

2015
№ 4 (33)

Вооружение
и экономика

<p>46 Центральный научно-исследовательский институт Министерства обороны Российской Федерации</p> <p>Российская академия ракетных и артиллерийских наук</p> <p>Академия проблем военной экономики и финансов</p>	<p>Вооружение и экономика № 4 (33) / 2015</p> <p>Электронный научный журнал</p> <p>http://www.viek.ru</p>
<p>Издается с 2008 года</p> <p>Электронный научный журнал «Вооружение и экономика» включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук (решение Президиума Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России от 19 февраля 2010 г. № 6/6)</p> <p>Свидетельство о регистрации СМИ Эл № ФС77-30824 от 25.12.2007 г.</p> <p>ISSN 2071-0151</p>	<p>Содержание</p>
	<p><u>Военно-техническая политика</u></p>
	<p>Буравлев А.И. Сколько стоит национальная безопасность: к вопросу о расходах на обеспечение безопасности личности и государства 3</p>
	<p>Цырендоржиев С.Р. Методический подход к обоснованию баланса военных и невоенных мер при решении задачи стратегического сдерживания в дядерный период 18</p>
	<p>Найденов В.Г., Бочкарев А.В. Подход к математической формализации задач обоснования требований к воздушным мишеням и оценки показателей степени адекватности имитации ими летательных объектов при испытаниях сложных систем вооружения 31</p>
	<p>Андрющенко М.С., Степанов В.В. Обработка информации в мультисенсорных системах высокоточного оружия 41</p>
<p>Еланцев Г.А. Применение программного средства Агепа для имитационного моделирования стохастических сетевых графов 48</p>	
<p>Нестеров В.А., Судаков В.А., Обносков Б.В. Многокритериальная оценка военной техники с использованием гибридной функции предпочтений на примере беспилотных летательных аппаратов 55</p>	

<p>Издатель: Российская академия ракетных и артиллерийских наук 107564, г. Москва, 1-я Мясниковская ул., дом 3, стр. 3 rk@viek.ru</p> <p>Главный редактор дтн проф. Буренок В.М.</p> <p>Редакционная коллегия дтн проф. Анищенко В.Н. ктн доц. Ачасов О.Б. дтн проф. Буравлев А.И. дэн проф. Венедиктов А.А. (отв. редактор) дэн проф. Викулов С.Ф. (зам. гл. редактора) дтн проф. Гальцов Е.М. дтн проф. Горчица Г.И. дтн проф. Горшков В.А. дэн проф. Козин М.Н. ктн снс Косенко А.А. дэн проф. Лавринов Г.А. (зам. гл. редактора) дэн снс Леонов А.В. кэн проф. Савинский П.Ф. дэн проф. Хрусталеv Е.Ю. двн проф. Цельковских А.А.</p> <p>Оформление, верстка Венедиктова М.М.</p> <p>Редактор Молчанова Т.М.</p> <p>Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов. Ответственность за достоверность материалов несут авторы.</p>	<p><i>Ерин А.Е., Козырев А.С.</i> Целевое планирование стратегических направлений развития технической системы радиационной, химической и биологической защиты войск и населения 67</p>
	<p><i>Орлов В.А., Бывших Д.М., Ярыгин Ю.Н.</i> Автоматизация процессов планирования развития техники радиоэлектронной борьбы 75</p>
	<p style="text-align: center;"><u>Военная экономика и финансы</u></p>
	<p><i>Подольский А.Г., Косенко А.А.</i> К оценке трудоемкости разработки продукции военного назначения 84</p>
	<p><i>Бычков А.В., Курбанов А.Х.</i> Анализ проблемных вопросов функционирования центров материально-технического обеспечения военных округов (флотов) Министерства обороны Российской Федерации 94</p>
	<p><i>Сведения об авторах</i> 102</p>
	<p><i>Аннотации и ключевые слова</i> 105</p>
	<p><i>Правила представления авторами рукописей</i> 110</p>
	<p><i>Порядок рецензирования рукописей</i> 112</p>
	<p><i>Карточка статьи</i> 113</p>
	<p><i>Карточка автора</i> 113</p>
	<p><i>Условия подписки на полнотекстовую версию в Интернете</i> 113</p>

А.И. Буравлев, доктор технических наук,
профессор

Сколько стоит национальная безопасность: к вопросу о расходах на обеспечение безопасности личности и государства

Анализ военных расходов и расходов на обеспечение национальной безопасности многих развитых и развивающихся стран показывает, что они зависят от уровня внешних и внутренних угроз, а также экономических возможностей страны и составляют порядка 4..6% валового внутреннего продукта (ВВП). Вместе с тем, внутри этого диапазона между странами, находящимися, казалось бы, в одинаковых геополитических условиях наблюдаются резкие колебания по расходам на национальную безопасность. В данной статье рассмотрен методический подход к оценке затрат на обеспечение безопасности личности и государства на основе социально-психологического аспекта оценки внешних и внутренних угроз и минимизации экономического риска. Получена математическая модель для оценки вероятности безопасности личности и государства, связанная с уровнем угроз и экономическими возможностями страны для их компенсации.

Обеспечение национальной и военной безопасности страны требует выделения части федерального бюджета для финансирования расходов на национальную оборону, национальную безопасность и правоохранительную деятельность государства. Расходы на национальную оборону и национальную безопасность часто обозначают термином военные расходы, а источник их финансирования как военный бюджет государства [1].

Анализ военных расходов показывает, что для большинства стран эти расходы составляют не более 4..6% от ВВП [1, 2, 3]. Вместе с тем, существуют страны (например, Саудовская Аравия, Северная Корея, Иран и др.), военные расходы которых превышают данный уровень.

Возникает вопрос: чем обусловлена величина расходов на оборону и безопасность государства? Ответ на данный вопрос, с одной стороны, вполне очевиден. Уровень расходов определяется уровнем внешних и внутренних угроз и экономическими возможностями страны. Но тогда почему одни европейские страны (Германия, Италия, Швеция, Норвегия) имеют величину расходов на национальную оборону в 1,2..1,4% от ВВП, а другие (Франция, Великобритания) – в 2,3..2,5% ВВП? США – самая бо-

гатая страна в мире – имеет расходы на оборону 4,0..4,4%, а Япония только 1%.

