективности ЛА различного назначения (истребителей, разведчиков и т.д.) в одинаковых единицах измерения с целью выполнения интегральной оценки влияния унификации на эффективность разнородной группировки.

Основные научно-методические результаты, полученные при решении этих задач, приведены ниже.

**Определение объекта исследований.** Из определения унификации (унификация – приведение к единообразию, единой системе [4]) следует, что при решении проблемы унификации должна рассматриваться некоторая совокупность ЛА различного назначения, вопрос приведения к единообразию которых решается. Сформировать такую совокупность можно, если принять допущение о практической независимости вклада ЛА  $i$ -го типа в эффективность системы вооружения  $\mu$ -го рода авиации (например, истребительной) от вклада ЛА этого же  $i$ -го типа, но другого назначения в эффективность системы вооружения  $\mu+1$ -го рода авиации (например, разведывательной). В этом случае становится возможным выделение из систем вооружения родов авиации

близких по размерности (однотипных) ЛА и представление их в виде некоторой абстрактной (реально не существующей в организационном плане) их совокупности (унифицированной системы), обладающей как объект исследований следующими отличительными свойствами:

- в отличие от объекта исследований уровня ЛА унифицированная система (УС) представляет собой не отдельный ЛА или расчетную однородную группировку ЛА заданного конкретного назначения, а некоторую совокупность ЛА различного назначения (разнородную группировку);
- в отличие от системы вооружения рода авиации она включает только однотипные ЛА, но не одного, как это характерно для рода авиации, а различных назначений.

Особенности унифицированной системы могут быть охарактеризованы с использованием следующих множеств:

1. Множества назначений ЛА, определяющего круг задач, решаемых ЛА унифицированной системы, и ее свойства ( $M$ )

$$M = \{a_1, a_2, \dots, a_\mu, \dots, a_m\}, \quad (1)$$

где  $\mu$  – формальный признак, характеризующий назначение комплекса.

2. Множества  $R = \{q_1, q_2, \dots, q_\mu, \dots, q_m\}$ , элементами которого являются относительные численности ( $q_\mu$ ), в которых комплексы каждого из  $m$  назначений входят в унифицированную систему. Его введение позволит перераспределять ресурсы между ЛА различного назначения, основываясь на очевидном постулате: при равных условиях ресурсы должны вкладываться в улучшение ТТХ ЛА того назначения, численность которых больше.

3. Множества вариантов унификации ( $\Pi$ ). При заданных  $M$  и  $R$  УС может создаваться по разному:

- вся совокупность может создаваться на единой базе (полная унификация ЛА);
- все ЛА могут создаваться оригинальными (отсутствие унификации);
- УС может разбиваться на подсистемы, для каждой из которых определяется свой ба-



зовый ЛА из числа ЛА тех назначений, которые вошли в данную подсистему.

4. Множества допустимых значений ТТХ базовых ЛА ( $X$ ), при которых создание ЛА возможно (уравнение существования ЛА имеет решение) и допустимо (эффективность унифицированного ЛА не ниже некоторой предельной величины).

С использованием указанных множеств формализованная математическая модель УС может быть представлена в виде кортежа  $\{M, R, \Pi, X\}$ . Нетрудно заметить, что в рамках одной задачи множества 1 и 2 не могут меняться в процессе исследований. Множество 4 представляет собой предмет предварительных исследований и в процессе поиска рационального варианта унификации ЛА, составляющих множество  $M$  при условии заданного распределения  $R$ , также не будет меняться. Следовательно, качество УС будет определяться вариантом ее разбиения на подсистемы и выбором базового ЛА внутри рассматриваемой подсистемы, т.е. множеством вариантов унификации. Основные положения методики решения комбинаторной задачи формирования множества вариантов унификации приведены ниже.

#### Формирование множества вариантов.

Неупорядоченность УС выдвигает в качестве одного из основных требований к методике ее исследования неперемutable рассмотрение всех возможных вариантов унификации. Кроме того, методика должна исключать возможность попадания в число исследуемых неразличимых вариантов унификации, т.е. вариантов, приводящих к одинаковому конечному результату.

По аналогии с комбинаторной задачей разбиения конечного множества на блоки (непустые, непересекающиеся подмножества) [5] принято, что два разбиения УС на подсистемы различимы, если они отличаются либо числом подсистем ( $n$ ), либо числом элементов в подсистемах при одинаковом  $n$ , либо сами элементами (назначениями унифицированных ЛА). В связи с тем, что разбиваемое на 2 подмножества множество  $M$  в процессе ис-

следований не меняется и объединение подмножеств  $M_1$  и  $M_2$  дает множество  $M$ , можно утверждать, что два разбиения множества  $M$  на подмножества  $M_1$  и  $M_2$  будут различимы, если выполняется условие

$$M_{i1} \cup M_{ij} \neq M ; i \neq j ; i, j \in H , \quad (2)$$

где  $i$  и  $j$  – индексы разбиений множества  $M$ ;

$H$  – упорядоченное множество натуральных чисел, соответствующее множеству вариантов разбиения.

Если сочетание  $C_m^\mu$ , соответствующее любому из элементов полиномиальной производящей функции (ПФ)

$$\Psi(z) = C_m^0 + C_m^1 \cdot z + \dots + C_m^\mu \cdot z^\mu + \dots + C_m^m \cdot z^m \quad (3)$$

где  $m$  – мощность множества назначений унифицированных ЛА ( $M$ );

$C_m^\mu$  – число сочетаний из  $m$  элементов множества  $M$  по  $\mu$ ,

дополнить до множества  $M$ , то получим разбиение множества  $M$  на 2 подмножества, чему соответствует разбиение УС на 2 подсистемы.

Различимость разбиений УС на 2 подсистемы будет определяться следующим условием: любая пара коэффициентов функции  $\Psi(z)$ , равноудаленных соответственно от ее первого и последнего членов, дает сочетания, которым соответствуют неразличимые разбиения УС на 2 подсистемы. Справедливость данного условия нетрудно доказать, учитывая справедливость условия (2) для сочетаний, соответствующих равноудаленным членам ПФ.

Производящая функция различных разбиений УС на 2 подсистемы будет иметь вид

$$\Phi(z) = C_m^0 + C_m^1 \cdot z + \dots + C_m^\mu \cdot z^\mu + \dots + \Lambda , \quad (4)$$

где  $\Lambda$  – последний член ПФ различных разбиений УС на 2 подсистемы

$$\Lambda = \begin{cases} C_m^{\frac{m-1}{2}} \cdot z^{\frac{m-1}{2}} & \text{при нечетном } m , \\ 0,5 C_m^{\frac{m}{2}} \cdot z^{\frac{m}{2}} & \text{при четном } m . \end{cases}$$

При  $n = 3$  разбиения будут неразличимы, если справедливо следующее соотношение:

$$\begin{aligned} (M_{i1} \cup M_{ij}) &= (M_{2i} \cup M_{2j}) \\ M_{i1} \cap M_{2j} &= \emptyset ; M_{2i} \cap M_{ij} = \emptyset . \end{aligned} \quad (5)$$

При выполнении условий (5) дополнения объединений  $M_{i1} \cup M_{ij}$  и  $M_{2i} \cup M_{2j}$  до полно-

го множества  $M$  будут равны, следовательно, данное условие можно принять для определения неразличимости разбиений при  $n > 2$ .

В целях получения различных разбиений УС при  $n > 2$  по аналогии с понятием сечения множества введем понятие сечения ПФ. Для всех элементов множества  $P(M)$ , содержащего сочетания, полученные в соответствии с функцией  $\Psi(z)$ , справедливо отношение «быть включенным в число сочетаний, которым соответствуют возможные разбиения УС на 2 подсистемы». Можно получить сечение этого отношения (сечение множества  $P(M)$  или функции  $\Psi(z)$ ) по любому из элементов множества  $M$  или по их комбинации.

Под сечением функции  $\Psi(z)$  понимается новая функция, соответствующая множеству – степени  $P_c(M)$ , образованному из элементов подмножества  $M' \subset M$ , не содержащего элемента (элементов), по которому (которым) производится сечение. При этом, если множество  $M'$  принять в качестве исходного, получить применительно к нему ПФ  $\Psi(z)$  и в соответствии с ней получить из элементов  $M'$  сочетания, дополнения которых до  $M'$  дает различные разбиения  $M'$  на два подмножества, то для всякого сочетания будет справедливо отношение «быть включенным в число сочетаний, которым соответствует разбиение УС на 3 подсистемы».

Введение понятия сечение ПФ позволило получить разбиение УС на любое число подсистем ( $2 < n \leq m$ ). Различимость разбиений при этом определяется выполнением следующих условий:

- разбиения различимы, если мощность последующего подмножества разбиения больше или равна мощности предыдущего;
- при одинаковой мощности подмножеств разбиения будут различимы, если индекс первого элемента предыдущего блока разбиения меньше индекса первого элемента последующего блока разбиения.

При этих условиях ПФ множества текущих сочетаний, которым соответствуют различные разбиения УС на подсистемы, можно записать в следующем виде:

$$\Psi_{cc}(Z) = C_m^1 \cdot Z + C_m^2 \cdot Z^2 + \dots + C_m^\lambda \cdot Z^\lambda, \quad (6)$$

где  $\lambda = \text{ent} \left( \frac{m'}{2} \right)$ ,

$m'$  – мощность множества  $M' \subset M$ .

Число текущих сочетаний ( $N_{cc}$ ) при этом будет равно

$$N_{cc} = \frac{\sum_{\xi=1}^{\lambda} m_0!}{\xi! (m_0 - \xi)!}, \quad (7)$$

где  $\xi$  – номер текущего сочетания.

Последовательное сечение исходной ПФ было положено в основу метода, позволяющего получить все различные разбиения формального множества на блоки и соответствующие им разбиения УС на подсистемы (метод сечений производящей функции).

Принято также, что к неразличимым вариантам унификации относятся:

- варианты, не удовлетворяющие априори задаваемым ограничениям по числу базовых комплексов ( $n \leq n_3$ ) и по назначениям базовых ЛА ( $\mu_v^\delta = \mu_{v3}^\delta$ );
- варианты, не удовлетворяющие условию существования УС при данном варианте унификации, т.е. варианты унификации, при которых хотя бы один из унифицированных комплексов или не может быть создан с ТТХ базового комплекса (уравнение существования ЛА не имеет решения), или его эффективность ниже некоторой предельной величины.

#### Формирование вариантов унификации.

Приведенные выше условия различимости вариантов унификации и метод сечений ПФ составляют основу методики формирования вариантов унификации. Конечным результатом методики является множество вариантов унификации ( $\Pi$ ), отличающихся либо числом подсистем ( $n$ ), либо числом элементов в подсистемах при одинаковом  $n$ , либо самими элементами (назначениями унифицированных ЛА). Блок-схема методики приведена на рисунке 2. Каждый из вошедших в множество  $\Pi$  вариантов оценивается по показателю «эффективность/стоимость» в интересах поиска рационального среди них.

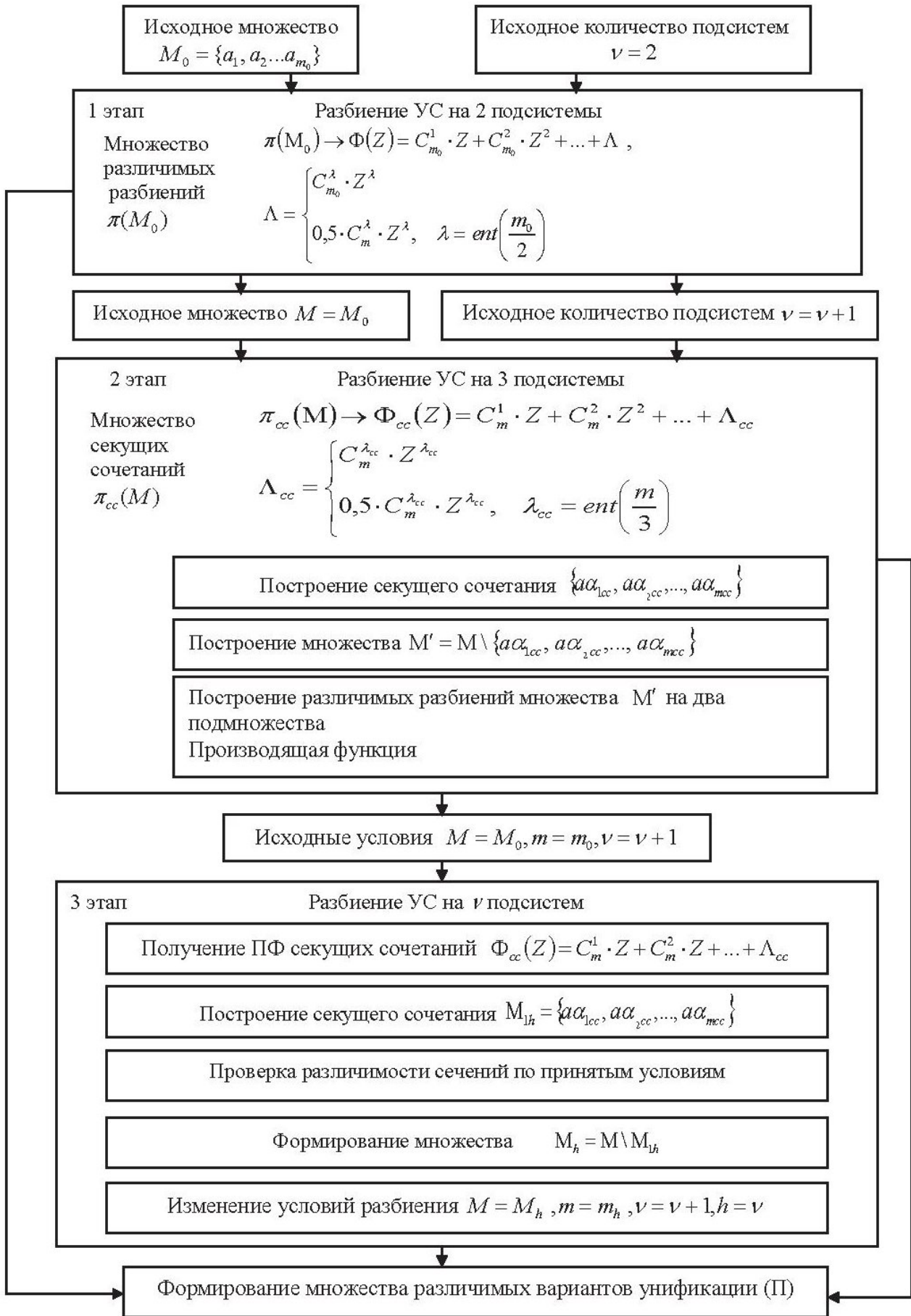


Рисунок 2 – Блок-схема методики формирования множества вариантов унификации

**Приведение эффективности ЛА различного назначения к единой размерности.** Особенностью задачи оценки эффективности ЛА, составляющих УС, является необходимость выражения эффективности ЛА различного назначения (истребителей, разведчиков и т. д.) в одинаковых единицах измерения с целью выполнения интегральной оценки влияния унификации на эффективность разнородной группировки. Данная задача распадается на 2 подзадачи:

- оценки эффективности ЛА одного конкретного назначения, например, ударного при его последовательных действиях по всей совокупности объектов поражения, имеющих различную природу. Нет необходимости доказывать недопустимость суммирования при вычислении математического ожидания ущерба, наносимого противнику, объектов поражения (танков, мостов, самолетов и др.), количества добываемой информации и т.д.;
- оценки интегральной эффективности ЛА всех назначений, составляющих унифицированную систему (ударных, истребителей, разведчиков и др.).

Наличие этих специфических особенностей делает задачу оценки эффективности унифицированной системы весьма сложной. Изложение методики ее решения в рамках одной статьи не представляется возможным. Идея методики заключается в переходе на более высокий по сравнению с ЛА уровень иерархии моделирования, когда проявляется не только эффективность решения основных задач, например, ударных, но и задач боевого обеспечения (разведка, расчистка воздушного пространства, радиоэлектронное подавление).

**Постановка задачи исследований.** Разработанная методика формирования вариантов унификации позволяет получить все различные разбиения УС на подсистемы (подтверждается совпадением числа разбиений, полученных по методике, с числом Белла). В условиях неупорядоченности унифицированной

системы как объекта исследований, не позволяющей априори исключить из рассмотрения какой-либо из вариантов унификации, это важно с точки зрения достоверности результатов исследований.

Основными особенностями УС как объекта исследований при этом являются:

- дискретность, обусловленная дискретностью вариантов унификации, содержащихся в  $\Pi$ ;
- неупорядоченность, обуславливающая отсутствие закономерностей в изменении эффективности УС при изменении варианта унификации.

При проведении исследований естественно принять следующие условия:

- объединение  $n$  подсистем должно давать унифицированную систему

$$\bigcup_{\nu} M_{\nu} = M, \quad (8)$$

где  $\nu = 1, 2, \dots, n$  – номер подсистемы в составе УС;

- ЛА конкретного, например  $\mu$ -го, назначения может входить только в одну из подсистем

$$M_i \cap M_j = \emptyset, \quad \forall i \neq j, \quad i, j, \nu = \overline{1, n}; \quad (9)$$

- создание ЛА всех назначений при данном варианте унификации возможно и приемлемо

$$X_{lvr} \cap X_{lvs} \neq \emptyset, \quad \forall r \neq s, \quad l = \overline{1, L}, \quad (10)$$

где  $X_{lvs}$  – множество значений  $l$ -й характеристики ЛА  $s$ -го назначения, входящего в состав  $\nu$ -й подсистемы, при которых он может быть создан и его эффективность будет не ниже минимально допустимой;

$r$  и  $s$  – назначения ЛА;

$l = 1, 2, \dots, L$  – признак, соответствующий конкретной характеристике ЛА.

С учетом указанных условий постановка задачи по решению проблемы унификации может быть сформулирована следующим образом:

при заданных  $M, R$  и  $X$  найти вариант унификации  $(B_{opt}, u_{\nu opt}^{\delta})$  и обосновать ТТХ базовых ЛА  $(X_{\nu opt})$  для создания каждой из  $n$



подсистем, удовлетворяющих следующим условиям:

$$B_{opt}, \mu_{v opt}^{\delta}, X_{v opt} \rightarrow \text{extr } \overline{\mathcal{E}}_{\Sigma C}$$

при  $M = \text{Const}, R = \text{Const}, X = \text{Const},$   
 $\bigcup_v M_v = M$   
 $M_i \cap M_j = \emptyset \quad \forall i \neq j; i, j, v = \overline{1, n},$  (11)  
 $X_{lvr} \cap X_{lvs} \neq \emptyset \quad \forall r \neq s; l = \overline{1, L}$

где  $B_{opt}$  – оптимальный вариант разбиения УС на подсистемы;

$\mu_{v opt}^{\delta}$  – оптимальное назначение базового ЛА  $v$ -й подсистемы;

$X_{v opt}$  – множество оптимальных значений ТТХ базового ЛА для создания  $v$ -й подсистемы;

$\overline{\mathcal{E}}_{\Sigma C} = \frac{U_{\Sigma}}{C_{\Sigma}}$  – эффект, достигаемый в результате унификации по показателю «эффективность ( $U_{\Sigma}$ ) / стоимость ( $C_{\Sigma}$ )».

Таким образом, существо решаемой проблемы унификации ЛА состоит в поиске такого варианта унификации ЛА заданного множества назначений и таких значений ТТХ базовых ЛА, при которых в рамках заданных ограничений обеспечивается максимум эффективности исследуемой разнородной группировки, приходящейся на единицу затрат. Методология ее решения базируется на одновременном исследовании всей совокупности назначений ЛА, унификация которых рассматривается (унифицированной системы), что позволяет установить связь между унификацией, боевой эффективностью и стоимостью ЛА.

Работоспособность методологии можно продемонстрировать на примере решения задачи унификации множества гипотетических беспилотных ЛА, множество назначений которых ( $M_T$ ) включает истребитель ( $I$ ), ударный ЛА ( $У$ ), постановщик помех ( $ПП$ ), разведчик ( $P$ ) и маневренную воздушную мишень ( $ВМ$ ), т.е., рассматриваемое множество назначений ( $M_T$ ) будет включать  $M_T = \{I, У, P, ПП, ВМ\}$ .

Распределение общей численности между унифицированными ЛА указанных выше назначений для демонстрации возможностей

методического аппарата было принято в следующем виде

$$K = \{q_H, q_Y, q_P, q_{ПП}, q_{ВМ}\} = \{0, 13, 0, 42, 0, 22, 0, 13, 0, 1\}.$$

Множество различных вариантов унификации при формировании УС было получено с использованием методики, блок-схема которой приведена на рисунке 2. Исходная производящая функция, последовательное сечение которой позволяет получить различные варианты разбиения УС на подсистемы, будет иметь следующий вид

$$\Phi(z) = C_5^0 + C_5^1 \cdot z + C_5^2 \cdot z^2.$$

Мощность множества различных вариантов унификации при этом будет равна 52, что совпадает с числом Белла при  $m=5$ .

Множество допустимых значений ТТХ базовых ЛА ( $X$ ) формировалось путем проверки выполнимости условия (10) в соответствии с рекомендациями [1] путем проверки:

- “идеологического” условия существования ЛА

$$W \geq W_2, \quad (12)$$

где  $W$  и  $W_2$  – эффективность ЛА при рассматриваемых значениях ТТХ и граничная (минимально допустимая) эффективность соответственно;

- “физического” условия существования ЛА, определяемого уравнением существования ЛА.

$$\sum_{i=1}^M \xi_i = 1, \quad (13)$$

где  $\xi_i$  – относительная масса  $i$ -й подсистемы ЛА, например, планера;  
 $M$  – число подсистем ЛА.

Результаты решения задачи (11) показали, что при приведенных выше условиях рациональным вариантом унификации является разбиение множества назначений беспилотных ЛА, включающего 5 назначений, на 2 подмножества  $M_T = \{I, ВМ\} \{У, P, ПП\}$ .

Результаты определения рациональных назначений базовых ЛА внутри каждого из подмножеств показаны в таблице 1.

Оценки показали, что использование маневренной воздушной мишени в качестве



базы для создания беспилотного истребителя нереально по условию (13) из-за невозможности размещения оборудования, необходимого для истребителя. Использование постановщика помех в качестве базы для разра-

ботки ударного БЛА и разведчика невозможно по причине неудовлетворения условия (12) из-за существенных отличий в потребной маневренности ударного БЛА и постановщика помех.

Таблица 1 – Выбор базовых БЛА

Подсистемы	1 подсистема		2 подсистема		
	И	ВМ	У	Р	ПП
Базовый БЛА					
Эффективность УС	0,187	0	1,75	1,76	

Приведенные в таблице 1 результаты оценки эффективности УС в целом были получены методом математического моделирования операции по решению заданного перечня расчетных боевых задач с применением боевых и обеспечивающих БЛА всех рассматриваемых назначений. В качестве показателя интегральной оценки эффективности использован боевой потенциал УС (математическое ожидание ущерба, нанесенного противнику в результате операции). Эффективность ЛА каждого из назначений оценива-

лась с использованием моделей оценки эффективности БЛА конкретного назначения, не являющихся предметом изложения в данной статье. Стоимость ЛА оценивалась с использованием методик экономической оценки, основные положения которых приведены в [1,2]. Полученные результаты подтверждают работоспособность разработанной методологии, реализующей метод группового проектирования ЛА на этапе внешнего проектирования.

**Список использованных источников**

1. Барковский В.И., Скопец Г.М., Степанов В.Д. Методология формирования технического облика экспортно ориентированных авиационных комплексов. – М.: Физматлит, 2008.
2. Платунов В.С. Методология системных военно-научных исследований авиационных комплексов. – М.: Издательство «Дельта», 2005.
3. Мышкин Л.В. Прогнозирование развития авиационной техники. – М.: Физматлит, 2006.
4. Большой энциклопедический словарь. – М.: «Большая Российская энциклопедия», 2004.
5. Виленкин Н.Я. Комбинаторика. – М.: Наука, 1969.

Буравлев А.И., доктор технических наук,  
профессор  
Пьянков А.А., кандидат технических  
наук

## Метод выбора парето-оптимальных вариантов государственной программы вооружения

*Рассматривается задача обоснования вариантов государственной программы вооружения в условиях неопределенностей. Получены алгоритмы многокритериального выбора парето-оптимальных вариантов ГПВ как на видовом, так и на надвидовом уровнях по векторному критерию «боевой потенциал–боеготовность–стоимость». Приведен пример, иллюстрирующий работоспособность алгоритмов.*

Ключевым документом программно-целевого планирования развития системы вооружения Вооруженных Сил Российской Федерации (ВС РФ) является государственная программа вооружения (ГПВ), которая представляет собой долгосрочный плановый документ, содержащий согласованный по целям, ресурсам и срокам осуществления комплекс работ по созданию, производству и поддержанию в боеготовом состоянии ВВТ, обеспечивающих решение задач ВС РФ [1].

В процессе обоснования ГПВ на надвидовом уровне решается ряд задач, центральной из которых является задача обоснования опорных<sup>1</sup> вариантов развития ВВТ. Как правило, рассматривают несколько опорных вариантов ГПВ. Разрабатываемые опорные варианты отличаются друг от друга целевыми установками развития элементов системы вооружения, и как следствие, объемом ресурсов, необходимых для их реализации.

Основным критерием обоснования опорных вариантов ГПВ традиционно является «эффективность–стоимость» [2]. В качестве частных показателей эффективности ГПВ рассмотрены показатели боеготовности и боевого потенциала ВВТ в составе рассматриваемой группировки войск, в качестве стои-

мостного показателя выступают суммарные затраты на реализацию программных мероприятий.

В рамках классической задачи оптимизации требуется сформировать вариант ГПВ  $U(T) = \{u(1), u(2), \dots, u(T)\}$ , реализующийся как последовательность согласованных ГОЗ  $u(t)$ ,  $(t=1, 2, \dots, T)$  и обеспечивающий выполнение следующих нормативных требований:

по боеготовности ВВТ  $\hat{K}_{БГ}$  в каждый текущий момент времени

$$K_{БГ}(U(t)) \geq \hat{K}_{БГ}; \quad (1)$$

достижения требуемого уровня боевого потенциала  $\hat{K}_{БП}$  к концу программного периода

$$K_{БП}(U(t)) \geq \hat{K}_{БП}; \quad (2)$$

по минимизации суммарных затрат на реализацию ГПВ

$$C_{\Sigma}(U(t)) = \sum_{t=1}^T c_{\Sigma}(U(t)) \Rightarrow \min_{u(t)}. \quad (3)$$

Данная задача решается с использованием известного метода динамического программирования [3].

Однако в современных условиях решение такой задачи осложняется в силу ряда обстоятельств.

1. Неопределенность относительно потребной численности войск, уровня их боевой готовности и боевых возможностей в условиях перехода к новой организационно-штат-

1 Под опорным вариантом ГПВ в работе понимается вариант, который может быть выбран лицом, принимающим решение (ЛПР), для формирования проекта ГПВ.

ной структуре ВС РФ и объема решаемых оперативно-стратегических задач.

2. Ограничения по производственным возможностям предприятий ОПК могут не позволить осуществить выпуск, ремонт и модернизацию ВВТ в требуемом объеме. Запуск новых и модернизация существующих производственных мощностей требует дополнительных временных и материальных ресурсов.

3. Ограниченное финансирование ГПВ и ГОЗ может не позволить в полной мере обеспечить реализацию целевых требований по численности и боеготовности ВВТ в войсках.