Очевидно, что помимо угроз национальной безопасности и экономических возможностей, нужно учитывать и другие геополитические факторы (географическое положение, природно-климатические условия, демографию страны). Стране, имеющей небольшую территорию и численность населения, невозможно содержать большие вооруженные силы и военную инфраструктуру. И, наоборот, стране с большой территорией и морской зоной требуется значительно большая численность армии и флота.

Объективными показателями уровня военных расходов являются:

- доля военных расходов от ВВП;
- величина военных расходов на душу населения;
- величина военных расходов на 1 кв. км территории.

В таблице 1 приведены данные для 25 стран мира, имеющих наиболее значительные военные расходы на душу населения и по отношению к среднему душевому ВВП [4]. На рисунках 1, 2, 3 значения этих показателей представлены в виде диаграмм.

Таблица 1 – Военные расходы развитых стран мира в 2013 году

Рейтинг	Страна	Численность населения, млн. чел.	Площадь территории, тыс. кв. км	ВВП в 2012 году, млрд. долл.	ВВП на душу населения, долл.	Военные расходы				
						всего, млн. долл.	на душу населения, долл.	на 1 кв. км территории, тыс. долл.	Доля от ВВП, %	На 1 чел. и на 1 млн кв.км., долл.
1	ОАЭ	5,6	84	384	68195	18898	3357	226	4,9	40156
2	Сауд. Аравия	27	2150	711	26001	66996	2450	312	9,4	1140
3	Кувейт	2,7	18	163	59499	5815	2120	326	3,6	118981
4	Израиль	7,8	21	241	30829	16032	2050	772	6,6	98700
5	США	319	9827	16245	50950	640221	2008	65	3,9	204
6	Сингапур	5,6	1	277	49667	9759	1753	14001	3,5	2515065
7	Норвегия	5,15	324	500	97039	7235	1405	22	1,4	4339
8	Австралия	23	7740	1564	69527	23963	1065	3,1	1,5	138
9	Бахрейн	1,3	1	30	23144	1236	941	1626	4,1	1238158
10	Франция	66	644	2611	39406	61228	924	95	2,3	1435
11	Великобритания	64	244	2472	38766	57891	908	238	2,3	3727
12	Дания	5,6	43	315	56576	4553	818	106	1,4	18982
13	Южная Корея	49	321	1130	23033	33937	692	106	3,0	2154
14	Швеция	9,7	450	524	53834	6519	670	15	1,2	1488
15	Швейцария	8,1	41	524	64996	5053	627	122	1,0	15190
16	Финляндия	5,3	338	247	46947	3262	619	9,6	1,3	1831
17	Россия	142	17100	2030	14258	87836	617	5,1	4,3	36
18	Германия	81	357	3426	42272	48790	602	137	1,4	1686
19	Греция	11	132	249	23092	5939	551	45	2,4	4176
20	Канада	35	9984	1821	52294	18460	530	1,8	1,0	53
21	Италия	62	301	2013	32614	32657	529	108	1,6	1756
22	Бельгия	10	31	483	46283	5264	504	172	1,1	16509
23	Япония	127	378	5963	46867	48604	382	129	0,8	14
24	Китай	1355	9597	8358	6165	188460	139	20	2,3	12
25	Индия	1247	3287	1875	1503	47398	38	14	2,5	1011

Из приведенных данных видно, что наибольшие военные расходы (свыше 2000 долларов на человека) приходятся на ОАЭ, Саудовскую Аравию, Кувейт, Израиль, США. Что является причиной таких высоких военных расходов? Внешние угрозы национальной безопасности и суверенитета? Три страны Персидского залива не имеют явных противников со стороны внешнего окружения. Более того, все они, так или иначе, находятся в русле внешней политики США. Единственная из этих стран – Израиль – действительно испытывает враждебные отношения со стороны некоторых арабских стран: Египта, Ирака, Ли-

вана, Ирана. В основе этих недружественных отношений лежат территориальные и этноконфессиональные разногласия.

Следующую группу стран с уровнем военных расходов от 2000 до 1000 долларов на человека составляют Сингапур, Норвегия, Австралия. Для этих стран также трудно найти причину высоких военных расходов, кроме экономических возможностей.

Третья группа стран с уровнем военных расходов от 1000 до 500 долларов на человека включает большинство европейских стран (Франция, Великобритания, Дания, Швейцария, Швеция, Германия, Финляндия). Практи-

чески все эти страны являются членом блока НАТО, т. е. военно-политическими союзниками, а также членами Европейского союза, иначе – экономическими партнерами. Исключе

ние может составлять только Южная Корея, у которой существуют враждебные отношения с соседом – Северной Кореей.