В результате может возникнуть ситуация, когда задача формирования опорного варианта в традиционной постановке не будет иметь решения. Это приводит к необходимости рассмотрения задачи ситуационного управления, когда реализация ГПВ осуществляется в зависимости от складывающейся финансово-экономической ситуации, а формирование опорных вариантов ГПВ проводится на основе многокритериального выбора [4, 5].

Такая задача предполагает обоснование опорных вариантов ГПВ через моделирование технического состояния ВВТ по годам программного периода. На каждом шаге необходимо генерировать множество возможных вариантов ГПВ на определенный год программного периода (варианты ГОЗ) и выбирать из них наиболее предпочтительные по совокупности показателей эффективности ГПВ.

Вопросы моделирования технического состояния ВВТ по годам программного периода подробно рассмотрены в работе [6], в рамках которой разработана модель технического обеспечения войск. Модель обеспечивает генерацию множества возможных вариантов ГПВ на любой период времени в зависимости от различных вариаций параметров управления: годовых объемов закупок, ремонта, и модернизации ВВТ. Каждый из формируемых вариантов ГПВ характеризуется набором по-

казателей эффективности «боевой потенциал–боеготовность–стоимость», порядок расчета которых приводится в работе [6]. На основе этих показателей эффективности далее проводится многокритериальный выбор наиболее предпочтительных вариантов ГПВ.

Суть данного подхода состоит в следующем.

В результате моделирования технического обеспечения войск формируется множество вариантов ГПВ  $B_{(t)} = \{U(t)\}$  в пределах заданного периода реализации  $T$ . Для сокращения числа модельных экспериментов целесообразно использовать методы оптимального планирования вычислительного эксперимента, позволяющие в рамках ограниченной области исследований получить представительный набор вариантов ГПВ [7].

Затем с учетом модели ТО для каждого варианта ГПВ  $U(t)$  рассчитываются значения вектора показателей эффективности

$$F(U(t)) = (K_{БР}(U(t)), K_{БП}(U(t)), C_{\Sigma}(U(t))) \cdot (4)$$

Вариант ГПВ  $U'$  считается доминирующим (предпочтительным) над вариантом  $U$  по вектору показателей  $(F(U') > F(U))$ , если выполняются следующие неравенства:

$$\begin{aligned} K_{БР}(U') &\geq K_{БР}(U) \\ K_{БП}(U') &\geq K_{БП}(U) \\ C_{\Sigma}(U') &\leq C_{\Sigma}(U) \end{aligned} \quad (5)$$

При этом хотя бы одно из неравенств должно быть строгим.

Два варианта  $U$  и  $U'$  являются не доминируемыми и не доминирующими, т.е. несравнимыми между собой, если для целевых показателей вектора  $F(U')$  и  $F(U)$  выполняются неравенства одинакового знака ( $\leq$  или  $\geq$ ). Множество несравнимых (компромиссных) вариантов называется парето-оптимальным решением в задаче многокритериального выбора [5].

Таким образом, требуется разработать метод, обеспечивающий выбор из множества сгенерированных вариантов ГПВ  $B = \{U\}$  конкурирующих  $P \subset B$  на каждом шаге реализации ГПВ по векторному показателю

$F(U) = (K_{БГ}(U), K_{БП}(U), C_{\Sigma}(U))$  с использованием отношения предпочтения ( $F(U') > F(U)$ ).

Варианты ГПВ, входящие в множество  $P$ , являются конкурирующими между собой, так как являются несравними по заданному отношению предпочтения. Это множество значи-

тельно «уже» (меньшей мощности), чем исходное множество возможных вариантов (рисунок 1), и, следовательно, позволяет упростить лицу, принимающему решение (ЛПР), дальнейший выбор наиболее предпочтительного варианта.

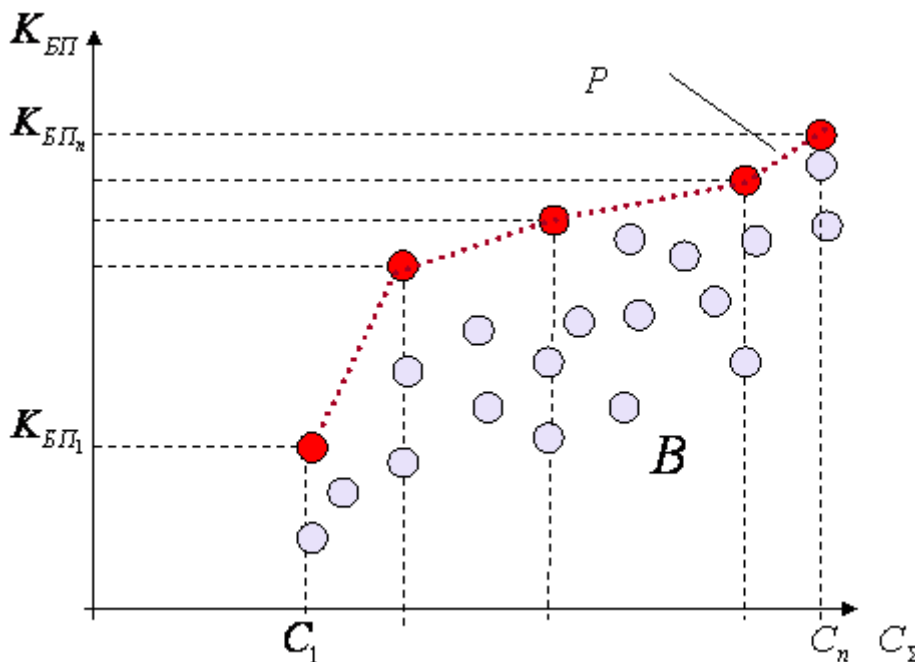


Рисунок 1 – Геометрическая интерпретация выбора конкурирующих вариантов  $P$

Одним из эффективных методов построения парето-оптимальных вариантов является метод последовательного сужения множества Парето [5]. Идея метода заключается в последовательном исключении из исходного множества вариантов ГПВ доминируемых решений по выбранному критерию. Применение данного метода предполагает, что отношение предпочтения, используемое ЛПР, должно удовлетворять аксиоматике [8], которая описывает рациональное поведение субъекта в процессе принятия решений. Это гарантирует получение наилучшего результата при использовании метода последовательного сужения множества Парето и не приведет к удалению ни одного потенциально оптимального решения в процессе выбора.

**Алгоритм выбора парето-оптимальных вариантов развития системы вооружения**

Исходными данными для решения задачи выбора являются:

$B = \{U^{(1)}, U^{(2)}, \dots, U^{(m)}\}$  – множество возможных вариантов ГПВ в части серийных закупок, ремонта и модернизации ВВТ;

$F = (f_1, f_1, \dots, f_s)$  – векторный показатель, где  $f_1, f_1, \dots, f_s$  – множество частных показателей ГПВ с заданным на нем отношением предпочтения. Согласно постановке решаемой задачи в качестве показателей эффективности приняты:  $K_{БП}(U)$  – коэффициент боевого потенциала ВВТ,  $K_{БГ}(U)$  – коэффициент боеготовности ВВТ,  $C_{\Sigma}(U)$  – суммарные затраты на реализацию программных мероприятий. Применительно к решаемой задаче векторный показатель будет выглядеть как  $F = (K_{БГ}, K_{БП}, C_{\Sigma})$ .

Каждому варианту  $U \in B$  соответствует его векторная оценка

$$F(U) = [K_{БР}(U), K_{БП}(U), C_{\Sigma}(U)] \in \mathcal{R}^3.$$

В совокупности образуется множество возможных оценок

$$Y = \{y \in \mathcal{R}^3 \mid y = F(U), U \in B\},$$

где  $\mathcal{R}^3$  – пространство оценок.

Обозначим множество парето-оптимальных решений как  $P$ . Это множество определяется следующими условиями:

$$P = \{ \forall U^{(i)} \subset B: \begin{aligned} &K_{БП}(U^{(i)}) \geq K_{БП}(U), \\ &K_{БР}(U^{(i)}) \geq K_{БР}(U), \\ &C_{\Sigma}(U^{(i)}) \geq C_{\Sigma}(U) \end{aligned} \} \quad (6)$$

На рисунке 2 представлен алгоритм выбора парето-оптимальных вариантов ГПВ, который включает несколько шагов.

На *первом шаге* на основе множества возможных вариантов ГПВ  $B(U)$  формируется множество парето-оптимальных вариантов ГПВ  $P$ , которое определяется путем перебора и сравнения всех пар объектов на основе отношения предпочтения и исключения из исходного множества  $B(U)$  вариантов ГПВ, не являющихся парето-оптимальными. Полученное множество парето-оптимальных решений является множеством недоминируемых решений, то есть несравнимых между собой по выбранному критерию.

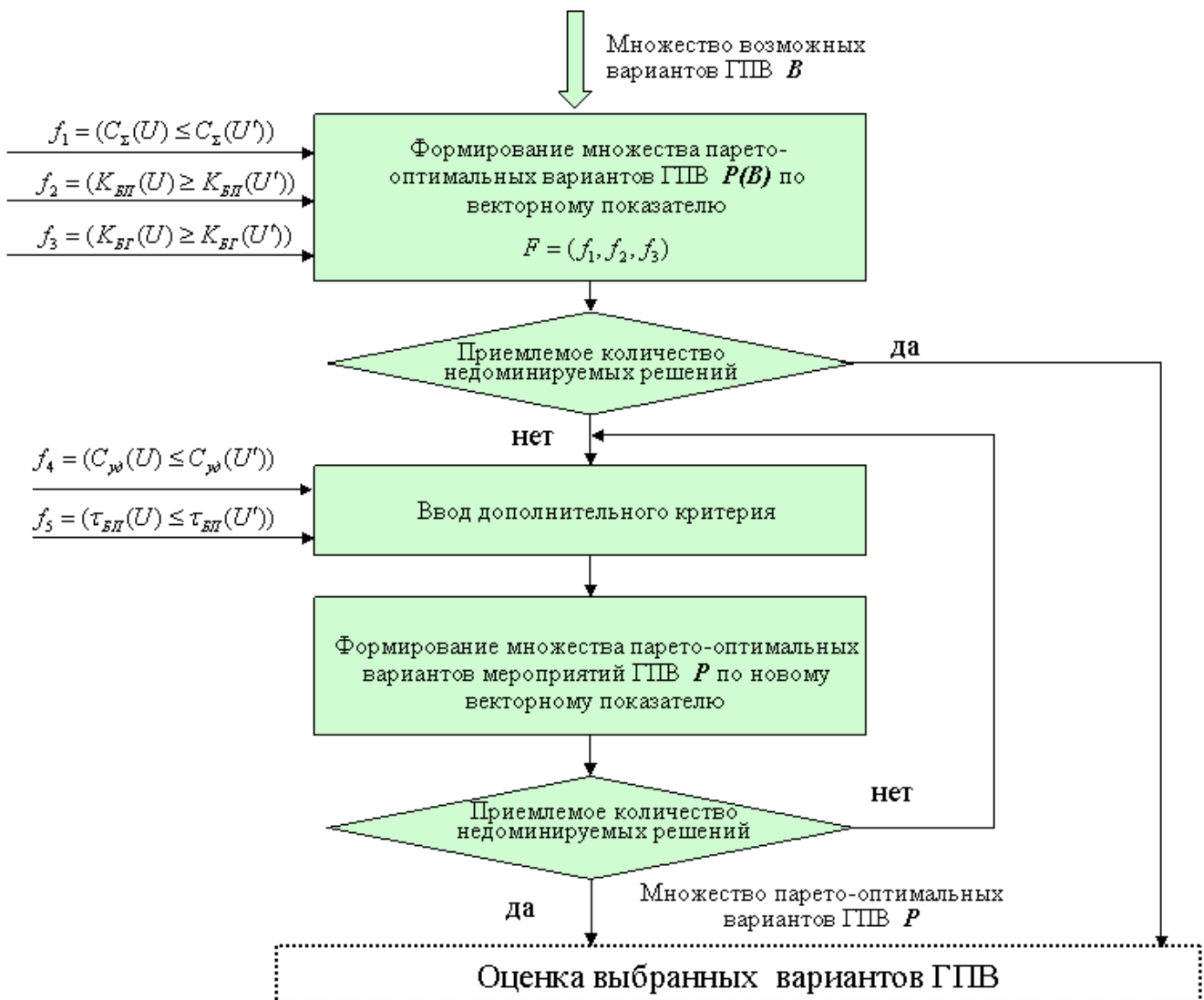


Рисунок 2 – Алгоритм выбора парето-оптимальных вариантов ГПВ



Если получено большое количество недо-минимизируемых решений, на *втором шаге* производится ввод дополнительно критерия.

В качестве дополнительного критерия можно принять, минимум удельных затрат на достижение реального боевого потенциала группировки войск:

$$C_{\gamma\delta}(U) = \frac{C_{\Sigma}(U)}{K_{БГ}(U) \cdot K_{БГ}(U) \cdot N_{\Phi}(U)} \Rightarrow \min_{U \in P}, \quad (7)$$

или время достижения заданного уровня боевого потенциала ВВТ рассматриваемой группировки войск:

$$\tau = \min_{U(t)} \{t : K_{БП}(U(t)) \geq \hat{K}_{БП}(t)\}, \quad (8)$$

где  $N_{\Phi}(U)$  – фактическая численность ВВТ, в составе рассматриваемой группировки войск;

$\hat{K}_{БП}(t)$  – требуемый уровень боевого потенциала ВВТ рассматриваемой группировки войск.

Тем самым, образуется новый векторный критерий  $F$  и операция выбора парето-оптимальных решений повторяется, но с учетом нового векторного критерия. Последовательное применение дополнительных критериев позволит построить еще более «узкое» множество парето-оптимальных вариантов ГПВ.

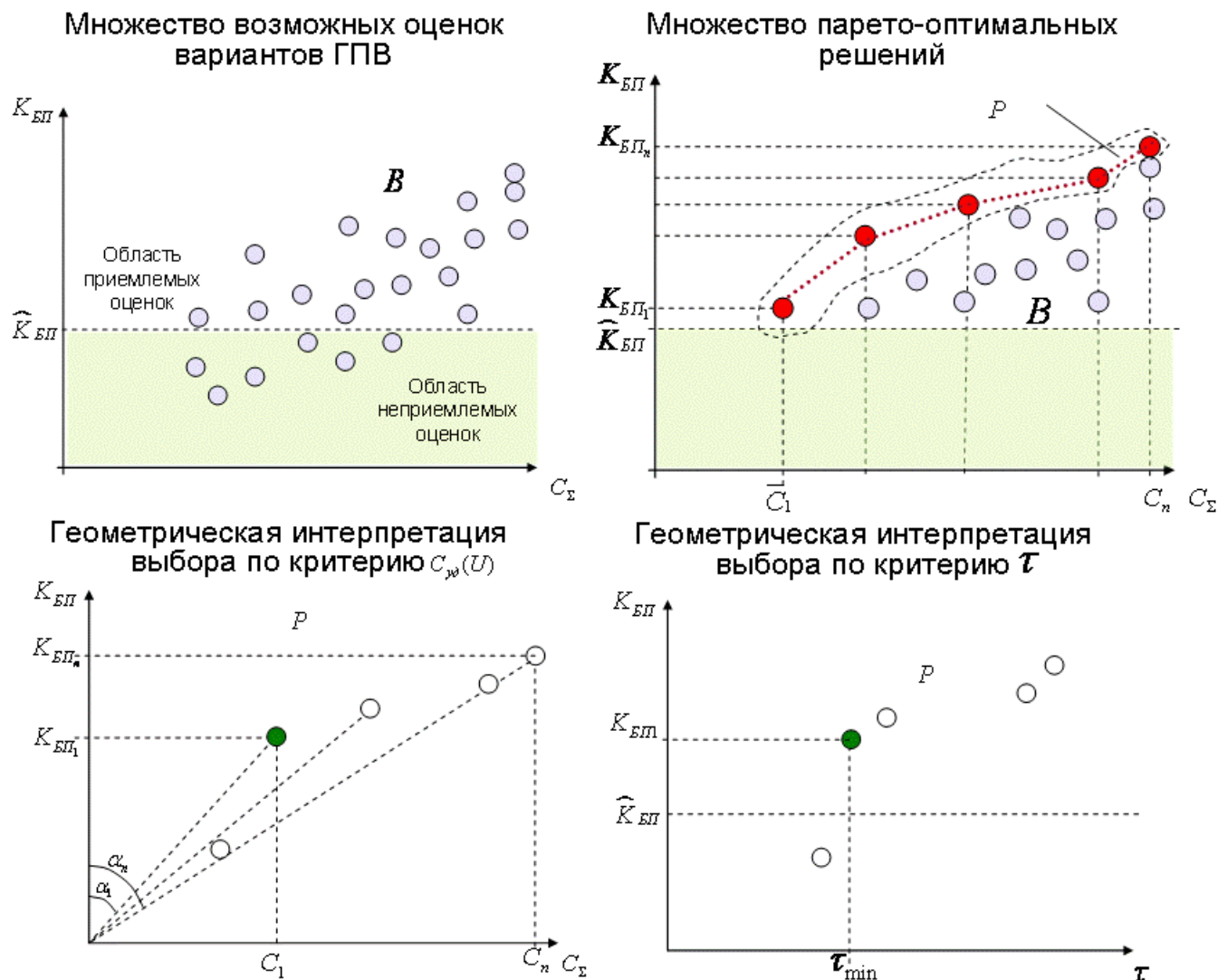


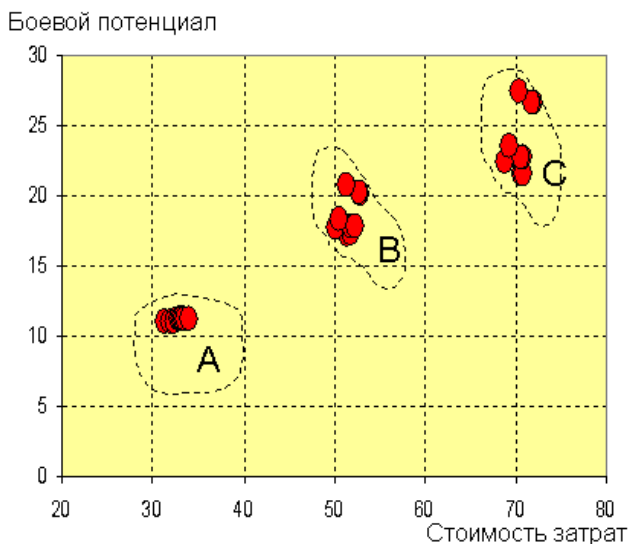
Рисунок 3 – Геометрическая интерпретация выбора парето-оптимальных вариантов ГПВ в пространстве «боевой потенциал – суммарные затраты»

На рисунке 3 отображена геометрическая интерпретация выбора парето-оптимальных вариантов ГПВ в пространстве «боевой потенциал – суммарные затраты».

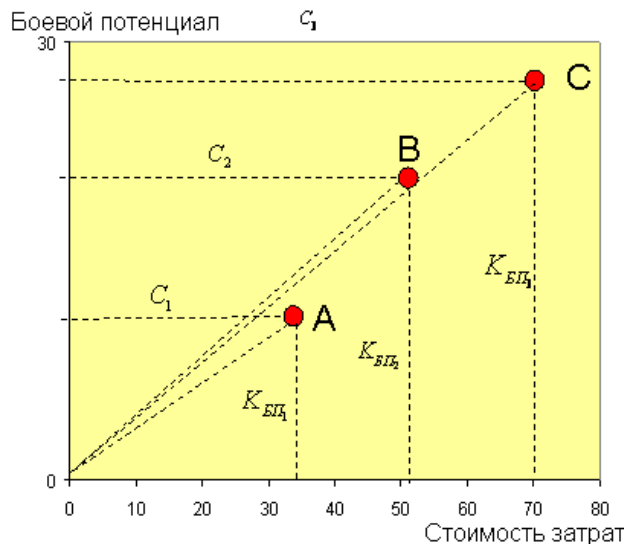
Рассмотрим применение предлагаемого метода для образца ВВТ «самолет-истребитель». В результате генерации получено множество возможных вариантов ГПВ, параметры которых представлены в виде графиков «затраты – боевой потенциал» (рисунок 4).

Среди множества полученных вариантов программных мероприятий, используя известные методы кластеризации [9], условно можно выделить три группы, каждая из которых содержит такие варианты ГПВ, у которых общие затраты на их реализацию приблизительно одинаковы.

Таким образом, принимая, что в каждой из групп  $C_{im} \approx C_{in}$ , где  $i$  – номер группы, а  $m, n$  – варианты одной группы, условия выбора парето-оптимального варианта мероприятий ГПВ для каждой группы будет записано следующим образом:  $U_i < U_j$ , если  $F(K_{БП}(U_i)) \leq F(K_{БП}(U_j))$ . Исходя из этого, предпочтительным решением будут являться варианты, обладающие максимальным боевым потенциалом в каждой из трех групп. Используя в качестве дополнительного критерия минимум удельных затрат на достижение реального боевого потенциала группировки войск  $C_{y0}(U)$ , определяемого по формуле (8), получаем  $C_{y0}(U)^A > C_{y0}(U)^C > C_{y0}(U)^B$ .



Множество возможных вариантов ГПВ



Множество парето-оптимальных вариантов ГПВ

Рисунок 4 – Множество парето-оптимальных вариантов ГПВ<sup>1</sup>

Следовательно, наиболее предпочтительным является вариант В. Данный вариант характеризуется 50-процентной интенсивностью закупок нового образца ВВТ. Вариант С предполагает проведение максимально возможных закупок нового ВВТ, однако затраты на реализацию этих мероприятий велики. При варианте А планируется только модернизация. Данный вариант характеризуется ми-

нимальными затратами на реализацию программных мероприятий, что объясняется небольшой стоимостью модернизации (в 3 раза ниже стоимости закупки нового образца ВВТ), однако по значению боевого потенциала на конец программного периода данный вариант значительно уступает другим.

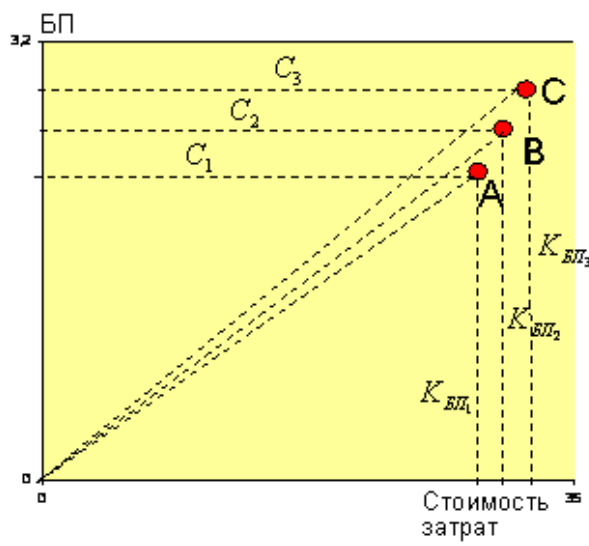
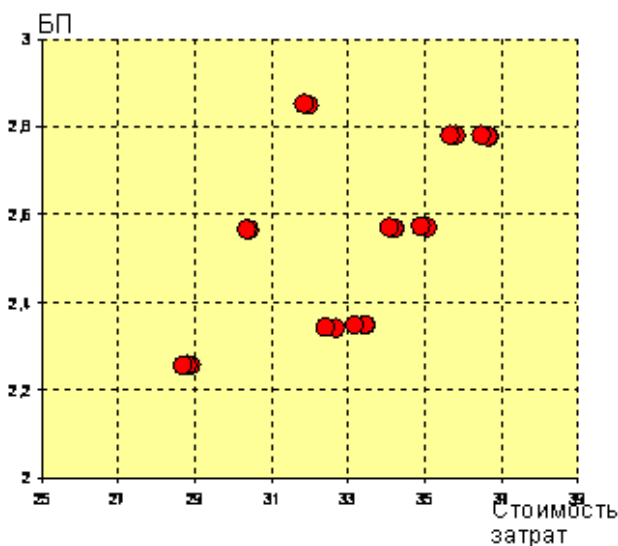
1 Здесь и далее используются условные исходные данные.

Аналогичные результаты были получены для других типов образцов ВВТ: «самоходная гаубица» и «БМП» (рисунок 5).

Для самоходной гаубицы парето-оптимальный вариант характеризуется 100-процентными закупками нового ВВТ и проведением войскового ремонта. Для БМП парето-оптимальный вариант предусматривает ремонт ВВТ на предприятиях промышленности.

Таким образом, в результате формируется множество парето-оптимальных вариантов ГПВ для любого типа ВВТ. Для решения задачи многокритериального выбора парето-оптимальных вариантов ГПВ на надвиговом уровне предлагается соответствующий алгоритм.

**Самоходная гаубица**



**Боевая машина пехоты**

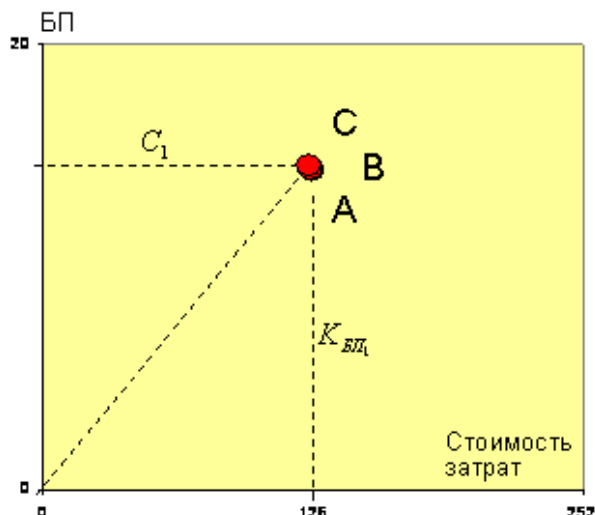
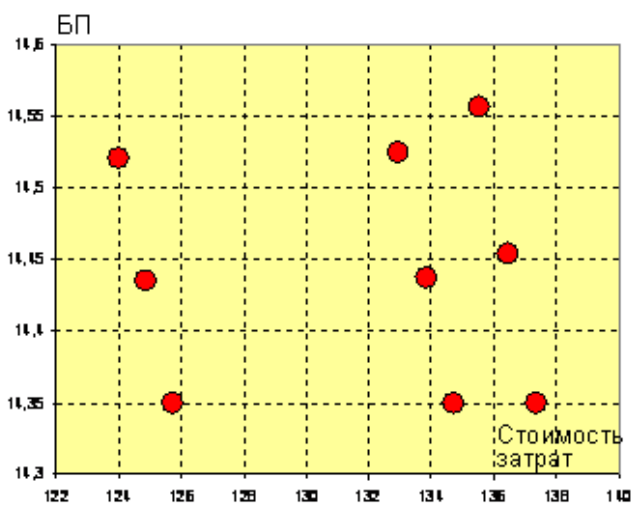


Рисунок 5 – Множество парето-оптимальных вариантов ГПВ

**Алгоритм выбора парето-оптимальных вариантов развития системы вооружения на надвидовом уровне**

Рассматривается группировка войск, включающая в себя  $m$  различных типов ВВТ численностью  $N_i, (i=\overline{1,m})$ , необходимых для решения заданного объема боевых задач.