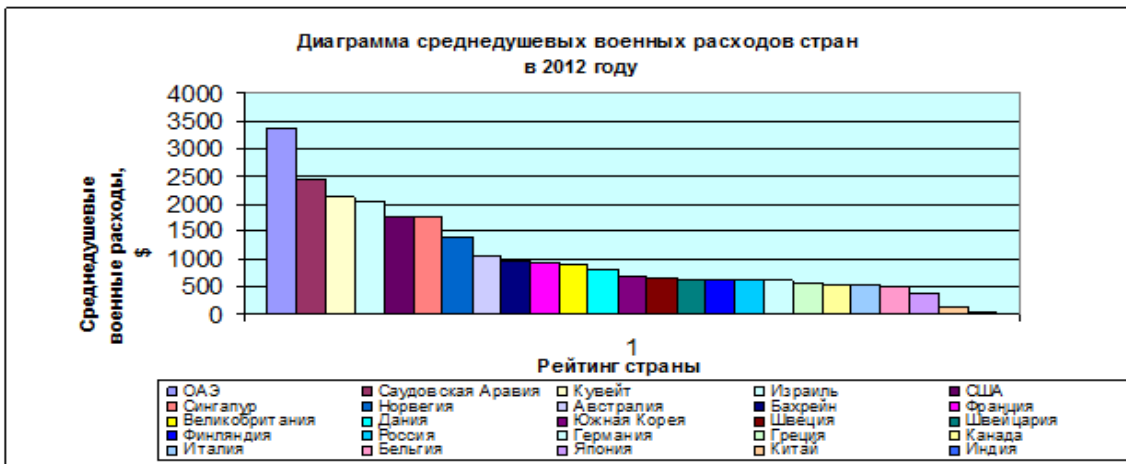


Рисунок 1 – Диаграмма среднедушевых расходов стран в 2012 году

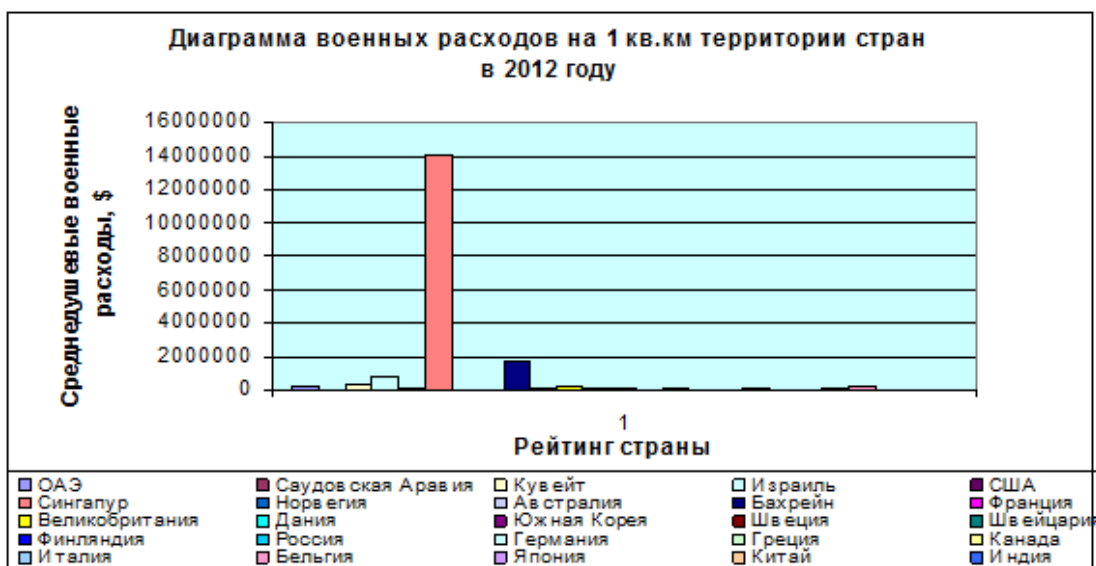


Рисунок 2 – Диаграмма военных расходов на 1 кв. км территории в 2012 году

Четвертая группа стран имеет уровень военных расходов менее 500 долларов на душу населения. К этим странам относится ряд европейских стран (Австрия, Болгария, Венгрия, Португалия, Испания, Кипр и др.), а также страны Юго-Восточной Азии, Африки и Латинской Америки. В эту же группу входят Япония, Китай и Индия.

Более полным и объективным по сравнению со среднедушевыми военными расходами является показатель, характеризующий их

долю в ВВП. Если величина среднедушевого ВВП отражает уровень экономического состояния страны и благосостояния его населения, то доля военных расходов от этого уровня характеризует уровень милитаризации экономики и ту плату, которую граждане этой страны несут за обеспечение национальной и личной безопасности.

Значения военных расходов в процентах от ВВП приведены в таблице 1 и на диаграмме рисунка 3. По этому показателю явно вы

деляется группа из шести стран с более чем 4% долей военных расходов от ВВП: ОАЭ, Саудовская Аравия, Израиль, Россия, Бахрейн, США. Значительная группа стран имеет долю военных расходов от 1,5% до 2,5%. К странам с минимальной долей военных расходов в

пределах 1% относятся Швейцария, Канада, Япония, Бельгия. Каждая из шести стран с наибольшими военными расходами имеет определенную мотивацию к наращиванию военных расходов, обусловленную ее геополитическими целями.

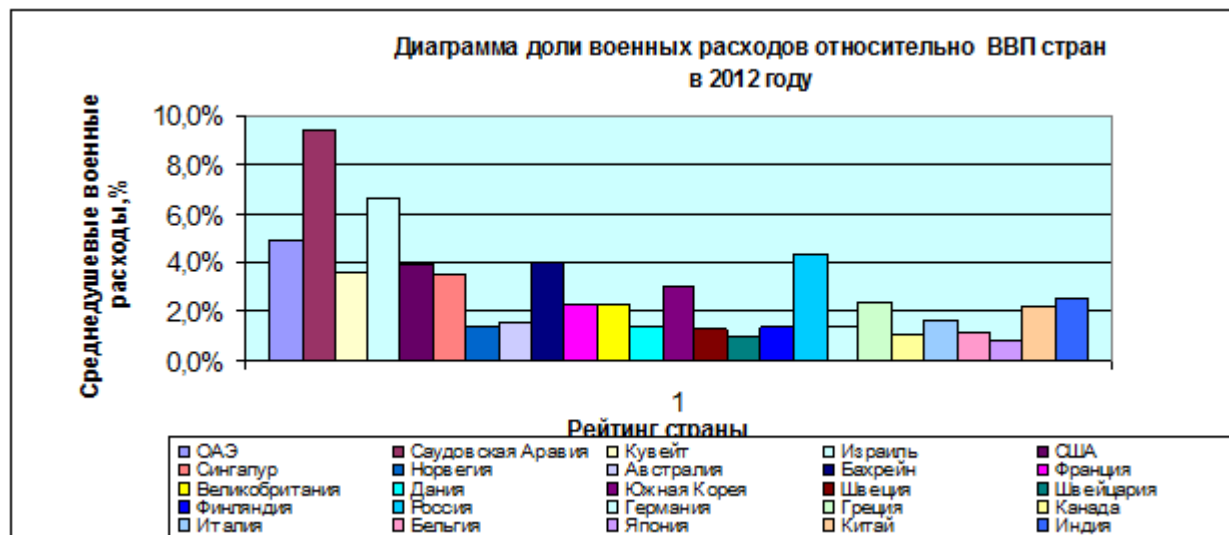


Рисунок 3 – Диаграмма доли военных расходов относительно ВВП в 2012 году

Так, в основе геополитики США лежат их стремление к гегемонии в мире, распространение своих национальных интересов далеко за пределы своей территории, навязывание своих ценностей другим странам и регионам. При этом силовой фактор в реализации такой геополитики играет одну из первостепенных ролей.

Страны Персидского залива (ОАЭ, Саудовская Аравия, Катар, Бахрейн) являются богатейшими странами мира и стремятся распространить свое влияние и продвигать исламские ценности (религию, культуру, воспитание) в другие мусульманские страны. Здесь также просматривается стремление этих стран к созданию мирового «исламского халифата». Кроме того, у Бахрейна и Саудовской Аравии имеют место межгосударственные и межнациональные противоречия.

Израиль – страна, находящаяся внутри арабского мира с частично завоеванной территорией, исповедующая иудаизм, несовместимый с исламом. Внешнее враждебное окружение принуждает Израиль иметь эф-

фективные вооруженные силы и специальные службы безопасности. Отсюда проистекают их значительные военные расходы.

Россия – евразийская страна с особым географическим положением и природно-климатическими условиями, с отличной от европейской и азиатской культурой, историческими традициями и менталитетом народа, огромной территорией и запасами природных ресурсов. Это страна, в которой впервые в XX веке были провозглашены и реализованы социалистические идеи и осуществлено строительство нового общества, отличного от традиционного западноевропейского общества. Этим самым Россия сделала вызов всему мировому порядку, основанному на буржуазной морали, буржуазной демократии и капиталистической экономике. Практические успехи Советского Союза в течение более чем 70-летней истории во всех сферах жизни наглядно демонстрировали перспективность нового пути развития и желание многих стран использовать данный опыт. Отсюда проис-

текало естественное враждебное отношение западного мира к России.

В новейшей истории Россия пытается сохранить свой суверенитет, проводить собственную национальную политику, быть равноправным игроком на геополитическом пространстве. Западный мир такое положение дел не устраивает. В России он снова видит своего геополитического противника. Отсюда обострение внешнеполитических и экономических отношений с США, Западной Европой. В этой ситуации как никогда актуальны слова императора России Александра III: «У России нет союзников кроме армии и флота». Это во все не означает противопоставление России всему миру, это лишь подчеркивает необходимость укрепления ее обороноспособности путем создания современного оборонно-промышленного комплекса и Вооруженных Сил, способных обеспечить ее национальную безопасность.

Доля военных расходов России по данным [4] составляет 4,3% от ВВП, и по этому показате-

лю она входит в группу стран с *наибольшими* военными расходами. Вместе с тем, Россия входит в тройку стран с *наименьшими* военными расходами на 1 кв. км территории после Австралии и Канады. Поэтому при сравнительной оценке военных расходов необходимо также учитывать размеры территории страны.

Население и территория страны являются составляющими ее национального богатства, а величина получаемого ВВП отражает эффективность использования этого богатства. В этом случае логично рассмотреть показатель, характеризующий долю военных расходов, приходящихся на 1 чел. и 1 млн кв. км территории. В последнем столбце таблицы 1 приведены значения этого показателя, а на рисунке 4 диаграмма их распределения по странам.

По этому показателю первые места занимают Сингапур, Бахрейн, Кувейт, Израиль, ОАЭ, Бельгия. Россия занимает третье место среди стран с наименьшим значением данного показателя после Китая и Японии.

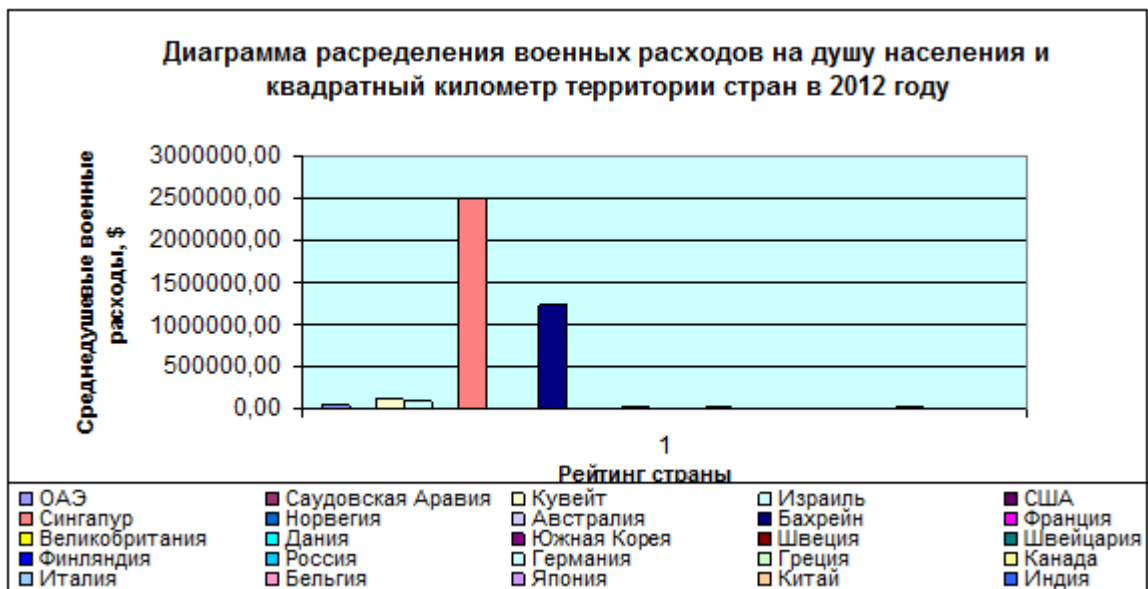


Рисунок 4 – Диаграмма распределения военных расходов на душу населения на 1 миллион квадратных километров территории

Из приведенных выше данных следует, что величина военных расходов связана не только с геополитическим положением и экономическими возможностями страны, но и с ожидаемым уровнем внешних угроз для лич-

ности и общества. Оценка опасности угроз всегда содержит психологический элемент, так как одна и та же угроза воспринимается как отдельным индивидом, так и обществом с различной степенью опасности [5, 6]. Данный

феномен находит свое подтверждение в результатах психологических исследований по оценке уровня различных угроз населением разных стран. Отсюда следует вывод о том, что обоснование рационального уровня военных расходов должно также иметь психолого-экономическую основу.