Исходными данными для решения задачи выбора являются:

$P = \{U_i^{*(1)}, U_i^{*(2)}, \dots, U_i^{*(m)}\}$  – множество парето-оптимальных вариантов ГПВ для  $i$ -го типа ВВТ, где  $i=\overline{1,m}$ . Каждому варианту  $U_i^* \in P_i$  соответствует его векторная оценка

$$F_i(U_i^*) = [K_{БГ}(U_i^*), K_{БП}(U_i^*), C_{\Sigma}(U_i^*)].$$

Объединение вариантов ГПВ для  $m$  типов ВВТ образует множество  $B^0 = \bigcup_{i=1}^m P_i$ .

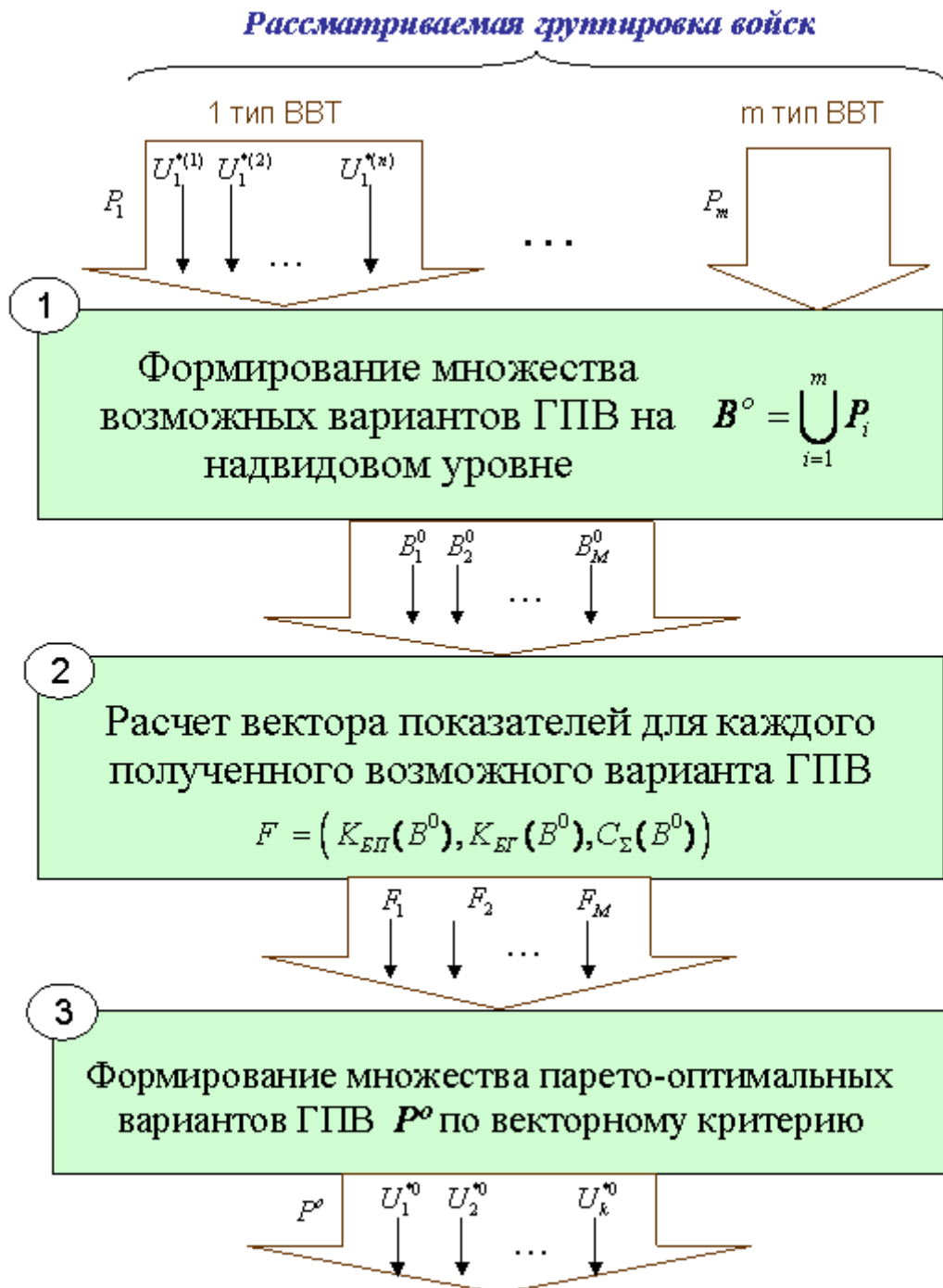


Рисунок 6 – Алгоритм выбора парето-оптимальных вариантов ГПВ на надвидовом уровне

Необходимо, исходя из множества парето-оптимальных вариантов ГПВ  $P_i$ , ( $i=\overline{1,m}$ ) для различных типов ВВТ, входящих в рассматриваемую группировку войск, получить на надвидовом уровне множество возможных вариантов ГПВ  $B^0$  и выбрать из них парето-оптимальные  $B^0 \Rightarrow P^0$ .

На рисунке 6 представлен алгоритм выбора парето-оптимальных вариантов ГПВ на надвидовом уровне, который включает следующие шаги.

На *первом шаге* формируется множество возможных вариантов ГПВ  $B^0$  на надвидовом уровне путем полного перебора полученных парето-оптимальных вариантов ГПВ по типам ВВТ. При этом формируется матрица всевозможных комбинаций вариантов различных типов ВВТ, входящих в рассматриваемую группировку войск.

Общее количество получаемых возможных вариантов ГПВ рассчитывается по формуле:  $N_{B^0} = \prod_{i=1}^m n_i$ , где  $n_i$  – количество парето-оптимальных вариантов ГПВ для  $i$ -го типа ВВТ, входящих в рассматриваемую группировку войск.

На *втором шаге* для каждого возможного варианта ГПВ формируется вектор показателей  $F(U) = [K_{БГ}(U), K_{БП}(U), C_{\Sigma}(U)]$ .

Поскольку затраты на реализацию программных мероприятий по типам ВВТ выражены в единой стоимостной шкале, при расчете показателя суммарных затрат на надвидовом уровне применяется аддитивная свертка  $C_{\Sigma}(U) = \sum_{i=1}^m C(U_i)$ , где  $m$  – количество типов образцов ВВТ в потребном боевом составе ВС РФ;  $C_{\Sigma}(P_i)$  – затраты на реализацию конкурирующего варианта ГПВ для  $i$ -го типа ВВТ.

Коэффициент боевого потенциала группировки войск  $K_{БП}(U)$  определяется как взвешенная сумма коэффициентов боевых потенциалов образцов ВВТ, входящих в рассматриваемую группировку с учетом ко-

эффициента их соизмеримости  $\gamma_i > 0$ ,  $\sum_{i=1}^m \gamma_i = 1$ :  $K_{БП}(U) = \sum_{i=1}^m K_{БП}(U_i) \cdot N_i \cdot \gamma_i$ , где  $K_{БП}(U_i)$  – коэффициент боевого потенциала  $i$ -го типа ВВТ;  $N_i$  – численность ВВТ  $i$ -го типа в группировке войск [10].

Коэффициент боеготовности ВВТ  $K_{БГ}(U)$  определяется как средневзвешенная сумма коэффициентов боеготовности ВВТ каждого типа ВВТ, входящего в рассматриваемую группировку войск

$$K_{БГ}(U) = \sum_{i=1}^m \alpha_i \cdot K_{БГ}(U_i),$$

где  $K_{БГ}(U_i)$  – коэффициент боеготовности ВВТ  $i$ -го типа ВВТ;

$$\alpha_i = \frac{N_i}{N} - \text{доля } i\text{-го типа ВВТ в рассматриваемой группировке войск, при этом}$$

$N_i$ ,  $N = \sum_{i=1}^m N_i$  – численность  $i$ -го типа ВВТ и общая численность ВВТ в рассматриваемой группировке войск, соответственно.

На *третьем этапе* производится выбор парето-оптимальных вариантов ГПВ из множества возможных на основе полученных на предыдущем этапе их оценок  $P^0 = F(B^0)$ . Алгоритм выбора парето-оптимальных вариантов ГПВ аналогичен алгоритму представленного на рисунке 2.

В качестве примера применения алгоритма парето-оптимальных вариантов ГПВ на надвидовом уровне рассмотрена группировка войск, содержащая 3 различных типа образцов ВВТ: «самолет-истребитель», «самоходная гаубица» и «БМП». Результаты генерации и выбора парето-оптимальных вариантов ГПВ, как по типам, так и за группировку в целом по годам программного периода представлены на рисунке 7.

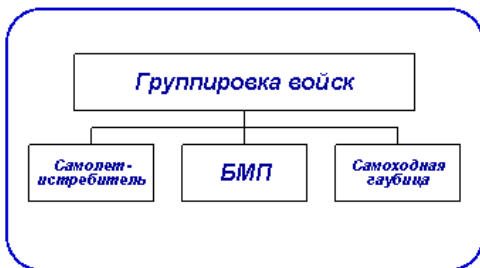
Анализ динамики изменения количества парето-оптимальных вариантов ГПВ для каждого типа и на надвидовом уровне показал, что в начале программного периода после каждой итерации моделирования процесса



ТО и выбора парето-оптимальных вариантов ГПВ количество выбранных вариантов ГПВ на надвидовом уровне возрастает, а затем уменьшается. На конечный момент времени было получено 4 варианта ГПВ, которые и являются опорными вариантами ГПВ.

Результаты применения разработанной методики в практике программного управления развитием ВВТ рассмотрены в сравнении с результатами, полученными на основе обобщения предложений органов военного управления при формировании ГПВ-2020, а также с результатами, полученными с использованием методики формирования опорных

вариантов развития средств общего назначения [2]. Результаты, полученные с применением экспертных методов, характеризовались высокими показателями боеготовности и боевого потенциала войск, однако при этом затраты на реализацию программных мероприятий оказались в 1,5 – 1,6 раза больше, чем у результатов, полученных другими методами. Это обусловлено тем, что при экспертном подходе акцент сделан на переоснащение новыми образцами ВВТ, которые являются на много дороже модернизируемых и тем более ремонтируемых образцов ВВТ.



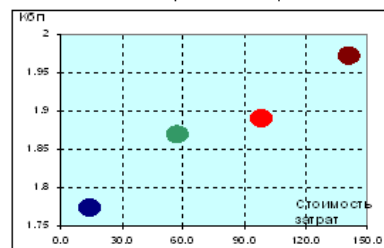
Динамика изменения количества выбранных опорных вариантов ГПВ по годам программного периода в ходе моделирования процесса ТО

Множества конкурирующих (опорных) вариантов ГПВ	Количество вариантов ГПВ									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Самолет-истребитель	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3
БМП	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
Самоходная гаубица	1	4	4	5	5	5	5	4	4	4
Группировка войск	6	5	8	7	6	8	11	9	6	4

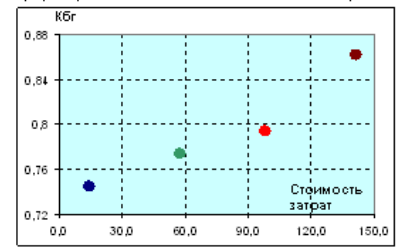
Сравнительная характеристика опорных вариантов ГПВ

Опорные варианты ГПВ	Показатели векторного критерия		
	Затраты	Кбг	Кбп
Вариант 1	16 757,60	0,862	2,03
Вариант 2	9 795,60	0,804	1,94
Вариант 3	6 030,60	0,804	1,92
Вариант 4	1 445,60	0,795	1,82

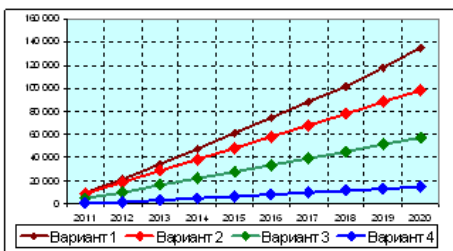
«Боевой потенциал – Затраты»



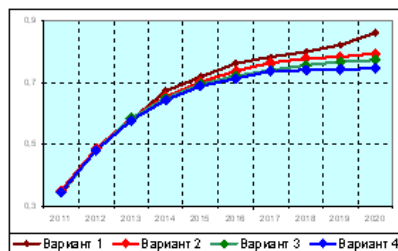
«Коэффициент боеготовности – Затраты»



Динамика суммарных затрат на реализацию программных мероприятий



Динамика коэффициента боеготовности ВВТ



Динамика боевого потенциала рассматриваемой группировки войск

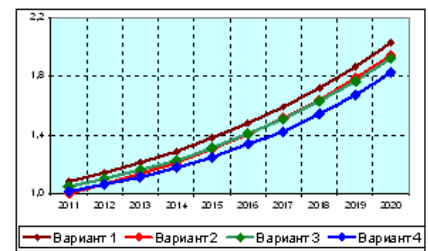


Рисунок 7 – Результаты расчета парето-оптимальных вариантов ГПВ

Общие затраты на реализацию программных мероприятий варианта ГПВ, полученных при использовании нового подхода на 10 % меньше, чем аналогичный показатель, полученный с использованием существующей ме-

тодики формирования опорного варианта развития СОН. При этом наблюдается увеличение коэффициента боевого потенциала на протяжении всего программного периода, которое составляет от 1,5% до 11%. Это обу-

словлено проведением оптимизационных процедур в динамике программного периода с использованием предлагаемого метода, в отличие от существующих подходов.

Таким образом, предлагаемый метод выбора парето-оптимальных вариантов ГПВ может быть использован в системах поддержки принятия решений в задачах военного планирования.

#### Список использованных источников

1. Буренок В.М., Ляпунов В.М., Мудров В.И. Теория и практика планирования и управления развитием вооружения / Под ред. А.М. Московского. – М.: Вооружение. Политика. Конверсия, 2005. – 418 с.
2. Буренок В.М., Погребняк Р.Н., Скотников А.П. Методология обоснования перспектив развития средств вооруженной борьбы общего назначения. – М.: Машиностроения, 2010. – 368 с.
3. Беллман Р., Калаба А. Динамическое программирование и современная теория управления – М.: Наука, 1969. – 41 с.
4. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. – М.: «Логос», 2002.
5. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. – М.: Наука, 1982. – 39 с.
6. Буравлев А.И., Пьянков А.А. Модель технического обеспечения войск. // Электронный научный журнал «Вооружение и экономика». – 2010 г. – № 2(10).
7. Ермаков С.М., Жиглявский А.А. Математическая теория оптимального эксперимента. – М.: Наука, 1987. – 107с.
8. Ногин В.Д. Принятие решения в многокритериальной среде: количественный подход. – М.: ФизматИсТ, 2005. – С. 151-155
9. Олдендерфер М. С., Блэшфилд Р. К. Кластерный анализ / Факторный, дискриминантный и кластерный анализ: пер. с англ. Под. ред. И. С. Енюкова. – М.: Финансы и статистика, 1989 – 215 с.
10. Брезгин В.С., Буравлев А.И. О методологии оценки боевых потенциалов вооружения и военной техники и воинских формирований // Военная Мысль. – Вып. №8, 2010. – С.41-48.

Соколов Д.Ю.

## Сравнительный анализ метода применения искусственной нейронной сети в целях решения задачи инженерно-штурманского расчета полета летательного аппарата

*Статья посвящена рассмотрению вопроса применения искусственных нейронных сетей для решения задачи расчета расхода топлива летательного аппарата в сравнении с другими существующими методами, которые могут быть используемы на пунктах управления или на борту при построении (корректировке) маршрута полета.*

Решение задачи инженерно-штурманского расчета (ИШР), решаемого должностными лицами на авиационных пунктах управления [1], предполагает также расчет расхода топлива летательного аппарата (ЛА) на различных режимах его полета. Основной целью ИШР является определение необходимого количества запрашиваемого топлива на полет, а также расчет взлетной и посадочной массы воздушного судна. Расчет расхода топлива ЛА может также осуществляться оперативно для ЛА, находящегося в воздухе, с целью корректировки его маршрута в нештатных ситуациях. При этом расчет может производиться как на земле, так и на борту ЛА. Параметрами, в основном определяющими режим полета ЛА и влияющими на его расход топлива, являются: скорость полета, высота полета, масса ЛА. На практике для решения данной задачи используются таблицы, в которых приводятся значения расхода топлива ЛА в зависимости от указанных параметров, определяющих режим полета ЛА. Конкретные значения расхода топлива для фиксированных значений параметров полета ЛА при этом определяются опытным путем. Таким образом, возникает практически важная задача определения расхода топлива ЛА при значениях параметров режима его полета, отличных от зафиксированных в таблицах (промежуточных значениях). Для ее решения могут использоваться различные математические методы: определение ближайшего фиксированного значения (на практике используется ближайшее наибольшее значение), метод линейной или нелинейной

регрессии, метод интерполяции. Рассмотрим возможность и эффективность использования искусственных нейронных сетей (ИНС) для решения поставленной задачи в сравнении с другими приведенными методами.

ИНС в настоящее время уже широко применяются для решения широкого спектра задач в различных сферах деятельности и в том числе в авиации.

Современные тенденции [2] развития авиационных систем управления (в т.ч. бортовых) связаны с их дальнейшей интеллектуализацией, основанной на технологиях обработки знаний для автоматизации функций управления и поддержки действий лиц боевого расчета (или экипажа ЛА) как в нормальных, так и в нештатных ситуациях, возникающих в процессе функционирования. Одним из перспективных направлений в создании интеллектуальных систем управления и принятия решений является применение ИНС и их программно-аппаратной реализации на базе нового поколения ЭВМ – нейрокомпьютеров. В настоящее время становится все более очевидной необходимость в таком типе систем управления авиацией, которые были бы способны обучаться в процессе своей эксплуатации, т.е. чем дольше эксплуатируется система, тем лучше она становится. Пути решения этой проблемы лежат в рамках концепции интеллектуального управления, включающей в себя в качестве верхнего уровня функции принятия решений, планирования и обучения. Одно из центральных мест в этой концепции по праву занимают нейронные сети,

которые благодаря своей универсальности, параллельной распределенной архитектуре, способностям к нелинейной функциональной аппроксимации и обучению, а также другим положительным качествам могут с успехом решать возложенные на них задачи управления, идентификации, адаптации, распознавания, классификации, оптимизации, сжатия данных, прогнозирования и т.д.

Задачу определения значений расхода топлива в зависимости от параметров полета ЛА в указанной постановке можно отнести к задаче регрессионного анализа. Для решения задач такого рода успешно применяются ИНС прямого распространения – персептрон.

В рамках данной статьи ставится цель показать возможность и эффективность применения ИНС для решения задачи расчета топлива в зависимости от параметров полета ЛА. При этом соответствие используемых в данной статье значений расхода топлива реальным данным не играет принципиальной роли, поскольку, во-первых, ИНС инвариантна к входным данным при соответствующих ее настройках и режиме обучения, во-вторых, реальные данные для различных ЛА при различных условиях эксплуатации будут также различаться и привязываться в такой ситуации возможно к любому набору данных даже не существующему в реальности, так как в дальнейшем ИНС может работать и с другими наборами данных.

Таким образом, в свете вышесказанного, определим некоторую гипотетическую зависимость расхода топлива ЛА в зависимости от значений параметров полета: скорости, высоты, массы. В дальнейшем на основании данной зависимости определим некоторый набор фиксированных значений, который будем использовать в качестве исходных данных, имитирующих набор реальных данных, используемых для расчета расхода топлива при проведении инженерно-штурманского расчета.

Гипотетическую зависимость расхода топлива ЛА от значений параметров полета (ско-

рости, высоты, массы) определим следующим образом:

$$\Omega = f(V, H, M), \quad (1)$$

где:  $\Omega$  – расход топлива ЛА;

$V$  – скорость полета ЛА;

$H$  – высота полета ЛА;

$M$  – масса ЛА.

Раскладывая (1) в ряд Тейлора и исключая для упрощения компоненты выше гессiana, а также компоненты смешанных производных, получим:

$$\Omega = K_0 + K_1^V \cdot V + K_2^V \cdot V^2 + K_1^H \cdot H + K_2^H \cdot H^2 + K_1^M \cdot M + K_2^M \cdot M^2, \quad (2)$$

где:  $K_i^{V,H,M}$  – коэффициенты соответствующих переменных в разложении Тейлора.

Не нарушая общности исследования, зададим некоторые конкретные значения коэффициентов в соотношении (2) следующим образом:

$$K_0 = 10; \quad K_1^V = 2; \quad K_2^V = -0,013;$$

$$K_1^H = -9; \quad K_2^H = 1,7;$$

$$K_1^M = -5; \quad K_2^M = 1$$

Отметим при этом, что соотношение (2) при данных значениях коэффициентов не отражает реальную зависимость расхода топлива от указанных параметров полета ЛА, поскольку это и не требуется по указанным выше соображениям, а задает некую гипотетическую зависимость, которая имитирует реальную, и может вполне использоваться для оценки возможностей выбранных методов.

Используя (2) с учетом выбранных значений коэффициентов, сформируем некоторую таблицу гипотетических значений расхода топлива в зависимости от значений скорости, высоты полета и массы ЛА. Таблица 1 имитирует реальную таблицу зависимости значений расхода топлива от параметров режима полета ЛА, используемую при проведении ИШР при подготовке ЛА к полету.

Отметим, что в таблице при нулевых значениях параметров, расход топлива отличен от нулевого. Это вызвано тем, что рассматривается ситуация, когда двигатель ЛА работает,

при том что ЛА находится в неподвижном состоянии на земле.

Таблица 1 – Зависимость расхода топлива ЛА от параметров полета

№	Скорость (V)	Высота (H)	Масса (M)	Топливо (Ω)
1	0	0	5	10
2	10	1	5	21,4
3	20	1	5	37,5
4	30	1	5	51
5	50	1	5	70,2
6	100	1	5	72,7
7	50	3	5	65,8
8	50	5	5	75
9	50	7	5	97,8
10	50	10	5	157,5
11	50	5	6	81
12	50	5	7	89
13	50	5	8	99
14	50	5	10	125

В дальнейшем задача состоит в том, чтобы определить некоторые промежуточные значения относительно табличных одним из приведенных выше методов и, определив ошибку относительно имитируемого реального значения, получаемого с использованием (2), оценить эффективность каждого из методов для решения указанной задачи.

Рассмотрим *метод линейной регрессии* [3] для определения промежуточных значений таблицы параметров.

Линейная регрессионная модель, характеризующая расход топлива в зависимости от параметров ЛА, описывается уравнением:

$$\Omega = A_0 + A_1 \cdot V + A_2 \cdot H + A_3 \cdot M \quad (3)$$

Коэффициенты  $A_0, A_1, A_2, A_3$  находятся при помощи метода наименьших квадратов при помощи следующего известного соотношения:

$$A = (X^T \cdot X)^{-1} \cdot X^T \cdot \Omega, \quad (4)$$

где:

$$A = \begin{bmatrix} A_0 \\ A_1 \\ A_2 \\ A_3 \end{bmatrix} \text{ – вектор коэффициентов,}$$

$$X = \begin{bmatrix} 1 & \cdot & \cdot & \cdot & 1 \\ v_1 & v_2 & \cdot & \cdot & v_n \\ h_1 & h_2 & \cdot & \cdot & h_n \\ m_1 & m_2 & \cdot & \cdot & m_n \end{bmatrix} \text{ – матрица значений параметров ЛА,}$$

$$\Omega = \begin{bmatrix} \Omega_1 \\ \Omega_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \Omega_m \end{bmatrix} \text{ – вектор значений расхода топлива.}$$

Подставляя из таблицы 1 значения параметров полета ЛА и значения расхода топлива:



$$X = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 5 \\ 1 & 10 & 1 & 5 \\ 1 & 20 & 1 & 5 \\ 1 & 30 & 1 & 5 \\ 1 & 50 & 1 & 5 \\ 1 & 100 & 1 & 5 \\ 1 & 50 & 3 & 5 \\ 1 & 50 & 5 & 5 \\ 1 & 50 & 7 & 5 \\ 1 & 50 & 10 & 5 \\ 1 & 50 & 5 & 6 \\ 1 & 50 & 5 & 7 \\ 1 & 50 & 5 & 8 \\ 1 & 50 & 5 & 10 \end{bmatrix}, \quad \Omega = \begin{bmatrix} 0 \\ 21,4 \\ 37,5 \\ 51 \\ 70,2 \\ 72,7 \\ 65,8 \\ 75 \\ 97,8 \\ 157,5 \\ 81 \\ 89 \\ 99 \\ 125 \end{bmatrix}$$

и решая (4), получим:

$$A = \begin{bmatrix} 6,1 \\ 1,3 \\ 16,4 \\ -9,5 \end{bmatrix}$$

Подставляя найденные значения коэффициентов  $A_0, A_1, A_2, A_3$  в (3), получим уравнение линейной регрессионной модели расхода топлива в зависимости от параметров полета ЛА для заданных исходных данных:

$$\Omega = 6,1 + 1,3 \cdot V + 16,4 \cdot H - 9,5 \cdot M \quad (5)$$

Далее произведем оценку ошибки расчета расхода топлива при помощи полученной линейной регрессионной модели по отношению к имитируемому реальному расходу топлива на некотором массиве промежуточных исходных значений. Для этого массив значений в таблице 1 дополним некоторыми промежуточными данными параметров полета ЛА, и для каждого набора данных  $V, H, M$  рассчитаем значение расхода топлива  $\Omega$  с использованием полученной регрессионной модели (5) и имитируемого реального расхода (2). Результаты расчетов и полученные ошибки для различных наборов значений параметров полета ЛА ( $\Delta \Omega$ ), а также среднеквадратическая ошибка (СКО) для данного метода приведены в таблице 2.

Рассмотрим возможность использования метода нелинейной регрессии для определения промежуточных значений таблицы параметров.

Нелинейная регрессионная модель, характеризующая расход топлива в зависимости от параметров ЛА, ограниченная компонентами производной 3-й степени в упрощенном виде описывается уравнением:

$$\Omega = A_0 + A_1 \cdot V + A_2 \cdot H + A_3 \cdot M + A_4 \cdot V^2 + A_5 \cdot H^2 + A_6 \cdot M^2 + A_7 \cdot V \cdot H + A_8 \cdot V \cdot M + A_9 \cdot H \cdot M + A_{10} \cdot V \cdot H \cdot M + A_{11} \cdot V \cdot H^2 + A_{12} \cdot V \cdot M^2 + A_{13} \cdot V^2 \cdot H + A_{14} \cdot V^2 \cdot M + A_{15} \cdot H \cdot M^2 + A_{16} \cdot M^2 \cdot H$$

Поиск значений коэффициентов  $A_0, \dots, A_{16}$  численными методами потребует произвести количество вычислений соотношения (6) не менее  $N_{\text{выч}} = D^{N_{\text{пар}}}$ , где:  $N_{\text{выч}}$  – количество вычислений,  $N_{\text{пар}}$  – количество параметров  $A_i$  в соотношении,  $D$  – дескритизация каждого параметра (количество перебираемых значений).

Если задать  $D=10$  (что само по себе весьма недостаточно) и при том, что из соотношения (6)  $N_{\text{пар}}=17$ , получим  $N_{\text{выч}} = 10^{17}$ .

Если учесть требуемое количество итераций для вычислений по всем наборам параметров и количество арифметических действий в соотношении (6), то количество необходимых элементарных операций, необходимых для вычислений, увеличится на два порядка.

При существующих возможностях современной вычислительной техники (порядка  $10^9$  операций в секунду), понадобятся сотни лет для проведения такого количества вычислений, даже при тех весьма существенных ограничениях на параметры модели.

Очевидно, что прямое применение численного метода нахождения параметров нелинейной регрессионной модели в описанной задаче невозможно.

Существует множество методов многопараметрической оптимизации (методы градиентного спуска, ньютоновские и квазиньютоновские методы, генетические алгоритмы и пр.), а также методы снижения сложности (ограничения размерности, включения и исключения регрессоров, введения внешних

ограничений и допущений на параметры). Применительно к каждой задаче поиск значений параметров является самостоятельным исследованием. Универсального метода для всех задач подобного класса не существует. Проведение таких исследований выходит за рамки данной статьи. По этой причине метод нелинейной регрессии для нахождения промежуточных значений расхода топлива в зависимости от параметров полета ЛА не рассматривается.

Рассмотрим *метод интерполяции* для определения промежуточных значений таблицы параметров.

Метод интерполяции подразумевает определение функции в заданной точке при помощи нахождения некоторого усредненного значения соседних с ней точек в пространстве параметров. При этом учитывается евклидово расстояние до каждой из точек. Построенная таким образом модель будет описываться следующим соотношением:

$$\Omega = \sum_{i=1}^{N_{\text{выб}}} \Omega_i \cdot S_i, \quad (7)$$

где:  $N_{\text{выб}}$  – количество выбранных соседних значений,

$S_i$  – мера близости соседнего значения.

$S_i$  определяется как:

$$S_i = 1 - \frac{r_i}{\sum_{i=1}^{N_{\text{выб}}} r_i} \quad \text{или} \quad S_i = \exp(-r_i/R),$$

где:  $R$  – показательный радиус (определяется эмпирически),

$r_i$  – евклидово расстояние от определяемой точки до  $i$ -й соседней.

$$r_i = \sqrt{(V - V_i)^2 + (H - H_i)^2 + (M - M_i)^2} \quad (8)$$

Используя приведенные соотношения, определим значения расхода топлива на массиве промежуточных данных, а также ошибку полученных методом интерполяции значений ( $\Delta\Omega$ ) и СКО в целом для данного метода. Результаты расчетов приведены в таблице 2.

Рассмотрим *метод определения ближайшего фиксированного значения*. Сущность данного метода вытекает из его названия.

Значения расхода топлива в некоторой точке пространства параметров определяется равным значению расхода топлива в ближайшей точке, т.е. точке, где евклидово расстояние будет наименьшим (определяется из соотношения (8)). В настоящее время на практике применяется именно данный метод, при этом используется ближайшее фиксированное значение с наибольшим расходом топлива.

Результаты значений расхода топлива методом определения ближайшего фиксированного значения на массиве промежуточных значений, а также ошибки приведены в таблице 2.

Далее рассмотрим *решение задачи с помощью применения искусственной нейронной сети*.

Рассматриваемая задача, как уже было отмечено выше, относится к задачам регрессионного анализа. Для решения задач такого класса более всего подходит ИНС прямого распространения (многослойный перцептрон).

Определим следующую структуру ИНС для решения задачи [4].

Количество слоев ИНС – 3.

1 слой – входной, содержит 3 вырожденных нейрона (входа):  $V, H, M$ ;

2 слой – внутренний, содержит 5 нейронов;

3 слой – выходной, содержит 1 нейрон (выход):  $\Omega$ .

Функция активации нейронов внутреннего слоя: *сигмоидальная*:

$$y_k^j = \frac{1}{1 + \exp(-\beta \cdot p_k^j)}$$

Функция активации нейрона выходного слоя: *линейная*:  $y_k^j = \beta \cdot p_k^j$ ,

где:  $y_k^j$  – выход  $k$ -го нейрона  $j$ -го слоя,

$\beta$  – коэффициент активации, определяется в процессе обучения,

$p_k^j$  – взвешенная сумма входов, определяется из соотношения:

$$p_k^j = \sum_{i=0}^{N_i} w_{ik}^j \cdot x_i,$$

где:  $x_i$  – выходной сигнал  $i$ -го нейрона предыдущего ( $j-1$ )-го слоя,

$w_{ik}^j$  – синоптический вес  $k$ -го нейрона  $j$ -го слоя при получении сигнала с выхода  $i$ -го нейрона предыдущего ( $j-1$ )-го слоя.

Таблица 2 – Расчетные значения расхода топлива

№ п/п	V	H	M	Имитируемое реальное значение	Метод линейной регрессии		Метод интерполяции		Метод ближайшего фиксированного значения		ИНС	
					$\Omega$	$\Delta\Omega$	$\Omega$	$\Delta\Omega$	$\Omega$	$\Delta\Omega$	$\Omega$	$\Delta\Omega$
Заданные исходные значения												
1	0	0	5	0	6,1	-3,9	10	0	10	0	9,9	-0,1
2	10	1	5	21,4	-12	-33,4	21,4	0	21,4	0	25,2	3,8
3	20	1	5	37,5	1	-36,5	37,5	0	37,5	0	39,7	2,2
4	30	1	5	51	14	-37	51	0	51	0	49,2	-1,8
5	50	1	5	70,2	40	-30,2	70,2	0	70,2	0	63,2	-7
6	100	1	5	72,7	105	32,3	72,7	0	72,7	0	72,6	-0,1
7	50	3	5	65,8	72,8	7	65,8	0	65,8	0	65,8	0
8	50	5	5	75	105,6	30,6	75	0	75	0	76,6	1,6
9	50	7	5	97,8	138,4	40,6	97,8	0	97,8	0	97,5	-0,3
10	50	10	5	157,5	187,6	30,1	157,5	0	157,5	0	157,5	0
11	50	5	6	81	96,1	15,1	81	0	81	0	79,9	-1,1
12	50	5	7	89	86,6	-2,4	89	0	89	0	89,4	0,4
13	50	5	8	99	77,1	-21,9	99	0	99	0	100	1
14	50	5	10	125	58,1	-66,9	125	0	125	0	120	-5
СКО						10,1		0		0		0,84
Промежуточные (искомые) значения												
1	80	6	7	108	142	34	106,9	-1,1	89	-19	105,2	-2,8
2	17	1	5	32,9	-2,9	-35,8	32,7	-0,2	37,5	4,5	38,4	5,4
3	23	1	5	41,8	4,9	-36,9	41,6	-0,2	37,5	-4,3	41,1	-0,7
4	30	2	6	53,1	20,9	-32,2	52,9	-0,2	51	-2,1	56,8	3,7
5	40	6	7	90,4	90	-0,4	94	3,6	89	-1,4	88,8	-1,6
6	25	7	8	96,2	77,4	-18,7	94	-2,2	99	2,8	97,6	1,4
7	55	2	5	69,5	62,9	-6,5	68	-1,48	70,2	0,7	64,8	-4,6
8	70	3	7	88,6	79,8	-8,8	77,4	-11,2	89	0,4	87	-1,6
СКО						9,1		1,5		2,6		1,1

Метод обучения ИНС – обратное распространение ошибки. Структура выбранной для решения задачи ИНС представлена на рисунке 1.

Оценим результаты использования каждого из рассматриваемых методов для определения промежуточных значений зависимо-

сти расхода топлива от параметров полета ЛА.

Метод линейной регрессии (метод наименьших квадратов) не позволяет добиться приемлемого результата при нахождении промежуточных значений таблицы расхода топлива, поскольку приводит к значительным

ошибкам при вычислении результата. Это вызвано в первую очередь значительной нелинейностью рассматриваемой зависимости. В

таких случаях метод линейной регрессии приводит к значительным ошибкам.

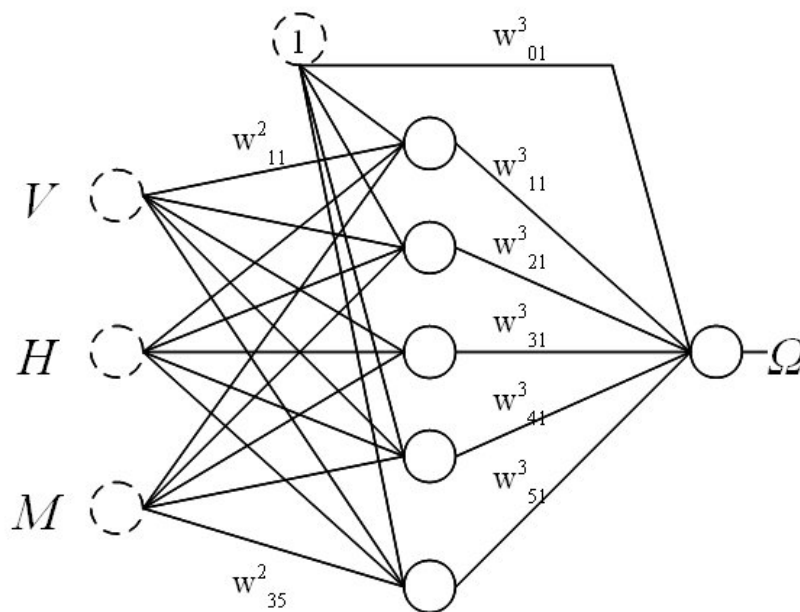


Рисунок 1 – Структура ИНС

*Метод интерполяции* позволяет получить результаты с вполне приемлемыми значениями ошибки. Особенно близкими к реальным (имитируемым) значениям оказываются значения на линейных или близких к линейным участкам зависимости. На участках, где зависимость значительно отличается от линейной, ошибка оказывается значительной и метод на таких участках оказывается неприемлемым.

*Метод ближайшего фиксированного значения* позволяет получить результаты с относительно небольшой ошибкой для значений, которые оказываются относительно близки к фиксированным (табличным). Для таких значений метод оказывается вполне приемлемым. В противном случае, то есть если значение параметров оказывается относительно далеко от ближайшего фиксированного (табличного), ошибка полученного результата оказывается весьма существенной и метод не может быть приемлемым.

*Метод использования ИНС* позволяет получить приемлемые результаты промежуточных значений на всех участках зависимости, по-

скольку ИНС при достаточном обучении весьма точно аппроксимирует зависимость с учетом ее кривизны различного порядка. При этом на линейных или близких к линейным участкам метод не является выигрышным по сравнению с методом интерполяции. Однако в целом метод использования ИНС применительно ко всей зависимости дает наименьшее среднее значение ошибки. Следует также отметить, что использование более совершенных алгоритмов обучения ИНС (алгоритм переменной метрики, алгоритм Левенберга-Марквардта, алгоритм сопряженных градиентов и др.) позволит добиться более точных результатов [4], что сделает применение ИНС для решения данной задачи еще более выигрышным по сравнению с другими методами.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы относительно эффективности и применимости рассматриваемых методов оценки промежуточных значений расхода топлива в зависимости от параметров полета ЛА.

1. Наилучший общий показатель (среднее значение ошибки) среди рассматриваемых

методов, используемых для нахождения промежуточных результатов таблицы значений расхода топлива, на заданных параметрах моделирования достигается при использовании обученной ИНС.

2. На линейных участках рассматриваемой зависимости наилучшие результаты достигаются при использовании метода интерполяции. Данный метод оказывается вполне приемлемым, если известно, что зависимость между каждой парой ближайших табличных значений носит линейный или близкий к линейному характер, т.е. ошибка дискретизации рассматриваемой зависимости незначительна. В случае, если доподлинно не известна степень дискретизации существующей зависимости, т.е. разбивается ли она на квазилинейные участки, метод интерполяции применительно к нахождению промежуточных значений может привести к существенным ошибкам и оказаться таким образом не достаточно точным.

3. В настоящее время на практике в основном используется метод ближайшего фиксированного (табличного) значения, который является вполне приемлемым, если ближайшее фиксированное (табличное) значение находится близко в пространстве параметров, т.е. существующая зависимость имеет достаточную степень дискретизации. В данном случае достаточность дискретизации определяется максимальной ошибкой дискретизации. Если же это условие не выполняется хотя бы на каком-то участке зависимости, ошибка вычисления результата может оказаться значительной и метод неприемлемым.

4. Метод линейной регрессии (метод наименьших квадратов) в общем случае неприемлем для нахождения промежуточных значений расхода топлива в зависимости от параметров полета ЛА, поскольку зависимость в целом не является линейной или близкой к линейной. Метод нелинейной регрессии, как было показано выше, оказывается ресурсозатратным и для его реализации необходима разработка специальной методики, позволяющей снизить размерность и внести допустимые ограничения.

Таким образом, проведенный анализ показывает целесообразность и эффективность применения ИНС для решения задачи расчета расхода топлива ЛА в зависимости от параметров полета ЛА. При этом следует отметить, что набор параметров может быть различным, например, могут быть добавлены параметр ускорения ЛА, параметр площади поперечного сечения и другие. Особенностью ИНС является возможность обработки слабо структурированных, зашумленных, неупорядоченных данных [2]. По этой причине ИНС легко адаптируется к различному набору входных данных и может быть дообучена в случае поступления новых данных или даже изменения набора параметров. Сами данные для обучения ИНС возможно получить с регистраторов параметров полета ЛА, при этом они могут быть противоречивыми и зашумленными, ИНС успешно справится с их обработкой. Кроме того, предлагаемый метод можно успешно использовать при формировании (корректировке) таблиц расхода топлива, составляя их применительно к различным типам ЛА и условиям полета.

#### Список использованных источников

1. Хиврич И.Г. Воздушная навигация. – М: Издательство «Транспорт», 1984.
2. Нейрокомпьютеры в авиации. – М: Издательство «Радиотехника», 2004.
3. Минашкин В.Г., Гусынин А.Б., Садовникова Н.А., Шмойлова Р.А. Курс лекций по теории статистики. – М: МГУ ЭиС, 2002.
4. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. – М: Издательство «Финансы и статистика», 2004.
5. Еремеев Л.Г. Интеллектуальные информационные системы (лабораторный практикум). – Электросталь: ЭПИ МИСиС, 2006.



Лавринов Г.А., доктор экономических наук, профессор  
Подольский А.Г., доктор экономических наук, старший научный сотрудник

## **Ценообразование на продукцию военного назначения: от затратной к ценностной концепции<sup>1</sup>**

*В статье показаны основные проблемы ценообразования на продукцию военного назначения и их негативные последствия, а также предложена новая концепция ценообразования, направленная на повышение эффективности расходования бюджетных средств.*

На современном этапе военного строительства решение задачи перехода к новому облику Вооруженных Сил определяется возможностями по их техническому оснащению.

Переоснащение воинских частей новыми, отвечающими современным требованиям образцами вооружения и военной техники, напрямую зависит от цен на оборонную продукцию. Имеющаяся негативная тенденция их роста, как правило, становится основной причиной недопоставок образцов продукции военного назначения (ПВН). Стоимость таких образцов составляет порой многие миллионы рублей. Соответственно любая ошибка в определении цены как в большую, так и в меньшую сторону ведет к неэффективному расходованию финансовых средств.

Казалось бы, на решении проблем ценообразования на ПВН должны быть сосредоточены усилия всех заинтересованных министерств и ведомств (в первую очередь силовых), научно-исследовательских институтов РАН, предприятий и организаций оборонно-промышленного комплекса (ОПК). Однако за последние десять лет публикаций по проблемам ценообразования на такую продукцию было непропорционально мало (кстати, в основном одних и тех же авторов) [1-10].

Разрабатываемые и появляющиеся нормативные документы в этой сфере никак не обсуждаются в научных изданиях. Совершен-

но «свежий» пример – появление документа, касающегося ограничений на рентабельность продукции военного назначения (не более 20% на собственные затраты и 1% на работы сторонних организаций), который в кругу специалистов вызвал много вопросов.

К настоящему времени в области ценообразования на продукцию военного назначения принят целый ряд документов нормативного характера, направленных на повышение объективности и обоснованности формирования цен.

Однако их анализ показывает, что современная система ценообразования на такую продукцию базируется на применении калькуляционного метода, являющегося по сути затратным, так как в основе его лежит суммирование совокупных издержек и прибыли. Даже методы расчета стоимости ПВН от аналога, которые очень редко используются сейчас органами военного управления, тоже относятся к затратным, поскольку в их основе лежат данные о трудоемкости и смете расходов по ранее выполненным работам.

Доминирование затратных методов в российской экономике, в том числе в оборонно-промышленном комплексе, во многом обусловлено сохранением высокой степени администрирования распределения государственных финансовых ресурсов и осуществления закупок для государственных нужд.

<sup>1</sup> Статья подготовлена по гранту Президента Российской Федерации для поддержки ведущих научных школ РФ № НШ-3850.2012.10.

В настоящее время затратные методы ценообразования на многие виды сложной продукции прочно вросли в российскую экономику, породив ряд мотиваций негативного плана. Например, сегодня ни система заказов ПВН, ни оборонные предприятия не заинтересованы в снижении себестоимости продукции.

Есть примеры того, что менеджмент ряда оборонных предприятий (как это следует по данным прессы [11]) использует затратные методы для личного обогащения, поскольку они предоставляют возможность нецелевого использования средств федерального бюджета (в условиях сокращения количества военных представительств и контролирующего процесс расходования бюджетных средств на предприятиях их сотрудников проверить все финансово-экономические документы невозможно, поэтому в состав затрат зачастую включаются расходы на работы, не требуемые для выполнения заключенного государственного контракта). Это стимулирует рост теневой экономики в Российской Федерации.

По данным Счетной палаты РФ в 2011 году было выявлено нарушений в сфере расходования бюджетных средств на сумму в 718,5 млрд. руб., что почти в два раза больше, чем в 2010 г. При этом 356,3 млрд. руб. потеряны за счет неисполнения требований Бюджетного кодекса; 1,2 млрд. руб. при расходовании бюджетных средств ушло не по назначению, в ходе реализации госзаказов было обнаружено нарушений на 238,5 млрд. руб.

Только в концерне «Созвездие» и только при проверке выполнения одного проекта, связанного с созданием Единой системы управления войсками тактического звена, Счетная палата РФ выявила финансовые нарушения на 601,4 млн. руб. [12].

Используемая в настоящее время затратная концепция ценообразования обладает следующими основными недостатками:

1. Отсутствие стимулов для предприятий ОПК к снижению трудоемкости работ и материалоемкости продукции, к совершенствова-

нию системы организации труда. Вследствие этого сохраняется существенный разрыв в уровне производительности труда на отечественных предприятиях и в развитых странах, который достиг неприемлемо высокого уровня, что приводит к неэффективному использованию трудовых, материальных и финансовых ресурсов.

2. Жесткая привязка финансовых ресурсов предприятия к статьям калькуляции, согласованная с заказчиком.

Создание сложной высокотехнологичной продукции военного назначения связано с большой неопределенностью расходования финансовых ресурсов. Жесткая привязка не позволяет осуществлять управление финансовыми ресурсами, перераспределяя их между отдельными статьями расходов в целях решения текущих проблем научно-технического и производственно-технологического характера. Это приводит к неэффективному использованию финансовых ресурсов, которое выражается в необходимости любой ценой, невзирая на результативность затрат, израсходовать запланированные по отдельным статьям калькуляции бюджетные средства.

3. Не стимулирует предприятия ОПК к повышению качества продукции.

Анализ динамики количества рекламаций, которые были предъявлены Минобороны России предприятиям ОПК, показывает, что их количество из года в год растет. Так, по данным первого заместителя Министра обороны РФ А.П. Сухорукова в 2010 году было 6889 рекламаций, что на 20% больше, чем в 2009 году, в 2011 году количество рекламаций возросло до 7119, что превышает уровень 2010 года [13].

Снижение качества продукции негативно отражается на конкурентоспособности отечественной ПВН не только на внешнем рынке, но и на внутреннем. Имеет место тенденция увеличения закупок ПВН за рубежом, что приводит к поддержке военно-промышленных комплексов зарубежных стран.

4. Не способствует развитию научных и инженерно-технических школ, а также закреплению на предприятиях ОПК талантливой молодежи и высококвалифицированных специалистов (средний возраст работников в ОПК составляет около 54 лет на промышленных предприятиях и 57 лет – в проектных и научных организациях).

Это объясняется тем, что существующая система ценообразования не предусматривает стимулирования работников к генерации и реализации предложений инновационного характера и обеспечения высокого качества продукции.

Главное «преимущество» калькуляционного метода, составляющего основу затратной концепции ценообразования, состоит в том, что он весьма удобен для проверяющих и контролирующих органов, осуществляющих постатейную проверку расходов, в том числе опираясь на калькуляции по образцам-аналогам. Предоставление большого объема справок, «объясняющих» объем расходов по каждой подсистеме образца и составляющим ее многочисленным узлам и элементам, принимается заказывающими органами как «обоснование» потребного финансирования для создания ПВН. При этом не достигается главная цель ценообразования – постоянное повышение эффективности использования финансовых ресурсов.

Доминирование затратных методов ценообразования, нарушающих принцип рационального экономического поведения, обуславливает неэффективное использование бюджетных средств не только в военном секторе экономики, но и в экономике страны в целом.

Таким образом, существующая система ценообразования не стимулирует внедрение на предприятиях ОПК организационных, технологических, научных и других новаций, способствующих снижению себестоимости продукции, поставляемой для государственных нужд, и повышению ее качества, под которым в общем случае понимается совокуп-

ность свойств изделия, обуславливающих его пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с его назначением [14].

Для выхода из создавшегося положения необходима разработка новой системы ценообразования на продукцию военного назначения, в основу которой должна быть положена концепция зависимости цены продукции от ее качества (ценности).

Суть «ценностной концепции ценообразования» состоит в единстве двух аспектов, первый из которых отражает интересы заказчика (государства) в части эффективного с военно-экономической точки зрения использования бюджетных средств, а второй отражает интересы исполнителя и заключается в экономической привлекательности заказа.

Рассмотрим содержание каждого из указанных аспектов.

Эффективное с военно-экономической точки зрения использование бюджетных средств предполагает выполнение следующих трех условий.

Первое условие состоит в том, что созданный образец ПВН должен обладать тактико-техническими характеристиками (ТТХ) не ниже заданных, то есть обеспечить минимально допустимую заказчиком техническую результативность выполнения заказа, необходимую для достижения требуемого эффекта.

Второе условие состоит в том, что заказ должен быть выполнен исполнителем в установленные контрактом сроки и в требуемом объеме, что характеризует технологическую результативность выполнения заказа.

Третье условие состоит в оптимизации бюджетных средств и достигается путем выбора такого варианта создания образца, который по сравнению с альтернативными обеспечивает достижение требуемого эффекта с минимальными затратами финансовых ресурсов на всем его жизненном цикле. Указанное условие отражает финансовую результативность выполнения заказа исполнителем.

Подчеркнем, что максимальный эффект от внедрения новой концепции ценообразования может быть достигнут только при одновременном выполнении этих условий.

Принципиально новым в предлагаемой концепции ценообразования является то, что **цена каждой стадии жизненного цикла образца определяется исходя из полной стоимости всего жизненного цикла, которая в свою очередь должна зависеть от его ценности для заказчика.** При таком подходе практически невозможными становятся разработка или закупка образца, уступающего альтернативному по достигаемому эффекту при одинаковой полной стоимости (либо при одинаковом эффекте, но с большей стоимостью). Ценность продукции для заказчика определяется тактико-техническими характеристиками образца, характеризующими его качество, эффектом от его применения в мирное и военное время, а также эффектом от его использования в других (отличных от военных) областях деятельности.

Кроме того, исключается ситуация, когда сэкономив, например, на стадии НИОКР, приходится нести бóльшие расходы на стадии производства или эксплуатации. Принципиально важным является то, что целью ценообразования становится не минимизация бюджетных средств на реализацию отдельных заказов, а минимизация суммарных затрат на реализацию жизненного цикла образца, включающих расходы на разработку, производство, эксплуатацию и капитальный ремонт образца, а также на строительство инфраструктуры районов их размещения (базирования) и утилизацию.

Таким образом, увеличивая расходы на стадии разработки можно улучшить тактико-технические и эксплуатационные характеристики образца и тем самым достичь требуемого на жизненном цикле образца эффекта с более низкими бюджетными расходами. Причем их снижение может оказаться более значительным, чем дополнительные затраты на разработку.

Следующей характерной чертой предлагаемой концепции ценообразования должна стать возможность **стимулирования использования новых научных знаний, инженерных решений и технологий, полученных в ходе проведения работ по созданию ПВН, для создания продукции двойного и гражданского назначения.** Причем это касается не только финальной продукции, но и ее составных частей (подсистем, агрегатов, узлов и элементов).

В существующей системе ценообразования такие стимулы отсутствуют. Вся система «заточена» только на достижение военных целей, решение военных задач, что само по себе неплохо, но не способствует снижению затрат. Если уже при разработке продукции двойного и гражданского назначения разрешить предприятиям распоряжаться результатами интеллектуальной деятельности, полученными при создании ПВН, то возможна экономия бюджетных средств (за счет увеличения серийности подсистем (агрегатов, узлов и элементов) и повышение конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках (за счет высокого качества агрегатов, узлов и элементов). Особенно это относится к соисполнителям различных уровней, которые разрабатывают и изготавливают комплектующие к образцам ПВН.

Еще одно важной отличительной особенностью «ценностной концепции ценообразования» от существующей состоит в **стимулировании исполнителей к повышению ТТХ продукции и правильном (справедливом) распределении рисков.**

Предпочтение, которое отдано сегодня твердой фиксированной цене при размещении заказа на создание ПВН приводит к тому, что предприятие вынуждено учитывать в цене финансово-экономические и производственно-технологические риски, следствием чего является их стремление увеличить цены на свою продукцию.

Более того, при твердой фиксированной цене предприятие не заинтересовано в повы-

шении ТТХ продукции, так как их основная задача – четкое выполнение требований тактико-технического задания.

Зарубежный опыт показывает, что одним из способов ликвидации этих негативных явлений является применение различных моделей цен при заключении контрактов на создание продукции военного назначения.

По существу должен быть найден компромисс между интересами исполнителя, стремящегося учесть финансово-экономические риски, связанные с неблагоприятной конъюнктурой цен и кризисами, обеспечивая тем самым для себя экономическую привлекательность заказа, и интересами заказчика, стремящегося снизить расходы на выполнение заказа.

Экономическая привлекательность заказа, учитывающая интересы исполнителя и заказчика, может быть достигнута различными способами. Например, при использовании модели цены «твердая фиксированная» значительные финансово-экономические риски, вызванные указанными выше причинами, могут быть парированы ростом цены, а при использовании модели цены «возмещение издержек» – путем текущего увеличения расходов исходя из складывающейся финансово-экономической ситуации на предприятии и в стране. Конечно, в последнем случае заказчик должен иметь возможность расторгнуть государственный контракт, если затраты исполнителя превысят определенный предел, характеризующий военно-экономическую нецелесообразность дальнейшей реализации мероприятия, и осуществлять всесторонний контроль хода работ по контракту, иметь детальную и постоянную (например, ежеквартальную) плановую и фактическую отчетность по основным подсистемам образца (в том числе по отдельным элементам затрат).

Фиксированная цена с поощрением может быть с успехом применена, если исполнитель повысит значение характеристик, важных для заказчика (например, гарантийный

срок эксплуатации, время до проведения первого ремонта и т.д.).

Новая концепция ценообразования предусматривает **активную инновационную деятельность предприятий ОПК.**

Необходимым условием такой деятельности является наличие спроса на инновации, выражающегося в экономически привлекательных заказах на создание высокотехнологичной продукции военного назначения. Экономическая привлекательность заказов в рыночной экономике достигается, по нашему мнению, в том случае, если исполнитель получает вознаграждение, адекватное результатам его работы.