В связи со сказанным рассмотрим математическую модель оценки потребного уровня военных расходов, учитывающую как психологический, так и экономический факторы.

Уровень благосостояния каждого жителя страны характеризуется величиной потребляемого национального дохода C , который является основой его благосостояния. Для обеспечения личной безопасности каждый индивид готов потратить определенную часть $0 < \beta \leq 1$ своего благосостояния для этой цели. Уровень безопасности воспринимается индивидом как субъективная вероятность $0 < p \leq 1$ защищенности своей жизни и здоро-

$$p_b = P(D) = P(\bar{A}) + P(A) \cdot P(B|A) = 1 - P(A)[1 - P(B|A)] = 1 - p_y[1 - p_3], \quad (1)$$

где $p_b = P(D)$ – вероятность безопасности жизнедеятельности индивида;

$p_y = P(A)$ – вероятность возникновения угрозы;

$p_3 = P(B|A)$ – условная вероятность нейтрализации угрозы, т.е. защиты от нее.

Оценка угроз и вероятностей их возникновения осуществляется на основе исследований межгосударственных, экономических, национальных, этнических, конфессиональных, культурных отношений как между различными странами, так и внутри социума страны [7, 8, 9]. Как правило, эти оценки носят экспертный характер. Далее мы будем полагать, что оценка вероятности возникновения угроз p_y в некоторый текущий момент времени известна и известна ее прогнозная динамика.

Рассмотрим возможный подход к оценке вероятности нейтрализации угрозы p_3 . Эта вероятность зависит как от уровня существующей угрозы, так и от уровня благосостояния индивида C , и доли затрат β , которую он мо-

жет использовать в качестве платы за свою безопасность $p_3 = f(\beta, C)$.

По своему смыслу эта функция должна быть монотонно возрастающей по аргументам C , β . При отсутствии или весьма малых расходах на безопасность ($\beta \rightarrow 0$, $C < \infty$) значение функции защищенности должно стремиться к нулю, а при бесконечно больших расходах ($C \rightarrow \infty$, $\beta \rightarrow 1$) – к единице. При этом скорость изменения вероятности защищенности p_3 с увеличением доли расходов β должна уменьшаться пропорционально уже достигнутому уровню безопасности и затрат на ее обеспечение.

При сделанных предположениях функция защищенности $p_3 = f(\beta, C)$ должна удовлетворять следующему дифференциальному уравнению:

При сделанных предположениях функция защищенности $p_3 = f(\beta, C)$ должна удовлетворять следующему дифференциальному уравнению:

$$\frac{dp_3}{dt} = (1 - p_3) \beta C \quad (2)$$

с граничными условиями $p_3(0, C) = 0$; $C \rightarrow \infty$, $p_3(1, C) \rightarrow 1$.

Решением этого уравнения является

Решением этого уравнения является

$$p_3(\beta, C) = 1 - \exp\left(\frac{-\beta^2 C}{2}\right). \quad (3)$$

На рисунке 5 показаны графики функции защищенности (2) при значениях уровня благосостояния $C = 1000; 500; 250$ у.е.

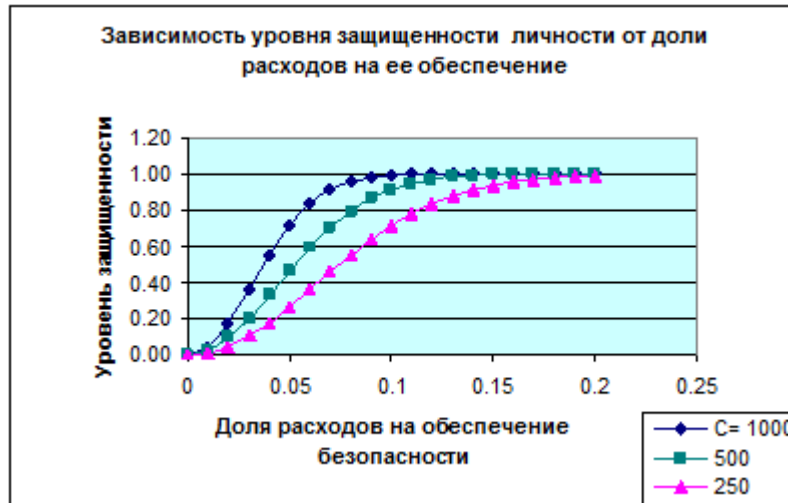


Рисунок 5 – Зависимость уровня защищенности личности от доли расходов на ее обеспечение

Следует заметить, что функция защищенности, представленная выражением (3), не является единственной. Она представляет наиболее простую форму искомой зависимости, удовлетворяющей сформулированным выше требованиям.

В соответствии с (1) вероятность безопасности личности будет описываться следующим выражением:

$$p_b(\beta, C) = 1 - p_y \exp\left(\frac{-\beta^2 C}{2}\right). \quad (4)$$

Далее выражение (3) мы используем в качестве модели оценки уровня субъективной безопасности индивида при известном уровне угроз и затрат на обеспечение его защищенности.

Выбор доли расходов на личную безопасность рациональный индивид осуществляет по минимуму среднего риска

$$R(\beta) = p_b \beta C + (1 - p_b) C, \quad (5)$$

составляющими которого являются:

- средние затраты $p_b \beta C$, связанные с платой за безопасность при достигнутом ее уровне p_b ;
- средние потери своего благосостояния $(1 - p_b) C$ в случае возникновения реальной угрозы.

Минимум риска достигается при условии $\frac{dR}{d\beta} = 0$, откуда получаем нелинейное уравнение для оптимального значения доли расходов на обеспечение безопасности:

$$\beta = \frac{p_b(\beta)}{C[1 - p_b(\beta)](1 - \beta)}. \quad (6)$$

Решение уравнения (6) осуществляется методом итераций.

На рисунке 6 показаны графики зависимости средних потерь (риска) индивида от доли расходов β на личную безопасность. Видно, что для различного уровня благосостояния функция риска имеет минимум по аргументу β , причем этот минимум зависит от уровня благосостояния индивида. Величина $\beta^{opt} C$ и есть оптимальная плата индивида за обеспечение своей безопасности.