Выполнение указанного условия для обеспечения экономической привлекательности заказа не менее важно, так как без накопления предприятием свободных финансовых ресурсов, основным источником которых является прибыль, невозможно осуществлять модернизацию основных фондов предприятия и производить инновационную конкурентоспособную продукцию.

Здесь уместно охарактеризовать ситуацию, сложившуюся в настоящее время с вознаграждением предприятий за выполнение заданий государственного оборонного заказа (ГОЗ). Как отметил генеральный директор ОАО «НПК “Уралвагонзавод”» Р. Троценко в программе «Мнение» 22 февраля 2012 года, за десять прошедших лет только в 2007 году уровень рентабельности составлял 0,1%, а в остальные годы военные заказы были убыточными. В то же время к продукции указанного концерна предъявляются потребителями претензии к качеству продукции.

Можно привести и другие аналогичные примеры игнорирования действующей системой ценообразования важной роли обеспечения экономической привлекательности заказов в развитии предприятий ОПК и повышения качества выпускаемой ими продукции.

В условиях, когда размер прибыли предприятия зависит от величины издержек, заинтересовать исполнителя в их снижении можно



только в том случае, если исполнитель, по крайней мере, получит не меньшую прибыль при снижении издержек.

Как для предприятия, так и для государства снижение издержек выгодно, так как, во-первых, повышается конкурентоспособность отечественной продукции на внешнем рынке. Во-вторых, возможность перевода части сэкономленных издержек в прибыль дает предприятию свободу выбора направлений расходования финансовых ресурсов исходя из приоритетности решения текущих задач, что позитивно скажется и на качестве выполнения заказа.

В качестве таких приоритетов могут выступать:

- развитие научно-технической и производственно-технологической базы;
- материальное поощрение работников;
- улучшение социальных условий работников и др.

Включение в прибыль объема сэкономленных издержек будет заинтересовывать предприятие к внедрению ресурсосберегающих технологий и повышению производительности труда, что также будет способствовать сдерживанию роста цен на будущие заказы.

Сокращение издержек и накладных расходов должно поощряться путем возможности пересмотра структуры цены в ходе выполнения заказа.

Создание новой системы ценообразования потребует пересмотра всей нормативной базы, а главное – создания нового методического инструментария, обеспечивающего возможность получения зависимости стоимостных оценок ПВН от ее качества (эффекта) и возможных рисков создания. Необходимо разработать четкие методики (алгоритмы) применения различных моделей цен и порядков пересмотра структуры цены.

Одновременно необходимо избавиться и от накопившихся проблем, к числу которых относятся следующие.

Во-первых, ошибки в прогнозировании макроэкономических показателей социально-экономического развития страны, существенное расхождение планируемых и реальных темпов инфляции, приводящие, как правило, к снижению нормы рентабельности заданий ГОЗ, вплоть до отрицательных величин, и отказу предприятий ОПК от их выполнения вследствие экономической непривлекательности.

Кроме того, негативное влияние на ценообразование оказывает и существенное несовпадение фактических годовых индексов потребительских цен и индексов цен на промышленную продукцию с индексами цен на продукцию военного назначения, а также расхождение в росте цен на различные виды продукции военного назначения. В результате проиндексированные с использованием индексов потребительских цен и индексов цен на промышленную продукцию стоимостные показатели мероприятий не отражают объективно происходящих в военном секторе экономики процессов ценообразования. Указанная проблема усугубляется отсутствием механизма компенсации непредвиденных расходов на создание ПВН, вызванных причинами макроэкономического характера, например, мировым финансово-экономическим кризисом.

Уменьшить расхождение между планируемыми и фактическими ценами на продукцию военного назначения позволит формирование специальных индексов цен на нее и их дифференциация по ее видам. Для этого необходимо, исходя из специфики производства различных видов ПВН, определить перечень индексов цен, которые должны обосновываться при прогнозировании цен, и разработать порядок их применения не только на этапе планирования, но также при размещении и реализации заданий ГОЗ.

Во-вторых, рост себестоимости ПВН, основными причинами которого являются:

- непрогнозируемый рост цен на материалы, сырье и комплектующие, а также от-

существование налаженной системы контроля над их уровнем;

- увеличение стоимости продукции военного назначения вследствие дополнительных расходов организаций (предприятий) ОПК по оплате услуг банков и страховщиков.

Значительный рост цен на сырье, материалы и комплектующие вызван диктатом поставщиков их важнейших видов, цены на которые оказывают существенное влияние на цену конечной продукции.

Особенно это ощущается при приобретении полуфабрикатов и комплектующих у предприятий-монополистов (металлургические предприятия по производству полуфабрикатов из специальных сплавов и материалов), на которых государственный контроль за ростом цен фактически отсутствует. Кроме того, приобретение полуфабрикатов в малом, и даже единичном количестве, из-за малых объемов заказа образцов ПВН способствует дополнительному росту цен. Сказанное в полной мере относится и к стоимости материалов.

В настоящее время на предприятия кооперации (на соисполнителей) положения Федерального закона № 94-ФЗ не распространяются. Это приводит к тому, что головные предприятия вынуждены завышать цены для компенсации риска повышения цен соисполнителями, либо в ходе выполнения контракта запрашивать дополнительные ассигнования. Кроме этого, если на головном предприятии цена определяется путем индексации, а на предприятиях кооперации она определяется методом прямого счета, то в результате происходит снижение рентабельности головного исполнителя. Это может привести к тому, что выполнение заказа станет нерентабельным.

Что касается процентных ставок по кредитам, то, как показала практика, их реальные значения превышают размер ставок, определенных приказом Минпромэнерго России 2006 года № 200. Поэтому использование

кредитов, с одной стороны, приводит к повышению себестоимости продукции предприятия, а с другой – к уменьшению получаемой им прибыли.

Основными направлениями решения указанного комплекса проблем, связанного с ростом себестоимости, является, по нашему мнению, во-первых, концентрация финансовых ресурсов на выпуске требуемого количества образцов ПВН за максимально короткое время, а не растягивание выпуска на длительное время, что позволит на программном периоде реализовать большое количество мероприятий, и следовательно, будет способствовать повышению эффективности использования финансовых ресурсов. Во-вторых, включение ряда предприятий кооперации в реестр единственных поставщиков российской ПВН, а также поставщиков важнейших видов сырья, материалов и комплектующих для ОПК. В-третьих, выделение группы банков для кредитования заданий ГОЗ на льготных условиях под гарантии государства.

И наконец, практическая реализация изложенных положений невозможна без наличия профессионально подготовленных специалистов органов военного управления, научно-исследовательских организаций и военных представительств Минобороны России в области финансово-экономической работы. В ходе проводимых реформ значительно сокращены экономические отделы в научно-исследовательских институтах, в военных представительствах и заказывающих органах. В военных ВУЗах их подготовка практически не ведется, а диссертационных работ по рассматриваемой проблематике за последние 8-10 лет защищено крайне мало.

В связи с этим необходимо организовать специальные курсы в вузах по подготовке высококвалифицированных специалистов в области военной экономики и финансов, знающих специфику военной продукции и формирования на нее цен.

Реализация новой концепции ценообразования должна носить комплексный ха-

ракти, затрагивая не только различные аспекты формирования цены, но и интересы различных хозяйствующих субъектов. В связи с этим целесообразно определить орган исполнительной власти, ответственный за разработку нормативно-правовых актов и инструктивно-методического обеспечения в области ценообразования продукции военного назначения.

Переход к новой концепции ценообразования позволит значительно повысить качество разрабатываемых плановых документов, обоснованность контрактной цены и эффективность расходования бюджетных ассигнований, выделяемых на реализацию государственного оборонного заказа.

#### Список использованных источников

1. Подольский А.Г., Лавринов Г.А., Косенко А.А. Стоимостные показатели продукции военного назначения: теоретические и методические основы оценки / Под ред. доктора технических наук, профессора В.М. Буренка. – СПб.: ВАТТ им. генерала армии А.В. Хрулева, 2011.
2. Гришин Ю.Н., Гарнов И.Ю., Старовойтов Ю.Н. и др. Актуальные вопросы ценообразования в кораблестроении // Оборонный заказ. – 2006. – № 4.
3. Лавринов Г.А., Подольский А.Г. Нормативно-методическое обеспечение ценообразования на продукцию военного назначения. // Военная мысль. – 2004. – № 12.
4. Ваучский А.Н. Обеспечение комплексности ценовой политики на этапах формирования и реализации государственного оборонного заказа // Военная мысль. – 2003. – № 7.
5. Буренок В.М., Лавринов Г.А., Подольский А.Г. Техничко-экономические показатели планов развития продукции военного назначения. Принципы и методы обоснования. – М.: 2006.
6. Викулов С.Ф., Подольский А.Г., Косенко А.А. Методический подход к оценке контрактных цен на образцы вооружения и военной техники. // Информационно-аналитический журнал «Вооружение. Политика. Конверсия». – 2008. – № 3 (81).
7. Буренок В.М., Лавринов Г.А., Подольский А.Г. Оценка стоимости военной научно-технической продукции – пути решения проблемы. // Военная мысль. – 2001. – № 3.
8. Архипов Н.Ф., Баханович Д.Н., Лавринов Г.А. Государственное регулирование цен на продукцию оборонного назначения // Военная мысль. – 2007. – № 12.
9. Лавринов Г.А., Подольский А.Г., Баханович Д.Н. Направления совершенствования системы ценообразования на продукцию военного назначения // Электронный научный журнал «Вооружение и экономика». – 2010. – № 1 (9).
10. Рахманов А.А., Буренок В.М., Лавринов Г.А. Контроль ценообразования военной продукции – пути решения проблемы // Военно-экономический вестник. – 2002. – № 1.
11. От редакции. Один в поле не воин // Независимое военное обозрение. – 2012. – № 3 (697).
12. Лямин С.Ю. Теневая экономика в России: причины возникновения, ее оценка и меры противодействия // Экономика и управление. – 2009. – №7.
13. Виктор Литовкин. Узкое место гособоронзаказа // Независимое военное обозрение. – 2012. – №3 (697).
14. Большая экономическая энциклопедия. – М.: Эксмо, 2007.

Викулов С.Ф., доктор экономических наук, профессор

Бабкин Г.В.

Косенко А.А., кандидат технических наук, старший научный сотрудник

## Современные военно-экономические реалии – пора менять отечественную парадигму военного строительства<sup>1</sup>

*Статья посвящена актуальным проблемам военного строительства в Российской Федерации в условиях посткризисного развития мира. По результатам рассмотрения современных особенностей военно-политической ситуации в мире сформулированы предложения по смене парадигмы военного строительства в Российской Федерации.*

Военное строительство, как система взаимосвязанных экономических, социально-политических, собственно военных и других мероприятий по совершенствованию военной организации государства [1], имеет высокую инерционность, определяемую огромным масштабом вовлекаемых в него организационных систем и ресурсов. Такая инерционность предопределяет тот факт, что смена его парадигмы – основополагающей системы взглядов на военное строительство – происходит достаточно редко.

Однако именно сегодня, когда наметились кардинальные изменения сложившегося миропорядка, пришло время определенного пересмотра парадигмы военного строительства страны в целом и военной экономики в частности.

Актуальность этого вытекает из фактического изменения роли вооруженной борьбы в обществе, а также множества других факторов, совокупность которых можно свести к следующему.

1. Война по-прежнему остается «продолжением политики», однако в настоящее время она перестала быть основным средством в достижении политических целей.

Практика последних десятилетий показала, что основная политическая цель – свержение или смена власти в государстве-объекте

нападения – может быть осуществлена без масштабной межнациональной войны. События в Северной Африке (Египте, Сирии, Ливии и других государствах) подтверждают это.

Суть сценария современного способа достижения политических целей заключается в создании в нужном государстве ситуации «управляемого хаоса», для чего достаточно вызвать активное «движение» в обществе. С учетом особенностей психики человека (элемента общества), это сделать достаточно просто путем соответствующего управления предоставляемой ему информацией.

Глобализация экономики, развитие Интернета, всемирного теле- и радиовещания, других средств массовой информации сегодня создали условия для невоенного решения политических и экономических задач, ранее достигавшегося военными средствами. неизбежно существующие противоречия между обществом (зачастую состоящем из людей, слабо образованных и недовольных своим экономическим положением вследствие порожденного рыночными отношениями сильного различия в доходах) и властью (состоящей из людей, обладающих административной и экономической властью) путем манипулирования информацией политического, экономического, социального или религиозного

<sup>1</sup> Статья подготовлена при поддержке Гранта Президента РФ НШ-3850.2012.10.

характера можно обострить до критического уровня.

Спровоцированное этим выступление масс в государстве и соответствующая реакция властей может стать необходимым условием для начала различного рода миротворческих операций, инициируемых (тайно или открыто) государством-агрессором. Такие операции, осуществляемые под правовым «прикрытием» международных организаций, дают возможность государству-агрессору достичь поставленных целей с минимальными затратами собственных ресурсов, поскольку в этом случае операция будет финансироваться мировым сообществом.

Соответствующим образом спланированные действия подразделений транснациональных корпораций (ключевые позиции в которых занимают представители государства-агрессора), расположенных в государствах-объектах нападения, будут способствовать тому, что запланированный результат миротворческих операций окажется достигнутым.

Мировой финансово-экономический кризис показал, что такая стратегия манипулиро-

вания информацией широко стала применяться и для достижения экономических целей. К примеру, нервозность фондовых рынков в августе 2011 г. была спровоцирована «вбросом» на них непроверенной информации, что оказалось достаточным для того, чтобы «обвалить» эти рынки с получением значительных доходов определенными категориями финансистов.

Главное, что реализация такого сценария доступна многим государствам (а в отношении экономических целей – и отдельным персоналиям), а его эффективность определяется мастерством в организации и осуществлении соответствующего информационного обеспечения проводимой операции.

В условиях, когда политические и экономические цели можно достичь невоенными средствами, роль вооруженных сил снижается не только как средства нападения, но и как средства защиты. К примеру, наличие достаточно мощных вооруженных сил в Египте, Ливии не защитило эти государства от поражения, поскольку они оказались фактически бесполезными в навязанных им внутренних войнах.



Рисунок 1 – Сравнительная динамика затрат США на военные операции на Ближнем Востоке



Подтверждением отмеченного снижения роли вооруженных сил является тот факт, что под прикрытием последствий мирового финансово-экономического кризиса практически все крупные государства, за исключением, пожалуй, Индии и Китая, начали снижать свои военные расходы и сокращать численность вооруженных сил, а в Германии, в дополнение к этому, отменена всеобщая воинская обязанность. И это при том, что в период глобального кризиса обостряются многие межгосударственные противоречия, что, казалось бы, должно провоцировать не снижение, а наоборот, увеличение численности вооруженных сил. Для иллюстрации этого на рисунке 1 показана динамика затрат США на военные операции на Ближнем Востоке [2].

2. Изложенное показывает, что в рассмотренном выше сценарии более опасными с точки зрения обеспечения национальной безопасности становятся внутренние факторы, активизируемые извне в случае необходимо-

сти путем управления информацией. Именно поэтому во многих государствах воинские формирования, предназначенные для противодействия внутренним угрозам, не сокращаются столь высокими темпами, как вооруженные силы. К примеру, в Российской Федерации численность такого рода воинских формирований (МВД, ФСБ, ФСО и др.) стала соизмеримой с численностью Вооруженных Сил.

На рисунке 2 показана динамика изменения расходов по разделам федерального бюджета «Национальная оборона», по которому осуществляется финансирование ВС РФ, и «Национальная безопасность и правоохранительная деятельность», по которому финансируются воинские формирования, предназначенные, прежде всего, для обеспечения внутренней безопасности. Как видно из рисунка, несмотря на существенную разницу в затратах на вооружение и военную технику тренды финансирования этих сегментов военной организации оказываются сходными.

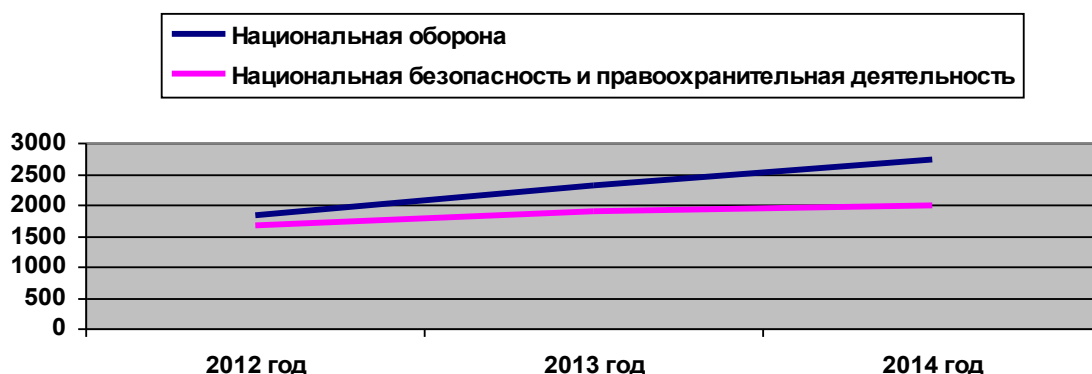


Рисунок 2 – Плановая динамика затрат федерального бюджета по разделам «Национальная оборона», «Национальная безопасность и правоохранительная деятельность» (млрд. руб.)

3. Под воздействием научно-технического прогресса существенно изменяются все аспекты военного дела – облик системы вооружения, формы и способы ведения вооруженной борьбы, а также организационная структура войск (см. рисунок 3).

К примеру, последние годы ознаменовали значительное изменение теории и практики ведения военных и боевых действий – все операции войск перестали проводиться толь-

ко на сухопутной территории и Сухопутными войсками, где им отводилась основная роль в достижении победы. Сегодня сфера вооруженной борьбы охватывает не только сушу и море, но и воздушное пространство и даже космос.

Опыт применения войск в «горячих» точках планеты показал, что при этом проводятся только объединенные совместные операции, требующие усилий всех видов и родов войск

для достижения поставленной цели под единым командованием.

Соответственно этому претерпело изменение и организационное оформление вооруженных сил развитых государств. К примеру, в НАТО осуществлен переход от громоздких, маломобильных объединений и соединений, предназначенных для ведения блоковых широкомасштабных войн, к мобильным группировкам, способным решать локальные задачи разнопланового характера.

Во многом пример других стран стал основой современного этапа реформирования Вооруженных Сил Российской Федерации, цель которого – создать мобильные, хорошо оснащенные, современные Вооруженные Силы численностью в 1 млн. человек. Такие, которые были бы укомплектованы на 100% по штатам военного времени и которые сразу после получения боевой задачи могут начать действовать [3].

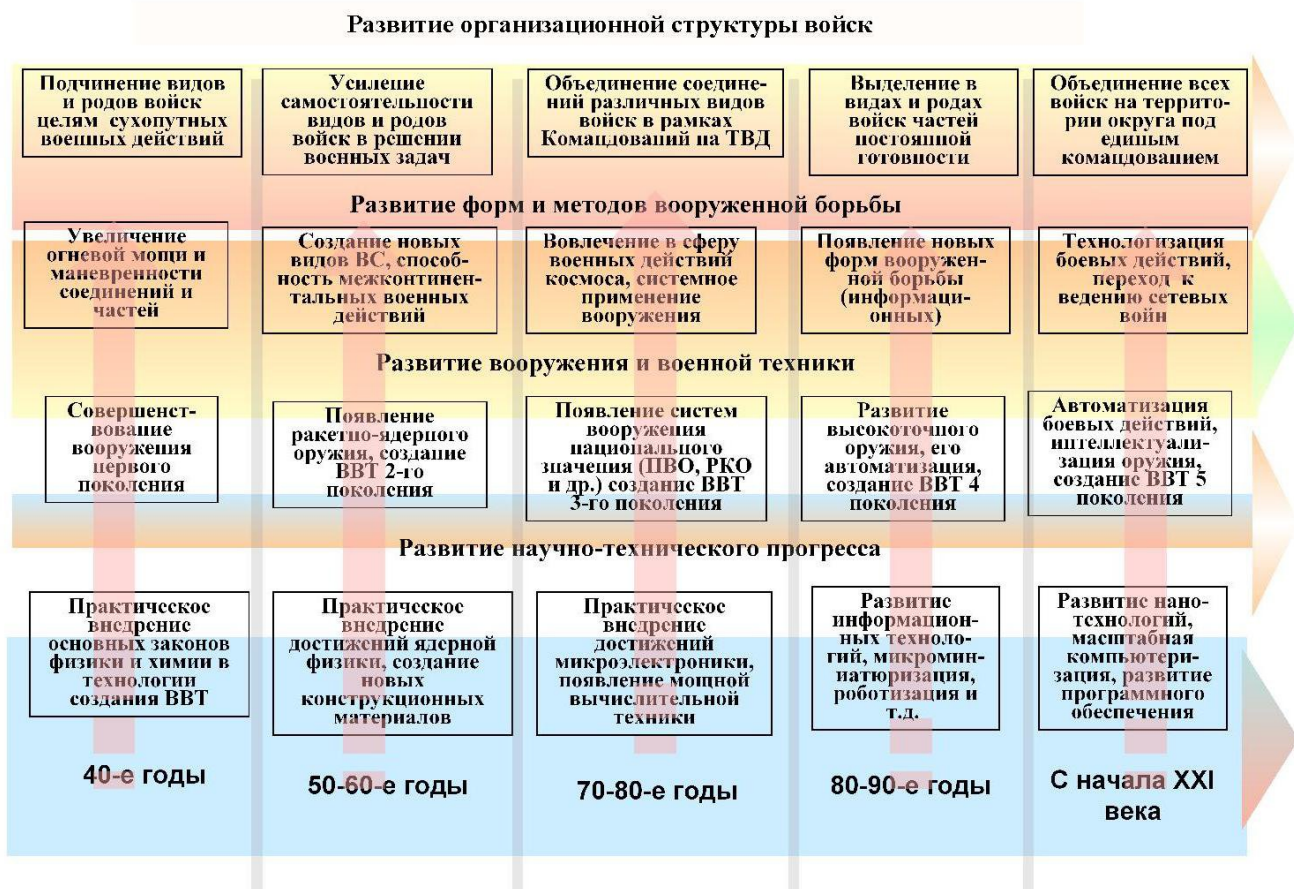


Рисунок 3 – Эволюция развития отечественных Вооруженных Сил

4. Усложнение вооружения и военной техники приводит к резкому росту затрат на их производство. В результате, стоимость образцов ВВТ становится такой, что потеря хотя бы одного из них тяжело сказывается на бюджете государства.

Столь дорогое вооружение не только применять по назначению, но и просто эксплуатировать становится накладно. Достаточно вспомнить операцию коалиционных сил в

Югославии, в которой новейшие и крайне дорогие американские бомбардировщики Б-2 перестали применять после того, как был сбит один из них.

При современной тенденции к локализации боевых действий невозможно обеспечить эффективную защиту дорогостоящих образцов ВВТ в местах их временной стоянки, в результате чего для их уничтожения достаточно относительно недорогого средства пораже-

ния (примеров тому множество в Ираке и Афганистане).

Более того, коммерциализация достижений в физике, химии, биологии и т.д. создала условия для производства в простых условиях средств поражения различного характера, что делает их доступными для применения как в масштабных боевых действиях, так и в эскалации внутренних беспорядков.

5. Процесс усложнения ВВТ обусловлен множеством причин объективного характера (в том числе повышение ценности жизни военнослужащих и гражданских лиц, обусловившее автоматизацию вооружения и переход к нелетальному оружию), однако во многом он имеет и экономическую основу.

Как показано в [4], реализация многих дорогостоящих программ приобретения ВВТ в США больше направлена на поддержку национальной промышленности, особенно ее высокотехнологического сектора, чем на обеспечение достижения военных целей. Это относится и к ряду других, передовых в военном отношении стран.

Более того, в развитии средств вооруженной борьбы стала превалировать экономическая целесообразность над военной, что уже давно стало проследиваться в деятельности министерства обороны США. К примеру, во все основные категории, характеризующие обеспечение национальной безопасности и военное строительство в США, вкладывается экономическая сущность, играющая важнейшую роль. Например [4]:

в концепции национальной безопасности США отмечено, что интересы США в области экономики и безопасности неразрывно связаны между собой, и их обеспечение требует лидерства в международных делах, в мировых, финансовых и торговых институтах, которое, в свою очередь, определяется экономической мощью, способностью быть вне конкуренции в военной области;

одной из важнейших функций министерства обороны США является укрепление американской экономики, что, в частности, прояв-

ляется с середины 80-х годов, когда одним из разделов бюджетных заявок, формируемых при подготовке военного бюджета на очередной год, стало включение специального раздела об обоснованности запросов с точки зрения платежного баланса и конкурентных преимуществ США;

основным критерием отнесения приобретения и главным системам приобретения к главным программам является их стоимость, а не военно-стратегическое значение;

внедрение коммерческих механизмов в деятельность министерства обороны США и др.

Это свидетельствует о примате в американской армии экономических факторов над военными при принятии соответствующих решений о направлениях военного строительства. Экономическая сущность функционирования министерства обороны США заставляет всех субъектов, связанных с обеспечением жизнедеятельности вооруженных сил, стремиться к извлечению экономической выгоды при осуществлении своей деятельности.

В России такая тенденция тоже наметилась и превалирование экономической целесообразности над военной наиболее ярко проявилось в условиях мирового финансово-экономического кризиса, когда финансирование отдельных социально значимых оборонных предприятий осуществлялось, прежде всего, с целью снижения социальной напряженности в регионе, зачастую даже до заключения государственного оборонного контракта.

Закупки образцов ВВТ, предназначенных для оснащения ВС РФ, за рубежом подтверждают эту тенденцию. Необходимость таких закупок объясняется обществу экономической целесообразностью, хотя весь предшествующий опыт военных действий показал военную пагубность опоры на иностранные вооружения, поставки которых (или средств, необходимых для их применения) могут быть быстро прекращены, сделав российскую армию практически безоружной. То, что доля

импортируемых образцов вооружения неуклонно возрастает, свидетельствует об усилении экономических мотиваций над военными.

6. Внедрение организационно-экономических механизмов, свойственных рыночной экономике, в практику функционирования ВС РФ (аутсорсинг, лизинг и др.) привело к тому, что фактически вся военная деятельность стала представлять совокупность бизнес-процессов, осуществляемых как физическими, так и юридическими лицами на различных иерархических уровнях Вооруженных Сил.

К примеру, в сфере технического оснащения ВС РФ основные бизнес-процессы связаны с размещением заказов на поставки ВВТ с использованием контрактно-конкурсного механизма, который, кстати, либерализован в угоду экономической целесообразности, а не военной. Об этом свидетельствует то, что количество требований к поставщикам, отражающих их способность поставлять продукцию надлежащего качества (функциональные характеристики или качественные характеристики товара, а также качество работ, услуг и квалификация участника конкурса при размещении заказа на выполнение работ, оказание услуг) законодательно не должно превышать всего 20% (в отношении заказов на НИОКР 45%). Все остальные требования отражают экономические аспекты контракта.

Сформировались бизнес-процессы и в отдельных сегментах военной организации, получивших право заниматься коммерческой деятельностью, например, в военно-медицинских учреждениях, военно-учебных заведениях и др., что породило дуализм их функционирования – с одной стороны, как элементы военной организации, они призваны решать задачи, связанные с обеспечением военной безопасности, а с другой, как субъекты бизнес-процессов – они стремятся к достижению коммерческих интересов. При таком дуализме обеспечить рациональный баланс военных и экономических интересов в деятельности таких сегментов крайне сложно.

Своеобразные бизнес-процессы возникли и в деятельности личного состава, чему способствует созданная система экономического стимулирования (за достижение определенных целевых показателей деятельности).

Негативные следствия многих из таких бизнес-процессов уже стали проявляться на состоянии Вооруженных Сил Российской Федерации.

К примеру, в настоящее время никто из основных субъектов технического оснащения ВС РФ (ни система заказов ВВТ, ни, тем более, оборонные предприятия) не заинтересованы в том, чтобы создавались дешевые, но эффективные образцы системы вооружения.

Особенно плохо то, что при распространении организационно-экономических механизмов, применяемых хозяйствующими субъектами, на военную сферу в нее проникли и теневые бизнес-процессы. Такие бизнес-процессы проявляются в усилении коррупции. Только за последние полтора года выявлено более 30 тыс. нарушений, связанных с использованием федеральной собственности и реализацией высвобождаемого военного имущества. За период 2010-2011 гг. государству был причинен ущерб на сумму свыше 1 млрд. руб. При этом доля коррупционных преступлений составляет 16,5%. Причиненный в 2011 г. выявленный ущерб от коррупции превысил 600 млн. руб. Из них 25% – должностные подлоги и мошенничество, 25% – присвоение, растраты, взяточничество. За 6 месяцев 2011 года количество насильственных преступлений возросло на 3%, (с 2102 до 2163), из них 1581 преступление совершено военнослужащими по призыву, количество пострадавших превысило 2 тыс. чел. [5].

Особенно масштабно проявление коррупционной составляющей отмечается в сфере государственных закупок, осуществляемых, в том числе, в интересах обороны. Так, по мнению председателя Счетной палаты РФ С. Степашина ежегодные потери России в этой сфере давно вышли за все разумные пределы.



Госзакупки стали тем способом коррупции, который позволяет безнаказанно уводить средства из бюджетов разных уровней. Государство теряет около триллиона рублей из-за действий «жуликов и проходимцев» [6].

7. В результате доминирования экономических целей изменилась мотивация личного состава к выполнению обязанностей

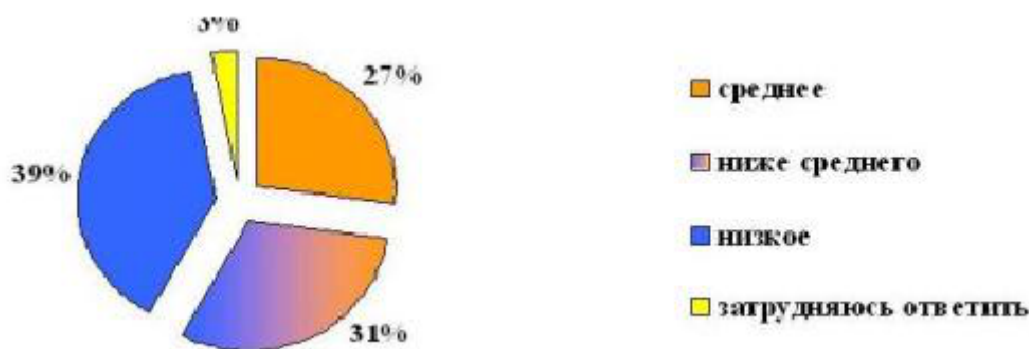


Рисунок 4 – Распределение ответов экспертов на вопрос «как вы оцениваете существующее социально-экономическое положение военнослужащих и членов их семей?»

Отметим, что начавшееся с 2012 года существенное повышение окладов военнослужащих не сможет резко изменить положение дел, поскольку на восстановление нарушившегося процесса воспроизводства кадров и его стабилизацию необходим длительный период.

Также изменилась мотивация к службе и у военнослужащих по призыву (см. рисунок 5 [8]), что вкупе со снижением продолжительности службы приводит к снижению их боевого мастерства.

8. До 90-х годов XX века отечественный оборонно-промышленный комплекс был определен как высокотехнологичный сектор производственной сферы страны. При этом в процессе решения постоянно усложнявшихся задач в ОПК неуклонно наращивались научно-технический и производственно-технологический потенциалы. Уровень развития военной продукции существенно опережал уровень развития гражданской, что генерировало переток технологий из оборонного сектора в гражданский для производства и последующей продажи товарной продукции,

воинской службы. У офицерского состава она во многом обусловлена низким экономическим статусом (см. рисунок 4 [7]), который во многом и способствовал вовлечению отдельных офицеров в теневые бизнес-процессы. В конечном итоге снизилось качество офицерского корпуса, в том числе его квалификация.

обеспечивавший народно-хозяйственный баланс. Реализации такого подхода сопутствовали большие объемы оборонных заказов, обусловленные необходимостью решения широкого круга военно-стратегических задач, а также значительный экспорт вооружения и военной техники.

При этом большие ресурсные затраты в оборонные предприятия сторицей окупались научно-техническими достижениями, многие из которых находили широкое применение в создании гражданской продукции. Именно поэтому вся наукоемкая гражданская продукция тогда выпускалась на оборонных предприятиях. И многие ее образцы были в то время весьма конкурентоспособными на мировом рынке. В результате, по оценкам специалистов, военные расходы в 70-х годах в существенной мере обеспечивали рост национального богатства (более 50% расходов на национальную оборону возвращалось в виде национального богатства, а если оценивать эффективность капиталовложений только в оборонную промышленность, то каждый вложенный рубль тогда приносил почти два



рубля в объем национального богатства). Накопленный в то время научно-технический задел во многом и сегодня является основой

развития российского оборонно-промышленного комплекса.

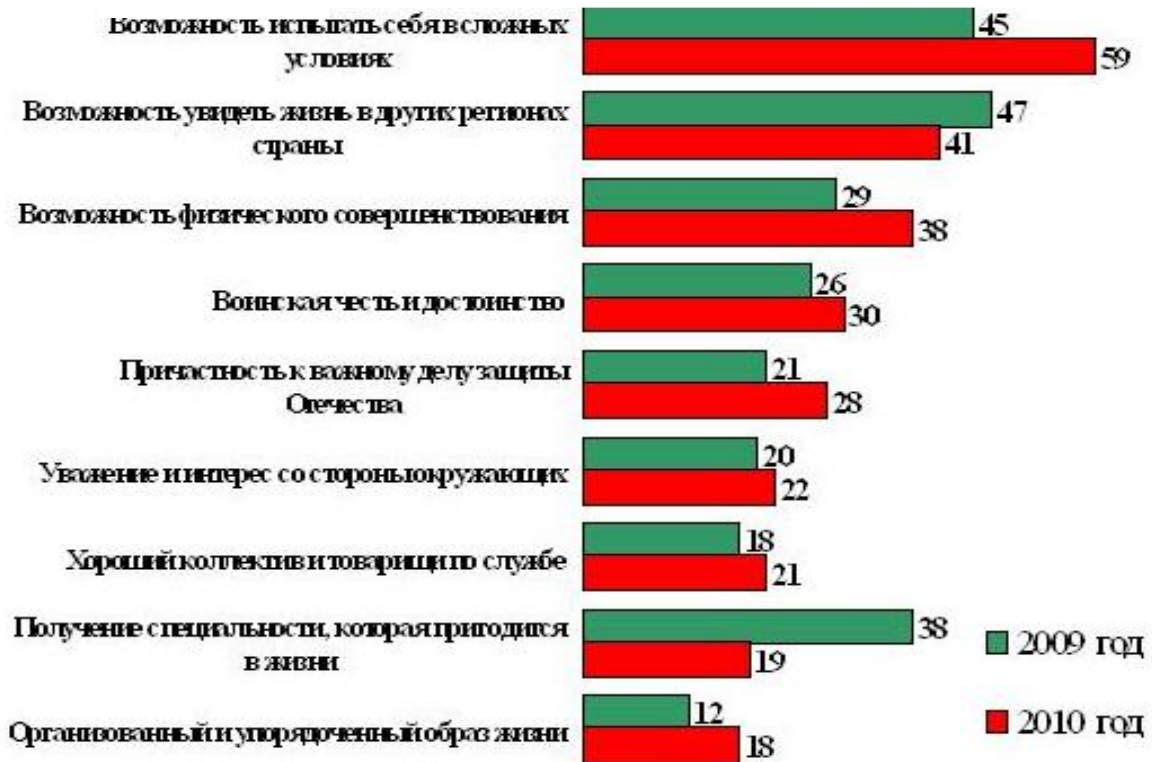


Рисунок 5 – Ценности военной службы (по оценкам военнослужащих, проходящих службу по призыву)

Становление рыночных отношений де-факто отменило эту парадигму о роли и месте ОПК в экономике страны, но не определило новую, в результате чего он до сих пор рассматривается в различных ипостасях: как высокотехнологичный сектор, как научно-техническая и производственно-технологическая база обеспечения национальной безопасности, как основа военно-технического сотрудничества и как обычные коммерческие предприятия.

Это порождает разноплановость его функционирования, не позволяющую четко установить функцию целеполагания для ОПК в целом – то ли создание ВВТ для обеспечения национальной безопасности, то ли получение коммерческой выгоды. А без установления четких целей невозможно обеспечить эффек-

тивность направляемых в него финансовых средств. А эта сумма значительна по объему (см. рисунок 6).

Кроме изложенного, необходимо учитывать, что темпы экономических изменений в Российской Федерации в последние годы стали настолько значительны, что экономическая наука стала отставать от потребностей практики. При этом, в силу высокой динамики экономических отношений сама практика быстро меняется:

- чаще стала появляться продукция с качественно новыми потребительскими свойствами, в результате чего меняются структуры рынков и характер конкуренции на них;

- развиваются новые технологии создания продукции, резко повышающие производительность труда;
- процесс слияния – поглощения, свойственный рыночной экономике, значительно интенсифицировался, что делает экономическую среду крайне подвижной и нестабильной;
- появляются новые и модифицируются существующие организационно-экономические механизмы создания и продвижения продукции на рынки сбыта;
- внедряются новые формы управления предприятиями и бизнесом и др.

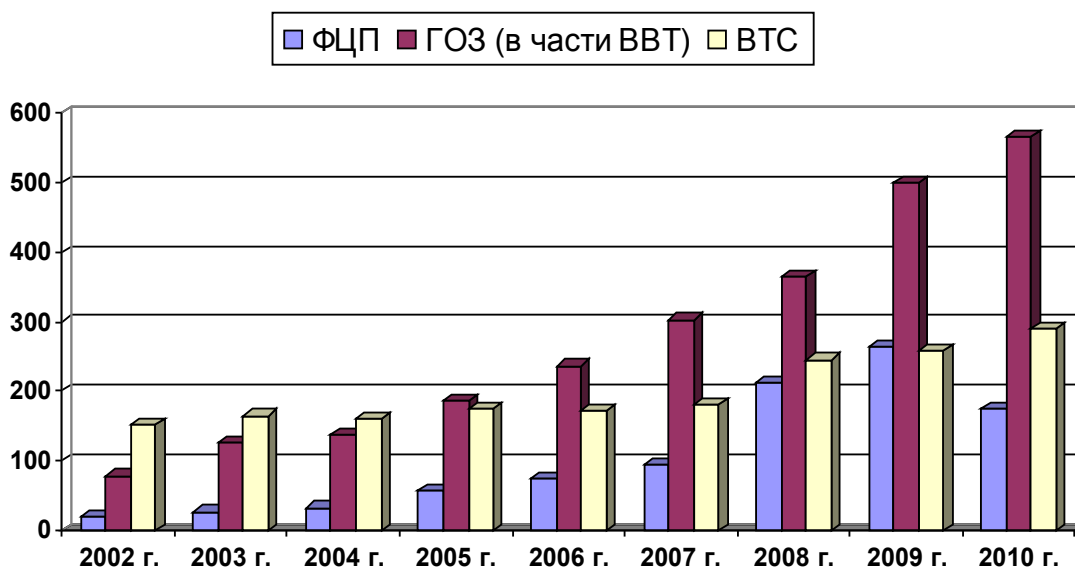


Рисунок 6 – Динамика объемов финансовых ресурсов, циркулирующих в российском ОПК (млрд.руб.)

Отставание науки от практики особенно опасно в области военной экономики, развитие которой должно обеспечивать возможность стратегического управления военным строительством. Именно вследствие запаздывания развития военной науки в целом и военной экономики в частности, не создан эффективный методический инструментарий подготовки научно-обоснованных управленческих решений. В результате, многие органы государственного и военного управления фактически перешли на ситуационное управление, без оценки отдаленных последствий принимаемых управленческих решений, что уже начало приносить существенные потери – отечественная научно-техническая и производственно-технологическая база создания современных образцов ВВТ настолько деградировала, что Министерство обороны вынуждено закупать за рубежом не отдельные приборы и агрегаты, а комплексы вооружения, вплоть до военных кораблей.

Основная причина отставания связана с косностью парадигмы военного строительства. Ведь сегодня изменилось в этой области практически все, в том числе:

- военно-политические и экономические условия реализации военно-технической политики;
- научно-техническая и производственно-технологическая среда создания вооружения и военной техники;
- характер ресурсного обеспечения развития военной организации;
- организационное построение Вооруженных Сил;
- формы и методы вооруженной борьбы;

- система подготовки и обучения военных кадров и т.д.

Однако адекватно этому не изменились ни механизмы, ни экономика военного строительства, прежде всего, в области программно-целевого планирования, которое должно комплексно охватывать все аспекты развития военной организации и этим обеспечивать эффективное использование финансовых ресурсов на достижение целей ее функционирования.

В результате усиливается острота последствий утраты системности развития компонентов военной организации и ее подсистем, а это верный путь к снижению эффективности военных расходов и, что самое плохое – к снижению военной безопасности Российской Федерации.

Количество изменений военно-экономического характера уже достигло того уровня, после которого должны начинаться качественные изменения взглядов на способы дальнейшего военного строительства. Речь идет о необходимости смены парадигмы развития военной организации с тем, чтобы она в полной мере соответствовала произошедшим изменениям. Без этого невозможно обеспечить адекватный ответ современным и будущим вызовам военной безопасности страны.

В новой парадигме необходимо военную науку вернуть в авангард практики и сделать ее результаты востребованными органами государственного и военного управления.

При этом важно, чтобы новая парадигма была способна сыграть системообразующую роль для всего военного строительства. Это можно обеспечить только в том случае, если она найдет однозначное воплощение во всех документах, его регулирующих.

Однако для начала необходимо ее сформировать, что требует не столько нормотворческой, сколько научно-методологической и публицистической деятельности.

Именно в этом русле и лежит задача военной экономики, которая также должна су-

щественно изменить свою парадигму в сторону усиления ее многомерности, позволяющей учитывать отдаленные последствия по многим аспектам. Многоаспектный анализ военного строительства, основанный на глубоком исследовании причинно-следственных связей, а также оцифровка всех эффектов, сопутствующих ему, дадут возможность не только сформировать новую парадигму, но и обеспечить ее доминирование в общественном сознании. Возможность сопоставлять затраты на развитие всех компонентов военной организации страны с изменением их состояния (в том числе в части выполнения возложенных на них функций) и широкое информирование об этом общественности (налогоплательщиков) также даст ей возможность сыграть системообразующую роль в развитии общества.

Важно и то, что в этом случае на практике будет обеспечена реализация принципов бюджетирования, ориентированного на результат, причем результат не усеченный, а многомерный, характеризующий все основные аспекты военного строительства и военной экономики в численной форме.

Этому уже созрели предпосылки. Темпы появления публикаций в научных изданиях, а также количество диссертаций, защищаемых по специальностям военно-экономического направления, неуклонно растут и в определенной мере уже дают представление об основных положениях новой парадигмы военного строительства, кратко формулируемые следующей логикой:

- научно-технический прогресс предопределил необходимость перехода к инновационной армии, более экономной и, в то же время, более эффективной;
- основным центром внимания должен стать отечественный оборонно-промышленный комплекс, инновационность которого и обеспечит переход к инновационной армии;
- для обеспечения инновационности оборонно-промышленного комплекса необходимы затраты на его развитие, в том

- числе через затраты на развитие системы вооружения ВС РФ, рассматриваемые как целевые инвестиции, эффект от которых должен оцениваться через изменение состояния военной, экономической и технологической сфер Российской Федерации;
- необходимо создать условия к тому, чтобы российский оборонно-промышленный комплекс стал привлекательным объектом инвестирования для всех категорий инвесторов, что усилит его инновационность;
- основным инструментом, обеспечивающим целенаправленное военное строительство, должно стать бюджетирование, ориентированное на результат, для реализации которого должна быть сформирована иерархическая система целей: от макроэкономического до микроэкономического уровня, формализованная через показатели количественного типа, обеспечивающие оценку трендов развития всех субъектов военного строительства.

#### Список использованных источников

1. Война и мир в терминах и определениях. / Под редакцией Д.О.Рогозина. – М.: Издательский дом «ПоРог», 2004.
2. Иванов В. Американские войны дорожают семимильными шагами. Независимое военное обозрение. 2010. – 25 июня.
3. Макаров Н.Е. Армия XXI века: каким будет новый облик вооруженных сил России? / Военно-промышленный курьер – 2009. – № 23 (289). 17-23 июня.
4. Тищенко Г.Г. Повышение экономической эффективности военного строительства в США. / Монография / Под общей редакцией Кожокина Е.М. – М.: Российский институт стратегических исследований, 2004.
5. Владыкин О. Криминальные гримасы нового облика. Независимое военное обозрение. – 2011. – 29 июля – 8 августа.
6. Государство теряет триллионы на госзакупках / Правила игры. – 2010. 2 декабря.
7. Общественная оценка материальной обеспеченности офицеров Вооруженных Сил Российской Федерации. Официальный сайт МО РФ, июнь 2011 г.
8. Мнение военнослужащих, проходящих военную службу по призыву, о ценностях военной службы. Официальный сайт МО РФ, июнь 2011 г.

Поспелов В.Я.

## Облик перспективной системы поддержки принятия решений по развитию системы вооружения военной организации РФ на межведомственном уровне

*В статье сформулированы задачи военно-промышленной комиссии при Правительстве РФ по экспертизе программ и планов развития ВВТ, которая является задачей высшего звена управления планированием развития ВВТ. Раскрывается содержание и объем работ, которые необходимо выполнить при экспертизе ГПВ и связанных с ней федеральных целевых программ и планов, представленных в ВПК ответственными за разработку министерствами и ведомствами. В статье предложен целесообразный алгоритм экспертизы ГПВ и связанных с ней программ и планов, состав и структура методик, которые требуются для реализации данного алгоритма. Автор предлагает создать автоматизированную систему поддержки принимаемых решений для ВПК на основе разработанного алгоритма, содержащего комплексную методику оценки согласованности и реализуемости программ и планов развития ВВТ.*

Органом государственного управления, на который возложено формирование в своем окончательном виде предложений по основным концептуальным и программно-плановым документам о развитии системы вооружения министерств и ведомств из состава военной организации государства, является военно-промышленная комиссия при Правительстве Российской Федерации (далее по тексту – ВПК).

Важнейшими задачами ВПК являются<sup>1</sup>:

- а) организация и координация деятельности федеральных органов исполнительной власти по вопросам:
  - реализации Основ военно-технической политики Российской Федерации на период до 2015 года и дальнейшую перспективу и Основ политики Российской Федерации в области развития оборонно-промышленного комплекса на период до 2010 года и дальнейшую перспективу;
  - разработки концепций, программ и планов в области военно-технического обеспечения обороны страны, правоохранительной деятельности и безопасности государства, реализации этих концепций,

программ и планов и контроля за их исполнением;

- разработки, производства и утилизации вооружения, военной и специальной техники;
- мобилизационной подготовки государства;
- развития оборонно-промышленного комплекса, науки и технологий в интересах обеспечения обороны страны, правоохранительной деятельности и безопасности государства;
- осуществления экспортно-импортных поставок продукции военного и двойного назначения;

б) осуществление функций по мобилизационной подготовке экономики Российской Федерации и формированию государственного оборонного заказа.

Из заданного перечня задач видно, что ВПК является непосредственным участником процесса разработки мероприятий по развитию ВВТ Вооруженных Сил РФ, других войск и воинских формирований, рассмотрению вариантов мероприятий соответствующих программ и выбору из них рационального, выполняя роль организатора, определяющего основные направления деятельности министерств и ведомств, предприятий оборонно-промышленного комплекса и коорди-

1 Положение о военно-промышленной комиссии при Правительстве Российской Федерации. Утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 7 мая 2006 г. № 278.



нирующего их работу. Поэтому при разработке и оценивании проекта ГПВ и связанных с ней программ члены ВПК принимали активное участие в уточнении основных направлений развития вооружения, военной и специальной техники на период до 2025 года, экспертизе Перечня основных образцов ВВТ, а также мероприятий, выполнявшихся одновременно с формированием проекта Государственной программой вооружения на 2011 – 2020 годы в целях обеспечения комплексной увязки и сбалансированности приоритетов военно-технической политики Российской Федерации.

Формирование ГПВ и ГОЗ происходит в меняющихся социально-экономических условиях, которые обусловлены как внешними, так и внутренними факторами. Продолжающийся мировой финансово-экономический кризис, реформирование системы государственного и военного управления, затянувшийся переход предприятий ОПК к условиям функционирования в рыночных условиях, снижение производственно-технологического потенциала страны способствовали возникновению целого ряда негативных факторов, оказавших свое деструктивное воздействие на процесс реализации военно-технической политики государства. Сейчас уже можно обозначить основные из этих факторов, которые ярко проявились при разработке и на начальном этапе реализации государственной программы вооружения на 2011 – 2020 годы. К ним относятся:

1. Отсутствие единых подходов к ценообразованию на ВВТ у государственных заказчиков и исполнителей заданий государственного оборонного заказа, особенно при разработке и поставке головных образцов вооружения и военной техники с длительным технологическим циклом изготовления и с многоуровневой кооперацией (в основном морские и авиационные ВВТ). При этом надо учесть, что соисполнители первого и второго уровней, как правило, являются единственными поставщиками в силу исторически сложив-

шихся кооперационных связей, а возможности влияния на партнеров со стороны головных исполнителей государственного оборонного заказа на них ограничены. В результате процесс согласования цены между заказчиками и исполнителями ГОЗ недопустимо затянулся, что привело в 2011 году к необходимости прямого вмешательства руководства страны в процесс контрактации приоритетных образцов морских ВВТ. (Контракты по строительству головных и серийных ПЛ были подписаны только в ноябре 2011 года).

2. Существенное изменение номенклатуры вооружения и военной техники государственными заказчиками в процессе формирования государственного оборонного заказа на 2011 год и на плановый период 2012 и 2013 годов после утверждения ГПВ-2020.

3. Необоснованный срыв сроков размещения заданий государственного оборонного заказа в первый год после принятия ГПВ-2020 (в том числе по переходящим работам).

4. Отсутствие четких механизмов:

- стимулирования создания высокотехнологичной и конкурентоспособной продукции военного назначения, в том числе применения цен, обеспечивающих заинтересованность организаций-изготовителей в создании и освоении новых образцов военной техники, не имеющих отечественных аналогов;
- возмещения затрат на подготовку и освоение новой военной техники;
- применения противозатратных методов формирования цен с учетом изменения заявленных тактико-технических характеристик;
- стимулирования снижения затрат и повышения качества продукции;
- учета экономических рисков и их распределения между заказчиками и исполнителями государственного оборонного заказа при заключении долгосрочных контрактов;

- привлечения кредитов под государственные гарантии на выполнение заданий государственного оборонного заказа.

Среди множества объективных и субъективных обстоятельств, приведших к возникновению новых и обострению существовавших проблем, следует выделить сложность обеспечения качества разрабатываемых планов и программ развития ВВТ и ОПК на завершающем этапе формирования ГПВ и связанных с ней программ. ВПК при Правительстве РФ несет ответственность за обоснованность и реализуемость программных мероприятий по развитию ВВТ и на этом этапе осуществляет экспертизу ГПВ и федеральных целевых программ и планов:

- ФЦП "Развитие оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации на 2011-2020 годы" (далее ФЦП "Развитие ОПК");
- ФЦП "Промышленная утилизация вооружения и военной техники на 2011-2015 годы и на период до 2020 года";
- ФЦП "По поддержанию, развитию и использованию системы ГЛОНАС на 2012-2020 годы";
- ФЦП "Национальная технологическая база" на 2007-2011 годы;
- Комплексная программа Военно-технического сотрудничества;
- Федеральная программа государственного резервирования и других.

Основное содержание задачи экспертизы составляет формирование адекватных оценок реализуемости планов и программ развития ВВТ и ОПК и выработке соответствующих рекомендаций по их обеспечению. Выработка таких оценок и рекомендаций является неотъемлемой частью процесса управления развитием системы вооружения военной организации государства и ОПК на межведомственном, макроуровне системы стратегического планирования и обеспечивает снижение влияния негативных факторов, которые сопровождают процесс создания системы во-

оружения ВС РФ, других войск и воинских формирований требуемого облика.

Стиль работы ВПК предполагает участие ее членов в работе при формировании программ и планов развития ВВТ и ОПК на всех этапах их разработки.

Сама возможность формирования обоснованных и реализуемых программ и планов развития ВВТ и ОПК, по опыту работы ВПК по разработке ГПВ-2020 и смежных с ней программ обусловлена достоверностью и полнотой исходных данных. При формировании и уточнении единой системы исходных данных для программно-целевого планирования [1] реализации военно-технической политики Российской Федерации основное внимание следует обратить на:

- доведение коэффициентов-дефляторов по каждому году программного периода;
- разработку предложений по обоснованию расходов на текущее содержание и оснащение Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск и воинских формирований;
- уточнение (разработка) прогноза расходов бюджетов бюджетной системы Российской Федерации до 2020 года в части национальной обороны;
- уточнение военно-стратегических и оперативных исходных данных;
- уточнение комплексного прогноза развития военно-технического сотрудничества с иностранными государствами;
- уточнение перечня базовых и критических военных технологий на очередной период;
- анализ ведущих мировых тенденций развития вооружения, военной и специальной техники на среднесрочный период;
- уточнение военно-технических и технико-экономических исходных данных.

Обратимся к содержанию экспертизы программ и планов развития ВВТ более подробно.

В ходе выполнения экспертизы силами ВПК должны быть оценены:

- степень соответствия представленных к рассмотрению документов по развитию ВВТ целям и задачам политики государства в области обеспечения обороны и безопасности и его возможностям по ресурсному и технологическому обеспечению программных мероприятий;
- степень согласованности программ и планов, при которой реализуемость предлагаемых мероприятий достаточно высока;
- возможные риски выполнения планов и программ.

На основании анализа полученных оценок ВПК принимает решение по корректировке или представлению этих документов для рассмотрения военно-политическим руководством государства, что оформляется соответствующим протоколом. Это, судя по опыту работы по согласованию ГПВ и связанных с ней программ, зачастую связано с корректировкой Перечня приоритетных образцов ВВТ, внесением изменений в перечень и содержание других мероприятий.

Как уже упомянуто выше, необоснованное изменение программных мероприятий чревато серьезными материальными и организационными потерями, которые, в конечном счете, негативно сказываются на решении задач обороны и безопасности государства. Опыт разработки ГПВ 2020 и ГОЗ 2011 года показал, что существует реальная опасность внесения поправок, снижающих качество программных документов, разработанных с использованием в НИО МО научно обоснованных методик. Если не принимать во внимание субъективные причины необоснованной коррекции ГОЗ на 2011 год, то нужно признать, что существуют и объективные предпосылки совершения подобных ошибок. Они, безусловно, связаны с большим объемом и сложностью задач экспертизы программных и плановых документов, для решения которых необходимы кадровые и временные ресурсы, в ряде случаев превышающие возможности членов ВПК, НТС ВПК и немногочисленного аппарата комиссии. Так, например, только для

оценки согласованности программ и планов требуется сопоставить значения свыше 60 показателей ГПВ и связанных с ней федеральных программ и планов. Заметим здесь, что методики сопоставления этих показателей и получения оценки согласованности программ и планов, приспособленных хотя бы для «ручного счета», в настоящее время нет.