Уровень благосостояния различных групп населения различается между собой. В этом случае для каждой группы населения будет своя оптимальная доля расходов на обеспечение безопасности. Пусть в составе населения имеется m групп с различным уровнем благосостояния. Тогда оптимальная доля расходов для страны будет составлять величину:

$$\beta^{opt} = \frac{\sum_{j=1}^m \psi_j \beta_j^{opt} C_j}{\sum_{j=1}^m \psi_j C_j}, \quad (7)$$

где индекс j характеризует номер группы населения с различным уровнем благосостояния;
 $0 < \psi_j < 1$ – доля численности j -й группы в составе населения страны;

$$\sum_{j=1}^m \psi_j = 1.$$

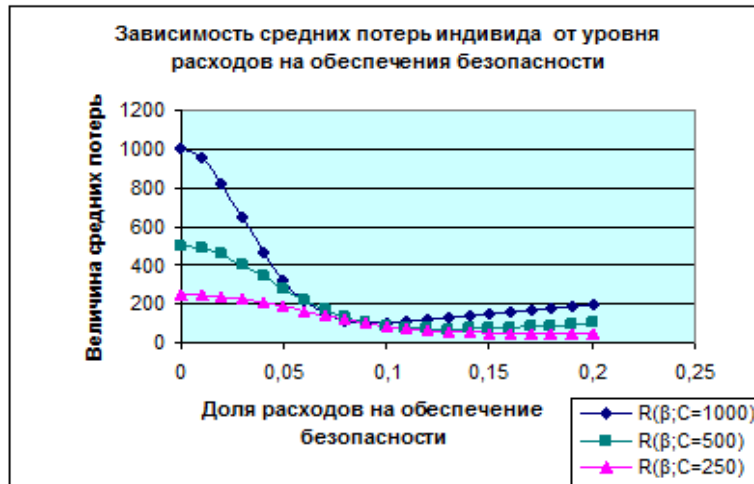


Рисунок 6 – Зависимость средних потерь индивида от уровня расходов на обеспечение безопасности

Благосостояние населения и государства напрямую связано с величиной производимого валового внутреннего продукта (ВВП) и долей его потребления. Эту зависимость в первом приближении можно принять линейной:

$$C = \eta \frac{Y}{N}, \quad (8)$$

где Y – величина ВВП;

N – численность населения;

$\eta > 0$ – коэффициент пропорциональности.

По известной величине среднедушевого ВВП, используя выражение (4), можно определить долю потребных расходов β на обеспечения национальной безопасности с заданной надежностью \bar{p}_b при известном уровне угроз p_y :

$$\beta = \sqrt{\frac{-2 \ln \left(\frac{1 - \bar{p}_b}{p_y} \right)}{C}}. \quad (9)$$

Прогноз ВВП на среднесрочный период можно осуществить по известным моделям макроэкономического прогнозирования.

Одна из таких моделей представлена в работе [11]. Достоинством данной модели является простота и использование официальных статистических данных Росстата.

Модель включает в себя пять частных моделей, описывающих процессы производства, распределения и использования валового внутреннего продукта. Структурная схема модели представлена на рисунке 7.

1) Модель производства ВВП описывается двухфакторным уравнением Кобба-Дугласа [12]:

$$Y = AK^\alpha S^{1-\alpha}, \quad (10)$$

где K – стоимость производственных фондов, включающих в себя основные фонды и оборотные средства;

$S(L)$ – оплата труда работников, занятых в экономике;

$0 < \alpha < 1$ – коэффициент эластичности ВВП к изменению производственных фондов;
 A – масштабный коэффициент.

Значение коэффициента эластичности α определяется по статистическим данным и для России на момент 2013 года составляет $\alpha = 0,51$.

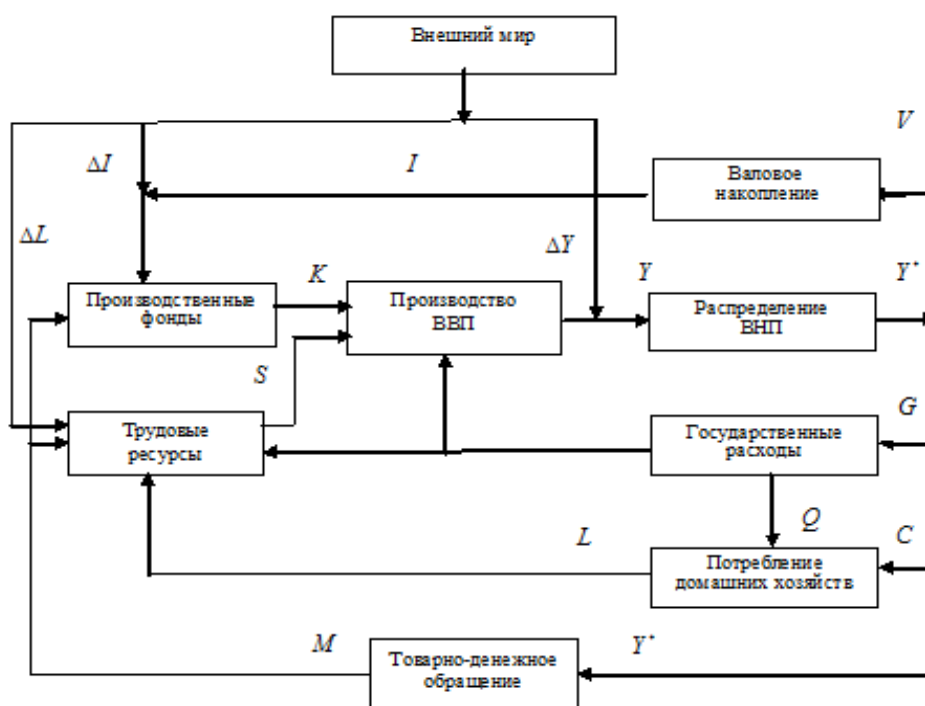


Рисунок 7 – Структурная схема макроэкономической модели

В соответствии с методологией Системы национальных счетов (СНС) ВВП представляет собой суммарную добавленную стоимость произведенного в течение года конечного продукта и содержит в себе три источника доходов: оплату труда работников S , налоги на

производство и импорт продукции H и валовую прибыль W :

$$Y = S + H + W. \quad (11)$$

В таблице 2 приведены абсолютные и долевые величины этих показателей за период 2000-2012 годов [10, 13].