Отдельной весьма непростой задачей является оценка возможных рисков, определяемых как априорно, до реализации программных мероприятий, так и апостериорно, в ходе реализации ГОЗ. Она требует сбора, анализа и синтеза данных о состоянии и возможностях предприятий ОПК по гарантированному выполнению плановых заданий. Актуальность решения задач оценивания согласованности и реализуемости программных мероприятий очевидна, однако отсутствие научно-методического аппарата, позволяющего получать обоснованные оценки, создает ситуацию, когда экспертиза таких документов, как ГПВ и связанных с ней программ зачастую исполняется фрагментарно, с немалой долей субъективизма, без выработки целостного представления о качестве и реалистичности предлагаемых мероприятий. Это, разумеется, снижает качество работы ВПК, не позволяет в полной мере использовать обширные знания и большой практический опыт членов комиссии, привлекаемых к ее работе экспертов.

Выходом из данной ситуации, как показывает мировая практика [2], может стать создание автоматизированной системы поддержки принятия решений (АСППР).

Целесообразность разработки АСППР для органов государственного и военного управления в современных условиях и в перспективе не нуждается в доказательствах. Отсутствие АСППР до настоящего времени вызвано многими причинами. Одной из основных трудностей в создании автоматизированных систем, обеспечивающих поддержку при выработке управленческих решений, является разработка моделей предметной области и

методик расчета и обоснования значений основных показателей этих решений.

При разработке АСППР возможны, по крайней мере, два направления этой работы. Первое – автоматизация сложившегося алгоритма деятельности лица, принимающего решение, и связанных с ним экспертов. Второе – разработка рационального алгоритма выполнения экспертизы и выработки оценочного решения по ее результатам, не связанного или не вполне связанного с действующим алгоритмом. Это может потребовать структурных изменений в ВПК и ее подразделениях и (или) перераспределения функций между ними.

В настоящее время накоплен опыт автоматизации процессов подготовки и принятия решений в органах государственного и военного управления.

Исходным пунктом в создании автоматизированных систем поддержки принимаемых решений, как правило, является разработка концептуальной модели, обобщенного алгоритма работы лица, принимающего решение, и обеспечивающих его работу экспертов-аналитиков, определение перечня функциональных задач, выполнение которых приводит к достижению поставленной цели. В нашем случае речь идет, во-первых, о выработке оценочного решения о реализуемости предлагаемых программ, степени их соответствия предъявляемым к ним требованиям, а во-вторых, в случае вскрытия несоответствий по избранным критериям, о выработке рекомендаций по согласованной корректировке программных и плановых мероприятий ГПВ и связанных с ней программ.

В экспертизе ГПВ и связанных с нею программ принимают участие не только собственно члены Военно-промышленной комиссии. Процедура экспертизы состоит в следующем. Поступившие в ВПК программные документы изучаются группой экспертов, распределенных по секциям НТС ВПК, где, собственно говоря, и готовятся основные

оценки, содержательная часть проектов решений, которые должны быть вынесены на обсуждение членов ВПК. Председатель ВПК на основе оценок экспертной группы и рекомендаций НТС ВПК предлагает к рассмотрению вскрывшиеся проблемные вопросы и варианты их решения, которые накануне заседания комиссии доводятся до членов ВПК. Затем, по результатам обсуждения, принятые решения протоколируются, а при необходимости вновь направляются в НТС для уточнения.

В общем виде экспертиза проектов программных документов может быть условно разделена на два этапа (рисунок 1).

Назначение первого этапа носит, в некотором смысле, формальный характер и состоит, главным образом, в изучении полученных документов, уяснении достигаемой в результате реализации программ степени соответствия перспективного облика системы вооружения задачам обеспечения военной безопасности Российской Федерации при имеющихся ресурсных ограничениях и в осуществлении контрольных функций. Контрольные функции на этом этапе состоят в оценке соответствия программных мероприятий ГПВ и связанных с нею программ ресурсным ограничениям, целевым показателям облика перспективной системы вооружения военной организации государства. Как правило, представляемые в ВПК ГПВ и перечисленные выше ФЦП удовлетворяют этим ключевым требованиям. В противном случае, при вскрытии такого несоответствия, документы должны быть отправлены на доработку.

Второй этап предназначен для получения оценок реализуемости ГПВ с учетом согласованности мероприятий по развитию системы вооружения, спланированных в связанных с ГПВ программах и принятии соответствующих управленческих решений. Их содержание определяется содержанием полученных оценок. Рассматриваемый этап включает в себя основные мероприятия экспертизы представленных в ВПК документов. Представляется, что в ходе этой работы необходимо:

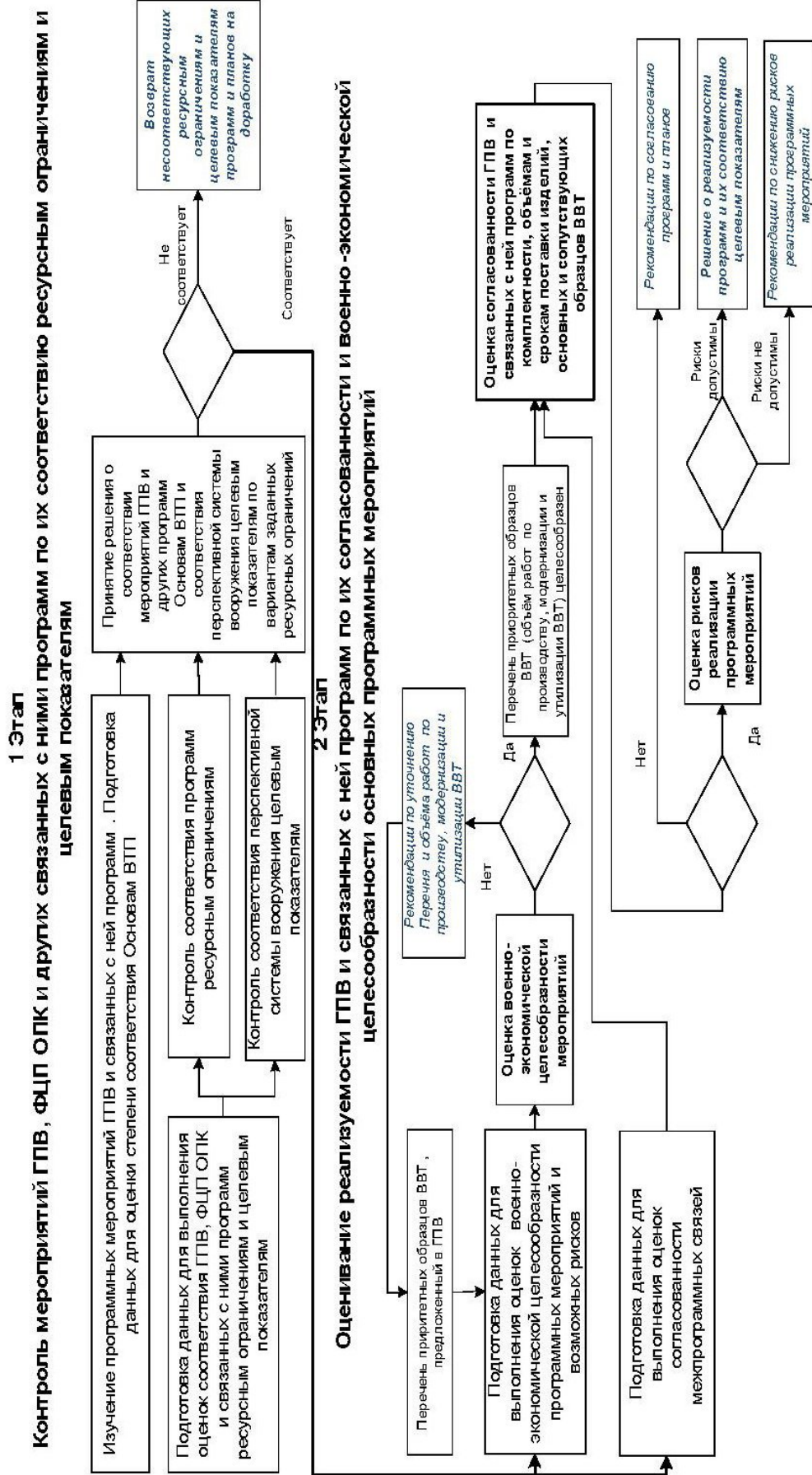


Рисунок 1 – Концептуальная модель процесса управления развитием ВВТ на межведомственном уровне



- произвести оценку военно-экономической целесообразности основных программных мероприятий, чтобы, например, убедиться в представительности предложенного Перечня приоритетных образцов ВВТ или скорректировать его содержание;
- оценить согласованность ГПВ и связанных с ней программ и таким образом оценить ее реализуемость, а в случае вскрытия разбалансировки, варианта;
- несогласованности программных мероприятий, выработать рекомендации по устранению этого явления;
- оценить возможные риски невыполнения программных мероприятий.

На основании количественных и качественных значений показателей формируются проекты предложений НТС ВПК в решение ВПК. Сформированные предложения должны включать в себя варианты коррекции программных мероприятий в части Перечня приоритетных образцов ВВТ, рекомендации по согласованию мероприятий ГПВ и связанных с ней программ по срокам и объемам поставок ВВТ, срокам разработки и освоения необходимых производственных технологий, срокам и объемам финансирования, поставки материальных ресурсов, подготовки кадров для научных и производственных организаций. Очевидно, что множество предлагаемых вариантов может оказаться парето-оптимальным [3] и в этом случае ВПК выполняет роль экспертной системы, имеющей своей задачей выбор вариантов решений из предложенных НТС или формирование на их основе некоего компромиссного варианта.

Основными функциональными задачами на первом этапе являются:

- подготовка исходных данных для выполнения оценок соответствия ГПВ и связанных с ней программ положениям Основ ВТП, ресурсным ограничениям и требованиям качества ВВТ;

- принятие решения по степени соответствия программ и планов (прежде всего ГПВ и ФЦП ОПК) ресурсным ограничениям;
- принятие решения по степени соответствия системы вооружения военной организации РФ требованиям качества;
- уяснение достигаемого уровня военно-технического обеспечения решения задач ВС РФ, других войск и органов в мирное и военное время по вариантам заданных ресурсных ограничений.

Основными функциональными задачами управления, которые необходимо решить для определения реализуемости ГПВ (ГОЗ) на втором этапе являются:

- подготовка данных для выполнения оценок согласованности межпрограммных связей;
- подготовка данных для выполнения оценок военно-экономической целесообразности программных мероприятий и возможных рисков;
- оценка военно-экономической целесообразности программных мероприятий (разработки (модернизации), производства и утилизации образцов ВВТ)
- выработка вариантов рекомендаций по уточнению Перечня приоритетных образцов ВВТ;
- оценка согласованности ГПВ и связанных с ней программ по комплектности, объемам и срокам поставки изделий, основных и сопутствующих образцов ВВТ;
- выработка вариантов рекомендаций по согласованию программ и планов;
- оценка рисков реализации программных мероприятий;
- выработка вариантов рекомендаций по снижению рисков реализации программных мероприятий;
- выработка решения ВПК о реализуемости программ и планов и их соответствии целевым показателям.

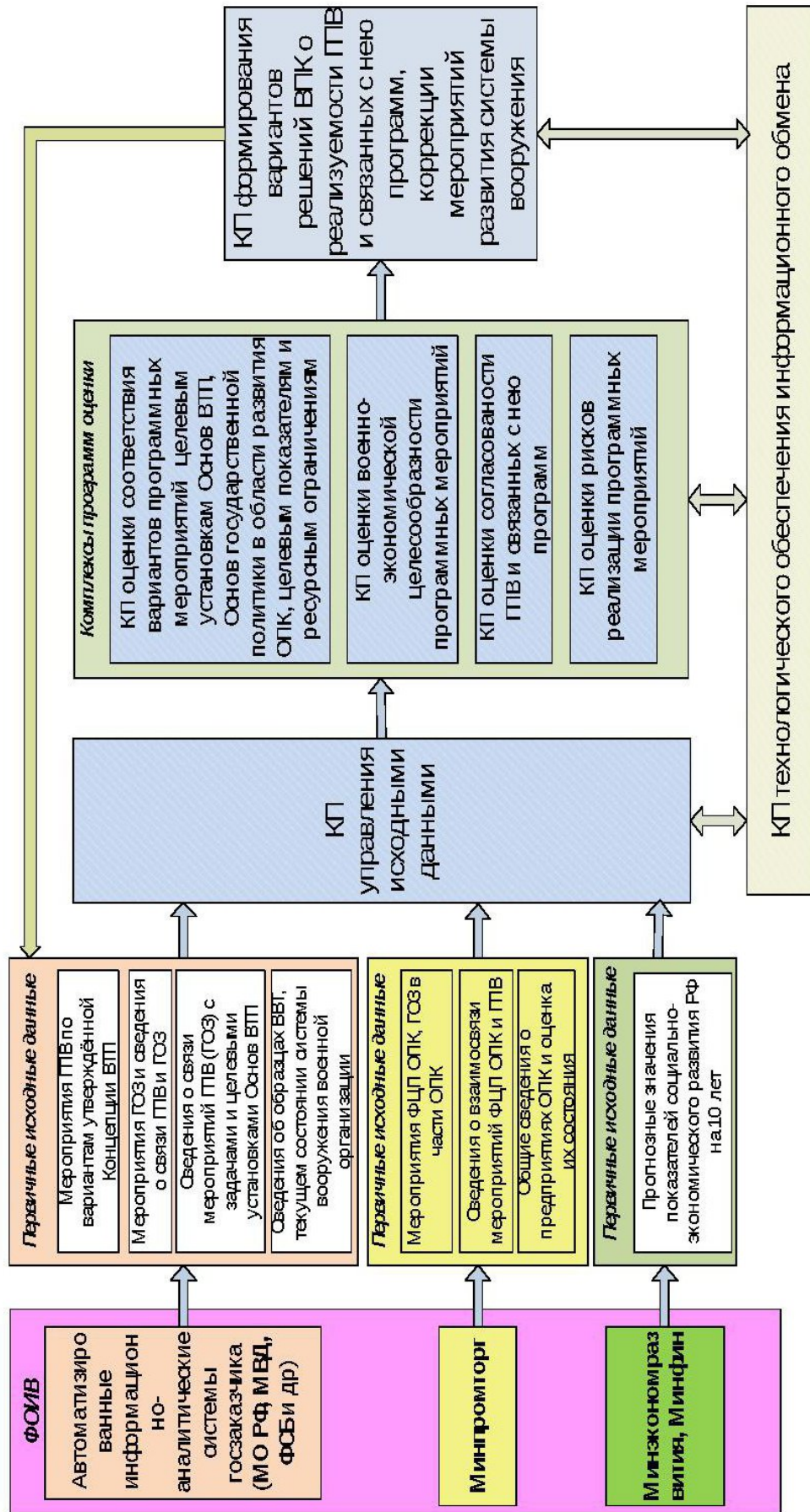


Рисунок 2 – Функциональная структура автоматизированной системы поддержки принятия решения по управлению развитием ВВТ военной организации РФ на межведомственном уровне

Представленные функциональные задачи по своему содержанию весьма значительны и представляют собой, скорее, этапы работы, которые при создании автоматизированной системы поддержки принятия решений могут выполняться как последовательно, так и параллельно.

Построенная концептуальная модель работы по управлению процессом развития ВВТ на межведомственном уровне и определенные с помощью этой модели функциональные задачи позволяют сформировать структуру методики, которая может быть положена в основу АСППР. Методика, назовем ее комплексной методикой оценки согласованности и реализуемости программ и планов развития ВВТ, должна включать в себя ряд частных методик:

- подготовки исходных данных;
- оценки соответствия мероприятий ГПВ и связанных с ней программ целевым показателям;
- оценки военно-экономической целесообразности программных мероприятий развития ВВТ и выработки рекомендаций по их коррекции;
- оценки согласованности ГПВ и связанных с ней программ и выработки рекомендаций по согласованию программных мероприятий;
- оценки рисков реализации программных мероприятий и выработки рекомендаций по их снижению;
- выработки решения по обеспечению реализуемости ГПВ и связанных с ней программ и соответствия их целевым показателям.

Комплексная методика должна стать сердцевиной научно-методического аппарата, призванного обеспечить интеллектуальную поддержку в работе ВПК при экспертизе ГПВ и связанных с ней программ на высшем уровне системы стратегического планирования.

Разработка комплексной методики позволит перейти к созданию АСППР при эксперти-

зе программно-плановых документов, определяющих развитие системы вооружения военной организации государства, как составной части системы поддержки принятия решений, которая должна обеспечить выполнение функций контроля исполнения утвержденных программ и планов в течение программного периода.

Основу АСППР должны составлять комплексы программ (КП), реализующих научно-методический аппарат, позволяющий вырабатывать оценки соответствия, согласованности и реализуемости, о содержании которых было уже прежде сказано. К числу соответствующих КП относятся (см. рисунок 2):

- КП управления исходными данными;
- КП оценки соответствия вариантов мероприятий проекта ГПВ и связанных с ней программ целевым установкам Основ ВТП, Основ государственной политики в области развития ОПК, целевым показателям облика системы вооружения и ресурсным ограничениям;
- КП оценки военно-экономической целесообразности программных мероприятий;
- КП оценки согласованности ГПВ и связанных с ней программ;
- КП оценки рисков реализации программных мероприятий;
- КП формирования вариантов решений ВПК о реализуемости ГПВ, коррекции мероприятий развития системы вооружения и ОПК;
- КП технологического обеспечения информационного обмена между элементами СППР и источниками исходных данных.

Основными результатами функционирования АСППР являются:

- комплекс из нескольких разнородных оценок и соответствующих рекомендаций;
- варианты решений ВПК о реализуемости ГПВ и связанных с ней программ, о коррекции (при необходимости) программных и плановых мероприятий.

Неотъемлемой частью АСППР являются автоматизированные рабочие места экспертов, членов ВПК и председателя ВПК, которые должны иметь интерфейс, обеспечивающий работу этих должностных лиц при анализе программных мероприятий по соответствующим показателям и выработке соответствующих оценочных решений. Количество АРМ и их отличия между собой определяется, прежде всего, числом секций НТС ВПК и распределением функциональных обязанностей между ними, количеством членов ВПК. Как показывает опыт управления крупными организационно-техническими системами, задача оцени-

вания реализуемости предлагаемых на макроуровне управления программ и планов развития является важнейшей среди других управленческих задач. Ответственность за последствия принимаемых решений в этом случае будет лежать уже не на исполнителях, разработавших соответствующие планы, а на руководстве, дающем санкцию на их реализацию. Очевидно, что создание АСППР призвано существенно повысить обоснованность таких решений является насущной необходимостью и необходимым этапом автоматизации стратегического планирования.

#### **Список использованных источников**

1. Буренок В.М., Ляпунов В.М., Мудров В.И. Теория и практика планирования и управления развитием вооружения. / Под ред. А.М. Московского. – М.: Вооружение. Политика. Конверсия, 2004.
2. Резяпов Н. Развитие систем компьютерного моделирования в вооруженных силах США // Зарубежное военное обозрение. – 2007. – № 6.
3. Ногин В.Д. Принятие решений в многокритериальной среде. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005.

Мартьянов А.Н., доктор технических наук, профессор  
Дробот И.С., кандидат педагогических наук, доцент

### Оптимизация экспертизы контрактов на создание сложных высокотехнологических систем

*В статье предложена стохастическая модель оптимизации деятельности Экспертного совета. Получен оптимальный алгоритм планирования его работы по критерию минимума затрат времени на экспертизу. Реализация разработанного алгоритма позволит сократить потери времени на организацию и проведение экспертизы конкурсных заявок и рационально задействовать членов Экспертного совета.*

Инновационное развитие общества требует разработки, апробации и внедрения сложных высокотехнологических систем в различные сферы производства. Контрактно-конкурсный механизм размещения заказов на разработку этих систем (например, в приборостроении, самолетостроении, нефтедобывающем комплексе) требует полноценной технико-экономической экспертизы предложений конкурсантов [1], которая может занять достаточно большой промежуток времени. Для сокращения времени экспертизы необходимы методики рационального построения механизмов экспертизы и оформления контрактов для своевременной организации производства.

В статье рассматривается задача оптимизации работы некоторого Экспертного совета, осуществляющего экспертизу  $m$  типов заявок на контракты по созданию сложных высокотехнологических систем. Сформулируем постановку задачи оптимизации деятельности Экспертного совета в рамках следующей математической модели. В течение фиксированного интервала времени  $[0, T]$  (например, месяц, квартал) в Экспертный совет в случайные моменты времени прибывают заявки на контракты. Поток заявок описывается  $m$ -мерным случайным считающим процессом  $N(t) = \{N_1(t), \dots, N_m(t)\}$ , при этом  $N_i(t)$  – число заявок типа  $i$ , которые прибы-

ли в течение интервала времени  $[0, t]$  (предполагается, что  $N_i(0) = 0; i = \overline{1, m}$ ). Обозначим интенсивность считающего процесса  $N(t)$  через  $\lambda(t) = \{\lambda_1, \dots, \lambda_m\}$ , где  $\lambda_i(t), (i = \overline{1, m})$  – неотрицательные функции времени, которые в общем случае могут быть случайными.

Работа Экспертного совета организуется следующим образом. Заседание Экспертного совета проводится один раз в течение интервала времени  $[0, T]$  в случайный момент времени  $S$ , который зависит от входящего потока заявок. Те заявки, которые прибывают до момента  $S$ , рассматриваются в момент  $S$ , в то время как заявки, прибывающие после  $S$ , рассматриваются в конечный момент  $T$ .

Если заявка типа  $i (i = \overline{1, m})$  рассматривается в момент времени  $S$ , то имеет место случайная экономия времени ожидания, равная  $T - S$ , которая оценивается в денежном исчислении, как  $\rho_i(T - S)N_i(S)$ , где  $\rho_i$  – положительная константа, определяемая исходя из стоимости контракта, сроков производственного цикла и важности продукции для заказчика.

Найдем оптимальное время заседания Экспертного совета  $S$ , которое максимизирует среднюю полную экономию [2]:

$$\max_{0 \leq S \leq T} \mathbf{E} \sum_{i=1}^m \rho_i(T - S) N_i(S), \quad (1)$$

где  $\mathbf{E}$  – знак математического ожидания. Легко видеть, что этот максимум существует.



Действительно, максимизируемое выражение, очевидно, неотрицательно и в конечных точках временного интервала  $[0, T]$  принимает нулевые значения. Поскольку внутри интервала оно не обращается тождественно в нуль, то обязательно там будет иметь максимум. Итак, необходимо определить

$$S_{opt} = \arg \left[ \max_{0 \leq S \leq T} \mathbf{E} \sum_{i=1}^m \rho_i (T-S) N_i(S) \right]. \quad (2)$$

Решение поставленной задачи проводится с использованием стохастического исчисления для случайных точечных процессов [3]. Обобщая предыдущие результаты авторов [4,5], для отыскания максимума в (1) преобразуем выражение под знаком математического ожидания

$$J(t) = \sum_{i=1}^m \rho_i (T-t) N_i(t) \quad (3)$$

с помощью формулы интегрирования по частям стохастического интеграла Стильеса [3]. Для  $t \leq T$  имеем

$$\int_0^t (T-s) dN_i(s) = (T-t) N_i(t) + \int_0^t N_i(s) ds. \quad (4)$$

Используя (4) в (3), получим

$$J(t) = \sum_{i=1}^m \rho_i (T-t) N_i(t) = \sum_{i=1}^m \left\{ \int_0^t \rho_i (T-s) dN_i(s) - \int_0^t \rho_i N_i(s) ds \right\} \quad (5)$$

Для произвольного времени заседания в силу определения интенсивности точечного процесса [5] справедливо равенство

$$\mathbf{E} \int_0^s \rho_i (T-s) dN_i(s) = \mathbf{E} \int_0^s \rho_i (T-s) \lambda_i(s) ds. \quad (6)$$

Подставляя эту формулу в (5) и результат в (1), получим для максимизируемого выражения более удобное для поставленной задачи представление

$$\mathbf{E} J(S) = \mathbf{E} \int_0^S \left\{ (T-s) \sum_{i=1}^M \rho_i \lambda_i(s) - \sum_{i=1}^M \rho_i N_i(s) \right\} ds. \quad (7)$$

Предположим, что функция  $(T-s) \sum_{i=1}^M \rho_i \lambda_i(s)$  является неубывающей. Это будет иметь место, если, например,  $\lambda_i$  яв-

ляются неслучайными константами. Тогда, поскольку выборочные функции случайного процесса  $\sum_{i=1}^M \rho_i \lambda_i(s)$  являются, очевидно, неубывающими, то из (7) следует, что оптимальное (случайное) время заседания Экспертного совета  $S_{opt}$  задается явным выражением

$$S_{opt} = \inf \left\{ t \geq 0 \mid (T-t) \sum_{i=1}^m \rho_i \lambda_i(t) - \sum_{i=1}^m \rho_i N_i(t) < 0 \right\}. \quad (8)$$

Это выражение представляет собой стохастическое уравнение, корень которого, зависит от реально наблюдаемого входного потока заявок. Уравнение такого типа удобно решать методом моделирования на ЭЦВМ.

Для иллюстрации приведем пример решения уравнения (8) для случая, когда в Экспертный совет в течение месяца в случайные моменты времени поступают 2 типа заявок ( $m=2$ ): на продукцию высокотехнологичных систем типа «А» с входным потоком  $N_1(t)$  и продукцию типа «В» с входным потоком  $N_2(t)$ . Например, высокотехнологичная система типа «А» производит дорогостоящую продукцию, имеющую продолжительный цикл производства, и система типа «В» – менее дорогостоящую продукцию, имеющую более короткий цикл производства.

Как правило, продукция системы типа «В» требуется в большем объеме, а, следовательно, и заявок на производство в среднем в интервал времени поступает больше. Определим интенсивности соответственно как  $\lambda_1=3$  и  $\lambda_2=30$ . Поскольку выбраны постоянные неслучайные интенсивности, то применима формула (8), в которой  $N(t) = (N_1(t), N_2(t))$ , как хорошо известно [3], будет пуассоновским процессом. Требуемые в задаче реализации  $N_1(t)$  и  $N_2(t)$  получались с помощью стандартного алгоритма моделирования пуассоновского случайного процесса. Для удобства было выбрано  $T=1$ .

Учитывая, что стоимость вооружения типа «В» меньше, чем вооружения типа «А», то для

моделирования выбрано соответственно, что  $\rho_1=7$  и  $\rho_2=3$  (например, в млн. рублей). По этим исходным данным легко решить уравне-

ние (8). Графическая интерпретация решения уравнения (8) представлена на рисунке 1.

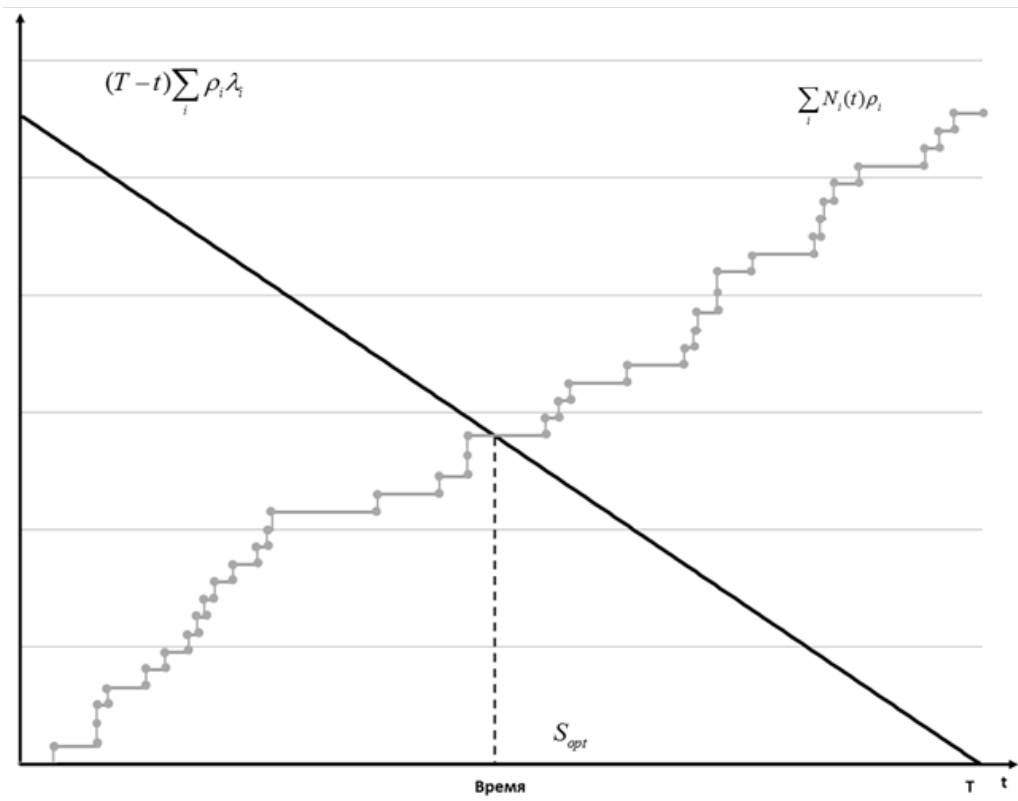


Рисунок 1 – Оптимальное время экспертизы для случая двумерного пуассоновского процесса с интенсивностями  $\lambda_1=3$ ,  $\lambda_2=30$  и  $\rho_1=7$ ,  $\rho_2=3$

Корнем является абсцисса точки пересечения прямой с реализацией взвешенной суммы смоделированных пуассоновских процессов.

Для случайной величины  $S_{opt}$  были получены оценки ее математического ожидания и дисперсии. С этой целью было проведено статистическое моделирование ситуации на выборке объемом 100. Результаты моделирования представлены на рисунке 2.

Максимальное значение времени экспертизы – 132-ой интервал, минимальное – 79. Оценка математического ожидания в виде выборочного среднего – 98,51, оценка дисперсии – 86,88, и соответственно оценка среднего квадратичного отклонения – 9,32.

Средняя сумма экономии (1) по выборке объемом 100 составила при указанных исходных данных 28,05 (в млн.руб.), что в процентном соотношении составляет около 27,8%. Оп-

тимизация по времени при заданных исходных значениях составляет в среднем 15 дней в месяц.

6. Таким образом, предлагаемая оптимизация дает нетривиальный результат и позволяет существенно повысить оперативность проведения экспертизы (торгов). Это особенно важно при использовании многоэтапных конкурсов на создание сложных объектов [1]. Коррекция графика и регламента заседаний Экспертного совета, осуществляемая на основе предложенной математической модели, позволит рационально рассчитывать сроки проведения экспертизы конкурсов и обеспечить рациональное задействование членов Экспертного совета в ходе проведения экспертизы и минимизировать потери времени. При этом финансовые средства, выделяемые на контракт, поступают на предприятие своевременно, без задержек, связанных с

длительной экспертизой, что обеспечивает загрузку основных фондов производства.

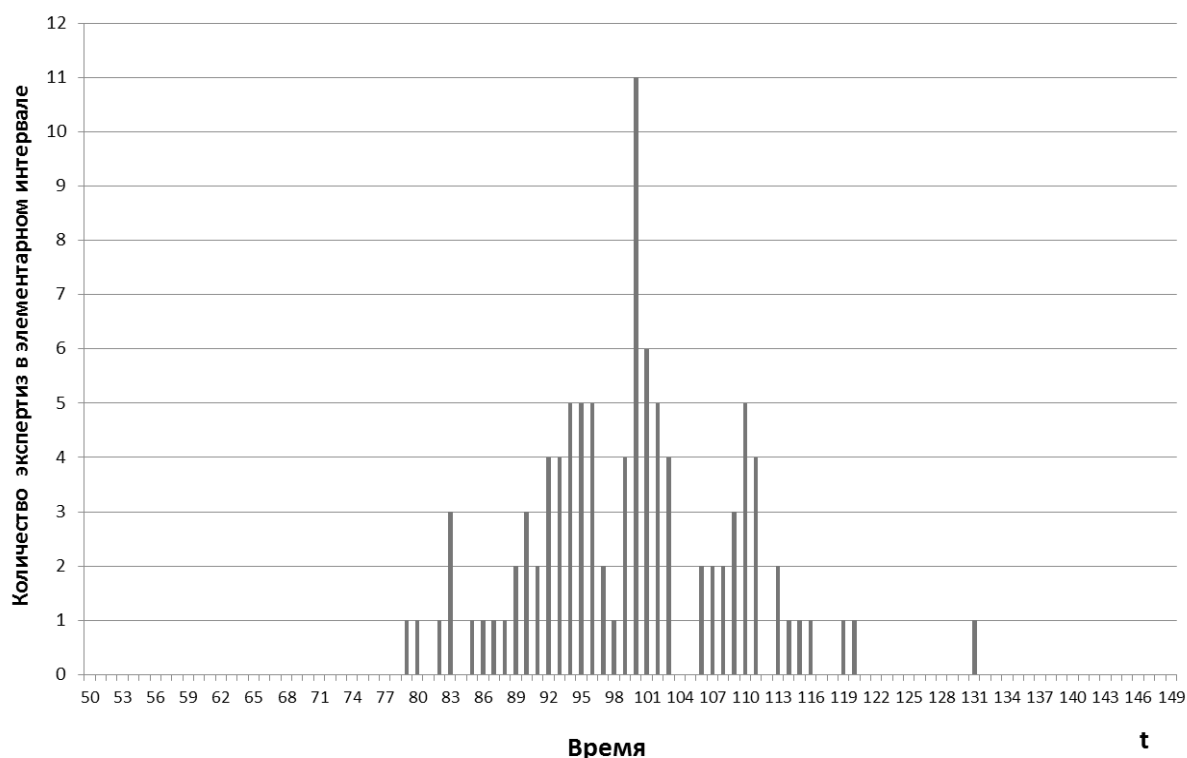


Рисунок 2 – Гистограмма частот оптимальных моментов времени экспертизы по выборке объемом 100

Применение данной модели возможно, например, при организации экспертизы контрактов в структуре государственного оборонного заказа, когда соблюдение сроков организации и проведения конкурсов на производство ВВТ является актуальной задачей для органов государственного управления. При этом перенос сроков заключения го-

сударственных контрактов, либо отмена результатов торгов, приводят к неизбежным потерям времени на размещение заказа, которое ограничено и жестко регламентировано постановлением Правительства РФ о государственном оборонном заказе на текущий год и плановый период [1,6,7].

#### Список использованных источников

1. Викулов С.Ф., Кандыбко Н.В., Лапин Г.Н., Камбаров А.О. Некоторые проблемы совершенствования контрактирования, ценообразования и организации закупок продукции военного назначения// Электронный журнал «Вооружение и экономика», № 4 (12). 2011. С. 18-27.
2. Varaiya, P. The Martingale Theory of Jump Processes. IEEE Trans. on Autom. Control, vol. AC-20, no. 1, February 1975, pp. 34-42
3. Liptser R. Sh., Shiryaev A. N. Statistics of random processes, II: Applications. New York: Springer-Verlag, 2001. 417 p.



*Артеменко Валерий Борисович*  
заместитель начальника отдела 46 ЦНИИ Минобороны России  
*artemenkoval@rambler.ru*



*Бабкин Геннадий Васильевич*  
старший научный сотрудник 46 ЦНИИ МО РФ  
*genulechek@mail.ru*



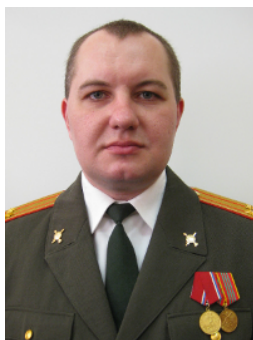
*Буравлев Александр Иванович*  
доктор технических наук, профессор  
ведущий научный сотрудник 46 ЦНИИ МО РФ  
*buravlev46@mail.ru*



*Буренок Василий Михайлович*  
заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор  
президент Российской академии ракетных и артиллерийских наук,  
начальник 46 ЦНИИ Министерства обороны РФ  
*bvasil57@rambler.ru*



*Викулов Сергей Филиппович*  
заслуженный деятель науки РФ, доктор экономических наук, профессор  
президент Академии проблем военной экономики и финансов, глав-  
ный научный сотрудник 46 ЦНИИ Министерства обороны РФ  
*sergviculov@yandex.ru*



*Дробот Игорь Сергеевич*  
кандидат педагогических наук, доцент  
заместитель начальника кафедры Военной академии Ракетных войск  
стратегического назначения имени Петра Великого  
*isdrobot@list.ru*



*Ивлев Алексей Алексеевич*  
кандидат технических наук, старший научный сотрудник  
старший научный сотрудник 46 ЦНИИ МО РФ  
*ivlaa@mail.ru*



*Косенко Алексей Андреевич*  
кандидат технических наук, старший научный сотрудник  
ведущий научный сотрудник 46 ЦНИИ Министерства обороны РФ  
*vie@vfes.ru*

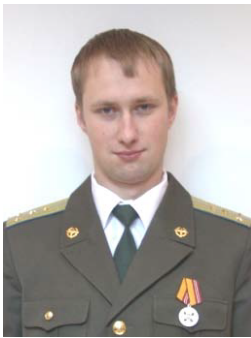


*Лавринов Геннадий Алексеевич*  
доктор экономических наук, профессор  
заместитель начальника 46 ЦНИИ Министерства обороны РФ  
*gelavrinov@yandex.ru*



*Мартьянов Анатолий Николаевич*  
доктор технических наук, профессор  
профессор кафедры Военной академии Ракетных войск стратегическо-  
го назначения имени Петра Великого  
*anatolm@ropnet.ru*





*Монин Сергей Алексеевич*

заместитель начальника отдела – начальник лаборатории 46 ЦНИИ МО РФ

*mon74@rambler.ru*



*Москаленко Владимир Иванович*

кандидат технических наук, старший научный сотрудник  
ведущий научный сотрудник Филиала 46 ЦНИИ МО РФ

*vie@vfes.ru*



*Подольский Александр Геннадьевич*

доктор экономических наук, старший научный сотрудник  
начальник лаборатории 46 ЦНИИ Министерства обороны РФ

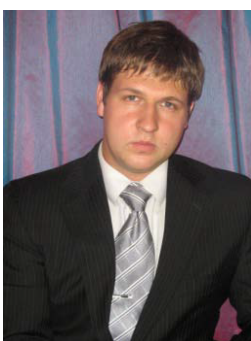
*podolskijag@mail.ru*



*Поспелов Владимир Яковлевич*

член Военно-промышленной комиссии при Правительстве Российской Федерации

*vie@vfes.ru*



*Пьянков Антон Александрович*

кандидат технических наук  
старший научный сотрудник 46 ЦНИИ МО РФ

*pyankov\_ant@bk.ru*



*Скопец Георгий Михайлович*  
заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор  
ведущий научный сотрудник 4 ЦНИИ МО РФ  
gskopets@mail.ru



*Соколов Дмитрий Юрьевич*  
начальник лаборатории 46 ЦНИИ Министерства обороны РФ  
sdselton@mail.ru



*Соломенин Евгений Александрович*  
начальник Филиала 46 ЦНИИ МО РФ  
evgenii\_29@rambler.ru



*Степанов Владимир Дмитриевич*  
доктор технических наук, старший научный сотрудник  
начальник отдела 4 ЦНИИ МО РФ  
svd1964@rambler.ru

## Направления развития системы опознавания

*Буренок В.М., Москаленко В.И., Соломенин Е.А.*

Рассмотрены вопросы построения перспективной системы опознавания как комплексной системы на многокомпонентной информационной основе с развитой инфраструктурой и комплексной обработкой информации для решения взаимосвязанных и взаимодополняющих задач – определения государственной принадлежности и идентификации объектов военного и гражданского назначения.

государственная система опознавания  
государственная принадлежность  
опознавание воздушных объектов  
разведка сигналов  
автоматизированный командный пункт

## Tendencies of identification system development

*V.M. Burenok, V.I. Moskalenko, E.A. Solomenin*

The article deals with issues of constructing of advanced identification system built on the multicomponent infobase, which has developed infrastructure and integrated information processing. This system is intended for decision making in cases of interconnected and mutually complementary tasks – the friend-or-foe recognition and the identification of military and civil objects.

state identification system  
friend-or-foe recognition  
Identification of aerial targets  
signal reconnaissance  
automated command and control post

## Методика оценки технического уровня парка вооружения и военной техники в ходе реализации программных мероприятий по ее закупке и ремонту

*Буравлев А.И., Монин С.А.*

В статье приводится постановка задачи оценки технического уровня парка вооружения и военной техники в ходе реализации

программных мероприятий по ее закупке и ремонту и предлагается методика ее решения, основанная на применении модели массового обслуживания. Приведен пример, демонстрирующий работоспособность предложенной методики.

вооружение и военная техника  
программные мероприятия  
объемы закупок и ремонта  
технический ресурс  
динамика численности

## Technique of an estimation of a technological level of park of arms and the military technics during realisation of program actions for its purchase and repair

*A.I. Buravlyov, S.A. Monin*

In article statement of a problem of an estimation of a technological level of park of arms and the military technics during realisation of program actions for its purchase and repair is resulted and the technique of its decision, based on application of model of mass service is offered. The example showing working capacity of the offered technique is resulted.

arms and the military technics  
program actions  
volumes of purchases and repair  
technical resource  
dynamics of number

## Онтология военных технологий: основы, структура, визуализация и применение (2 часть)

*Ивлев А.А., Артеменко В.Б.*

Во второй части статьи представлены предложения по использованию онтологии военных технологий в ходе решения практических задач по обоснованию и управлению реализацией Программы развития базовых военных технологий.

онтология  
военные технологии  
концептуальные карты

система поддержки принятия решений  
база знаний  
информационно-поисковая система

### **Ontology of military technologies: Bases, Structure, Visualisation and Application (part 2)**

*A.A. Ivlev, V.B. Artemenko*

In the second part of article offers on use of ontology of military technologies are presented during the decision of practical tasks under the justification and management of realisation of the Development program of base military technologies.

ontology  
military technologies  
conceptual map  
decision Support System  
knowledge base  
information retrieval system

### **Об оценке влияния системы управления огнем на эффективность поражения целей**

*Буравлев А.И.*

В статье рассмотрена задача оценки влияния стратегий управления целераспределением ударных средств на эффективность поражения объектов. Доказано, что оптимальным распределением, обеспечивающим максимальную эффективность поражения объектов, является детерминированное равномерное целераспределение. Предложен числовой показатель, характеризующий степень влияния системы управления огнем ударных средств на эффективность их применения.

стратегия целераспределения  
средний ущерб  
случайное равномерное распределение  
детерминированное равномерное распределение  
коэффициент влияния системы управления огнем

### **About an estimation of influence of a control system of fire on efficiency of defeat of the purposes**

*A.I. Buravlyov*

In article the task about an estimation of influence of strategy of management of target

distribution of destruction means to efficiency of defeat of objects is considered. It is proved, that the optimum distribution providing the maximum efficiency of defeat of objects, is the determined uniform target distribution. The numerical indicator characterising degree of influence of a control system by fire of shock means for efficiency of their application is offered.

target distribution strategy  
an average damage  
the casual uniform distribution  
the determined uniform distribution  
factor of influence of a control system of fir

### **Основные положения методологии группового проектирования унифицированных летательных аппаратов**

*Скопец Г.М., Степанов В.Д.*

В статье излагаются основные положения методологии исследований, реализующей известный в области унификации метод группового проектирования унифицированных изделий применительно к созданию унифицированных летательных аппаратов на ранних этапах их разработки. Отличительной особенностью методологии является то, что в качестве объекта исследований при этом выступает не отдельный летательный аппарат (ЛА) конкретного назначения, а некоторая их совокупность, включающая ЛА различного назначения. Под методологией в статье понимается совокупность положений, определяющих содержание исследований, последовательность и методы их проведения.

авиационный комплекс  
множество назначений  
унификация  
унифицированная система  
различимость вариантов  
эффективность

### Summary methodology of group design of unified aircraft

*G.M. Skopets, V.D. Stepanov*

The article is devoted to the methodology of designing unified group of aircraft in the early stages of their development. In this article under the term "methodology", the author defines the content, sequence and methods of research. The object of research is not an individual aircraft of a specific purpose but a set of aircraft for various purposes.

aviation complex  
set of purposes  
unification  
unified system  
distinguishability of variants  
efficiency

### Метод выбора парето-оптимальных вариантов государственной программы вооружения

*Буравлев А.И., Пьянков А.А.*

Рассматривается задача обоснования вариантов государственной программы вооружения в условиях неопределенностей. Получены алгоритмы многокритериального выбора парето-оптимальных вариантов ГПВ как на видовом, так и на надвидовом уровнях по векторному критерию «боевой потенциал – боеготовность – стоимость». Приведен пример, иллюстрирующий работоспособность алгоритмов.

опорный  
конкурирующий  
парето-оптимальный вариант ГПВ  
многоцелевой выбор  
моделирование технического обеспечения войск  
показатель эффективности  
дополнительный критерий

### Application of the method of optimum planning of computing experiment at modeling of technical maintenance of armies

*A.I. Buravlyov, A.A. Pyankov*

The problem of a substantiation of variants of a government program of arms in the condi-

tions of uncertainty is considered. Algorithms of a multi-purpose choice of pareto-optimum variants of a government program of arms, both on specific, and on interdepartmental levels by vector criterion «fighting potential – battle readiness – cost» are received. The example illustrating working capacity of algorithms is resulted.

basic  
competing  
pareto-optimum variant of a government program of arms  
multi-purpose choice  
modelling of technical maintenance of armies  
efficiency indicator  
additional criterion

### Сравнительный анализ метода применения искусственной нейронной сети в целях решения задачи инженерно-штурманского расчета полета летательного аппарата

*Соколов Д.Ю.*

Статья посвящена рассмотрению вопроса применения искусственных нейронных сетей для решения задачи расчета расхода топлива летательного аппарата в сравнении с другими существующими методами, которые могут быть используемы на пунктах управления или на борту при построении (корректировке) маршрута полета.

искусственная нейронная сеть  
расчет топлива летательного аппарата  
параметры полета  
инженерно-штурманский расчет

### Application of an artificial neural network for the decision of a problem of calculation of fuel consumption of the flying machine on various modes of its flight

*D.Yu. Sokolov*

Article is devoted consideration of a question of application of artificial neural networks for the decision of a problem of calculation of fuel consumption of the flying machine in comparison with other existing methods which can



be used on points of management or onboard at construction (updating) of a route of flight.

artificial neural network  
calculation of fuel of the flying machine  
flight parameters  
engineering-mate calculation

### **Ценообразование на продукцию военного назначения: от затратной к ценностной концепции**

*Лавринов Г.А., Подольский А.Г.*

В статье показаны основные проблемы ценообразования на продукцию военного назначения и их негативные последствия, а также предложена новая концепция ценообразования, направленная на повышение эффективности расходования бюджетных средств.

ценообразование  
продукция  
эффект  
качество  
финансовые ресурсы  
бюджетные средства  
риск  
расходы  
характеристики  
стоимость  
планирование

### **Pricing for military products, from expensive to value the concept**

*G.A. Lavrinov, A.G. Podolskiy*

The article shows the basic problem of pricing the products of military purpose and their negative consequences, as well as a new concept of pricing, aimed at improving the efficiency of budget spending.

pricing  
products that effect the quality of financial resources  
budget  
risk cost  
performance cost  
scheduling

### **Современные военно-экономические реалии – пора менять отечественную парадигму военного строительства**

*Викулов С.Ф., Бабкин Г.В., Косенко А.А.*

Статья посвящена актуальным проблемам военного строительства в Российской Федерации в условиях посткризисного развития мира. По результатам рассмотрения современных особенностей военно-политической ситуации в мире сформулированы предложения по смене парадигмы военного строительства в Российской Федерации.

военное строительство  
финансово-экономический кризис  
парадигма  
военно-экономический анализ  
оборонно-промышленный комплекс

### **Modern military-economic realities – it is time to change a domestic paradigm of military building**

*S.F. Viculov, G.V. Babkin, A.A. Kosenko*

Article is devoted actual problems of military building in the Russian Federation in the conditions of postcrisis development of the world. The major factors which have caused necessity of change of the purposes, problems and conditions of military building are revealed. By results of consideration of modern features of a military-political situation in the world offers on change of a paradigm of military building in the Russian Federation are formulated.

military building  
financial and economic crisis,  
paradigm  
the military-economic analysis

### **Облик перспективной системы поддержки принятия решений по развитию системы вооружения военной организации РФ на межведомственном уровне**

*Поспелов В.Я.*

В статье сформулированы задачи военно-промышленной комиссии при Правительстве

РФ по экспертизе программ и планов развития ВВТ, которая является задачей высшего звена управления планированием развития ВВТ. Раскрывается содержание и объем работ, которые необходимо выполнить при экспертизе ГПВ и связанных с ней федеральных целевых программ и планов, представленных в ВПК ответственными за разработку министерствами и ведомствами. В статье предложен целесообразный алгоритм экспертизы ГПВ и связанных с ней программ и планов, состав и структура методик, которые требуются для реализации данного алгоритма. Автор предлагает создать автоматизированную систему поддержки принимаемых решений для ВПК на основе разработанного алгоритма, содержащего комплексную методику оценки согласованности и реализуемости программ и планов развития ВВТ.

Государственная программа вооружения  
проблемы формирования и реализации ГПВ  
реализуемость  
согласованность программ и планов развития ВВТ  
экспертиза ГПВ (ГОЗ) и связанных с ней ФЦП  
комплексная методика оценки согласованности и реализуемости ГПВ (ГОЗ) и связанных с ней ФЦП  
автоматизированная система поддержки принятия решений

### **Shape of perspective system of support of decision-making on development of system of arms of the military organization of the Russian Federation at interdepartmental level**

*V.Ya. Pospelov*

In article problems of the military-industrial commission are formulated at the Government of the Russian Federation on examination of programs and plans for development of arms and military technology which is a problem of the top echelon of management of planning of development of arms and military technology. The maintenance and amount of works which are necessary for executing at examination of a government program of arms of the federal target programs connected with it and the plans presented in military-industrial committee by

the ministries responsible for working out and departments reveals. In article the expedient algorithm of examination of a government program of arms and the programs connected with it and plans, structure and structure of techniques which are required for realization of the given algorithm is offered. The author suggests to create the automated system of support of accepted decisions for military-industrial committee on the basis of the algorithm developed by the author containing a complex technique of an estimation of a coordination and a realizability of programs and plans for development of arms and military technology.

Government program of arms  
problem of formation and realization of a government program of arms  
realizability  
coordination of programs and arms and military technology plans for development  
examination of a government program of arms (the state defensive order) and the federal target programs connected with it  
a complex technique of an estimation of a coordination and a realizability of a government program of arms (the state defensive order) and the federal target programs connected with it  
the automated system of support of accepted decisions

### **Оптимизация экспертизы контрактов на создание сложных высокотехнологических систем**

*Мартьянов А.Н., Дробот И.С.*

В статье предложена стохастическая модель оптимизации деятельности Экспертного совета. Получен оптимальный алгоритм планирования его работы по критерию минимума затрат времени на экспертизу. Реализация разработанного алгоритма позволит сократить потери времени на организацию и проведение экспертизы конкурсных заявок и рационально задействовать членов Экспертного совета.

конкурсные заявки  
случайный процесс  
стохастическая модель оптимизации

**Optimisation of examination of contracts on creation of difficult highly technological systems**

*A.N. Martyanov*

In article the stochastic model of optimisation of activity of Advisory council is offered. The optimum algorithm of planning of its work

by criterion of a minimum of expenses of time for examination is received. Realisation of the developed algorithm will allow to reduce losses of time for the organisation and carrying out of examination of competitive demands and it is rational to involve members of Advisory council.

## 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 [vie@vfes.ru](mailto:vie@vfes.ru). Одновременно на почтовый адрес издателя (129327, г. Москва, Чукотский проезд д. 8, Академия проблем военной экономики и финансов) высылаются подписанный автором (авторами) экземпляр рукописи и прилагаемые материалы.

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 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).

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 Math (предпочтительно), Microsoft Equation или MathType Equation либо как рисунок.

Каждая иллюстрация должна быть вставлена в виде отдельного объекта «изображение» («рисунок») в одном из общепринятых форматов (JPEG, TIFF, BMP, GIF, PNG и др.). Рекомендуется формат GIF с прозрачным фоном. Размер каждой иллюстрации не должен превышать 800x600 точек. Допускается приложение отдельных файлов, содержащих включенные в статью иллюстрации.

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

При необходимости применения сложного оформления таблицу рекомендуется вставлять 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 задержке с помещением статьи в очередной выпуск Журнала.

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>).

5. К рукописи должны быть приложены в отдельных файлах:

- авторская аннотация на русском языке (не более 1000 знаков, включая пробелы);
- авторская аннотация на английском языке (не более 1000 знаков, включая пробелы);
- название статьи, имя и фамилия автора на английском языке;

- ключевые слова на русском языке (разделенные запятой либо точкой с запятой);
- ключевые слова на английском языке (разделенные запятой либо точкой с запятой);
- заполненная карточка автора (если авторов несколько, составляется на каждого автора в отдельном файле) 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 справку учебного заведения или научно-исследовательского учреждения, где автор проходит обучение (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:

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

При опубликовании статьи в Журнале приводится информация 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 представлен-

ном 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 статьи редакция направляет автору мотивированный отказ.

11. Оплата труда рецензентов производится Региональной общественной организацией «Академия проблем военной экономики и финансов».

### Карточка автора

Фамилия	
Имя	
Отчество	
Ученая степень <sup>*)</sup>	
Ученое звание <sup>*)</sup>	
Почетные звания <sup>*)</sup>	
Место работы	
Должность	
Контактный телефон	
Адрес электронной почты	
Дополнительная информация <sup>**)</sup>	

<sup>\*)</sup> При наличии.

<sup>\*\*)</sup> Заполняется по желанию автора. Здесь могут быть указаны сведения, которые автор желает дополнительно сообщить о себе. Указание приведенных дополнительных сведений в Журнале остается на усмотрение редакции.

### 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 [www.viculov.ru/vie](http://www.viculov.ru/vie).