Таблица 2 – Структура ВВП по источникам дохода

Годы	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Валовой внутренний продукт в рыночных ценах, млрд руб.	7306	21610	33248	41277	38807	46309	55800	62599
в том числе:								
Оплата труда наемных работников	2937	9474	15526	19560	20412	22996	27647	31578
в % к ВВП	40,2	43,8	46,7	47,4	52,6	49,7	49,5	50,4
из нее – скрытая оплата труда и смешанные доходы	810	2551	4450	5200	5790	6632	7868	9018
в % к оплате труда	27,6	26,9	28,7	26,6	28,4	28,8	28,5	28,6
Чистые налоги на производство и импорт	1249	4248	6334	8218	6474	8219	10880	12410
в % к ВВП	17,1	19,7	19,1	19,9	16,7	17,7	19,5	19,8
в том числе:								
чистые налоги на продукты	834	3092	4763	6094	4976	6269	8294	9315
в % к чистым налогам	66,8	72,8	75,2	74,2	76,9	76,3	76,2	75,1
чистые налоги на производство	415	1156	1571	2124	1498	1950	2586	3095
Валовая прибыль экономики и валовые смешанные доходы	3120	7887	11387	13499	11921	15094	17273	18611
в % к ВВП	42,7	36,5	34,2	32,7	30,7	32,6	31,0	29,7

Как видно из таблицы 2, оплата труда работников занятых в экономике за указанный период составляла долю $\vartheta=0,4..0,5$ от ВВП.

2) Модель распределения и использования ВВП в соответствие с методологией Системы национальных счетов описывается следующим балансовым уравнением:

$$Y=C+G+V+\Delta Y, \quad (12)$$

где C – конечное потребление домашних хозяйств;

G – расходы на государственное управление;

V – валовое накопление;

ΔY – чистый экспорт продукции.

Динамика использования ВВП за период 2000-2012 годов приведена в таблице 3 по данным [13]. Как видно из таблицы, доля потребления домашних хозяйств за указанный период оставалась практически неизменной и составляла 0,45..0,49 от ВВП. Доля государственных расходов изменялась в пределах 0,15..0,19, а доля валового накопления в диапазоне 0,19 .. 0,26 от ВВП. Чистый экспорт продукции и услуг за этот период непрерывно снижался от 0,20 до 0,07 от ВВП.

Таблица 3 – Структура использования ВВП

Годы	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Валовой внутренний продукт в рыночных ценах, млрд руб.	7306	21610	33248	41277	38807	46309	55800	62599
в том числе:								
Расходы на конечное потребление	4477	14438	21969	27544	29270	32514	37439	42471
в % к ВВП	61,3	66,8	66,1	66,7	75,4	70,2	67,1	67,8
из них:								
домашних хозяйств	3295	10653	16032	19967	20986	23617	27164	30543
в % к ВВП	45,1	49,3	48,2	48,4	54,1	51,0%	48,7	48,8
государственного управления	1103	3646	5751	7360	8067	8671	10041	11665
в % к ВВП	15,1	16,9	17,3	17,8	20,8	18,7	18,0	18,6
Валовое накопление	1366	4339	8034	10526	7345	10473	14208	16265
в % к ВВП	18,7	20,1	24,2	25,5	18,9	22,6	25,5	26,0
в том числе:								
Валовое накопление основного капитала	1232	3837	6980	9201	8536	10015	12076	13768
в % к ВН	90,2	88,4	86,9	87,4	116,2	95,6	85,0	84,6
изменение запасов материальных оборотных средств	134	502	1054	1325	-1191	458	2132	2497
в % к ВН	9,8	11,6	13,1	12,6	-16,2	4,4	15,0	15,4
Инвестиции в основной капитал	1165	3611	6716	8782	7976	9152	11036	12569
в % к ВН	85,3	83,2	83,6	83,4	108,6	87,4	77,7	77,3
Чистый экспорт товаров и услуг	1463	2959	2867	3813	2888	3740	4777	4568
в % к ВВП	20,0	13,7	8,6	9,2	7,4	8,1	8,6	7,3
Экспорт/импорт	1,83	1,64	1,40	1,42	1,36	1,38	1,39	1,33

Государственные расходы G составляют основу федерального бюджета страны и используются для обеспечения и развития социальной сферы государства (образование, наука, культура, здравоохранение, социальное обеспечение населения), развития нацио-

нальной экономики, обеспечения задач и функций государства и местного самоуправления. Государственные расходы за период 2000-2013 годов составляли от 15% до 19% от ВВП. Составной частью государственных

расходов являются расходы на национальную оборону и безопасность страны.

Расходная часть федерального бюджета в 2013 году составляла 20% от ВВП и включала следующие статьи расходов [13]:

- социальная сфера – 38,7% федерального бюджета (7,8% ВВП);
- национальная оборона – 15,8% (3,2% к ВВП);
- национальная безопасность и правоохранительная деятельность – 15,5% (3,1% к ВВП);
- национальная экономика – 13,9% (2,8% к ВВП);
- обслуживание государственного долга Российской Федерации – 2,7% (0,5% к ВВП).

Таким образом, суммарные расходы на обеспечение национальной безопасности в 2013 году составляли 31,3% федерального бюджета и 6,3% ВВП.

Учитывая баланс ВВП по доходам и расходам, имеем следующее равенство между его составными частями:

$$S + H + W = C + G + V + \Delta Y. \quad (13)$$

При этом между составными частями ВВП выполняются следующие соотношения:

$$S \leq C + G; H \geq G; W \geq V + \Delta Y.$$

Эти соотношения используются в качестве балансовых ограничений.

3) Модель динамики производственных фондов описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{dK}{dt} = -\nu K + \gamma V, \quad (14)$$

где ν – доля потребления производственных фондов;

γ – доля инвестиций в производственные фонды от валового накопления.

4) Модель динамики трудовых ресурсов. Источником трудовых ресурсов являются домашние хозяйства. Численность занятого в экономике населения L зависит от спроса и предложения на рабочую силу и составляет определенную долю δ от численности населения страны:

$$L = \delta N. \quad (15)$$

Анализ динамики трудовых ресурсов для различных стран показывает [14, 15], что доля занятого населения δ представляет собой константу для экономики определенной страны. Так, например, для США и развитых стран Европы, включая Россию, доля занятого в экономике населения составляет $\delta = 0,45 \dots 0,5$; для развивающихся стран доля занятого населения составляет $\delta = 0,35 \dots 0,4$. Исключение составляет Китай с долей занятости $\delta = 0,57$. Для России доля занятости составляет $\delta = 0,48$.

Изменение численности населения страны N на относительно коротком промежутке времени можно описать известным демографическим уравнением:

$$\frac{dN}{dt} = \lambda N, \quad (16)$$

с постоянной интенсивностью роста населения λ .

Для России, начиная с 2010 года, постоянный темп роста населения составляет $\lambda = 0,0015 \dots 0,0018$ млн чел. в год.

5) Модель товарно-денежного обращения описывает количество денежной массы $M(t)$, находящейся в экономике в зависимости от величины ВВП $Y(t)$:

$$M(t) = M_Y(t) + \Delta M,$$

где $M_Y(t)$ – операционный спрос на деньги;

ΔM – дополнительный рост денежной массы за счет спекулятивного денежного спроса, дополнительных платежных обязательств государства и экспорта (импорта) денежной массы.

Операционный спрос определяется потребностями экономики и составляет величину [12]:

$$M_Y(t) = kY(t), \quad (17)$$

где k – показатель монетизации экономики.

Операционный объем денежной массы M_Y должен, прежде всего, обеспечить текущие расходы в экономике – оплату труда работников S и государственные расходы G :

$$M_Y = S + G.$$

Если объем денежной массы не покрывает текущих расходов ($M < M_Y$), то предприятия вынуждены заимствовать деньги у коммерческих банков под определенный процент $r > 0$. Этот процент зависит от ставки рефинансирования Центрального банка и ставок кредитования коммерческих банков.

В этом случае общая масса денег в экономике увеличивается и составляет:

$$M^* = M + (M_Y - M)(1 + r).$$

При неизменном объеме ВВП и скорости товарно-денежного обращения увеличение количества денег приводит к росту цен на продукцию ρ :

$$\rho = \frac{M^*}{M_Y} = 1 + r(1 - \chi),$$

где $\chi = \frac{M}{M_Y}$ – коэффициент денежного покрытия текущих расходов экономики.

В том случае, если объем располагаемой денежной массы превышает текущие расходы ($M > M_Y$), то избыток денежной массы $\Delta M > 0$ приводит также к росту потребительских цен на товарных рынках:

$$\rho = \chi.$$

Обобщая оба случая, получаем следующее выражение для оценки уровня инфляции ρ в зависимости от объема денежной массы M в экономике:

$$\rho = \begin{cases} 1 + r(1 - \chi), & \chi < 1 \\ \chi, & \chi \geq 1 \end{cases}. \quad (18)$$

Из выражения (12) можно найти уровень монетизации экономики, при котором достигается минимальный (теоретически нулевой) рост инфляции ($\rho = 1$):

$$k^* = \frac{M_Y}{Y} = S + \frac{G}{Y}. \quad (19)$$

При постоянном уровне монетизации экономики k объем денежной массы будет расти пропорционально объему ВВП.

По данным Росстата, уровень монетизации экономики России в период 2000–2012 годов составлял $k = 0,16..0,45$, а уровень денежного покрытия текущих расходов χ изменялся в пределах $0,4..0,7$.

Рост инфляции приводит к снижению реального конечного потребления ВВП и валового накопления. В этом случае в формулах для оплаты труда, конечного потребления и валового накопления величину ВВП необходимо разделить на текущий индекс цен ρ .

Таблица 4 – Исходные данные макроэкономического прогноза

Параметры экономики	1 вариант	2 вариант	3 вариант
Коэффициент масштаба	1,03	0,98	0,70
Коэффициент эффективности экономики	0,51	0,49	0,51
Доля потребления домашних хозяйств от ВВП	0,49	0,49	0,49
Доля государственных расходов в ВВП	0,19	0,15	0,15
Доля валового накопления	0,26	0,30	0,30
Доля чистого экспорта	0,06	0,06	0,06
Доля оплаты труда от ВВП	0,50	0,50	0,5
Коэффициент потребления основных фондов (ОФ)	0,035	0,035	0,035
Доля инвестиций в ОФ от валового накопления	0,8	0,9	0,9
Доля экономически занятого населения	0,48	0,48	0,48
Доля расходов на национальную оборону и безопасность от ВВП	0,063	0,063	0,063
Темп роста населения страны, млн чел. в год	0,0015	0,0015	0,0015
Уровень монетизации экономики	0,43	0,45	0,47
Банковский процент кредитования предприятий	0,21	0,25	0,21
Уровень внешних и внутренних угроз	0,1	0,3	0,5
Требуемый уровень национальной безопасности	0,9	0,9	0,9

С помощью данной модели осуществлен макроэкономический прогноз на период

2013–2023 годов. В таблице 4 приведены исходные данные макроэкономического прог-

ноза для трех вариантов экономического развития России.

Вариант 1. Состояние экономики и последующая динамика ее развития соответствует состоянию 2013 года. Уровень угроз национальной безопасности принят равным $p_y=0,1$.

Вариант 2. В связи с государственным переворотом на Украине в 2014 году, вхождением Крыма в состав России, развязанной на Украине гражданской войной и предъявлением России санкций со стороны США и Европейского Союза, изменились коэффициенты масштаба и эластичности производственной функции Кобба-Дугласа, описывающей дина-

мику производства ВВП. Кроме того, увеличилось валовое накопление, ставка рефинансирования Центрального банка и уровень монетизации экономики. При этом сократились неприоритетные государственные расходы.

Уровень угроз национальной безопасности для этого варианта принят равным $p_y=0,3$.

Вариант 3. Дополнительно к варианту 3 произошла девальвация рубля, приведшего к снижению его покупательной способности, что отражено уменьшением коэффициента масштаба производственной функции на 30%. Уровень угроз национальной безопасности принят равным $p_y=0,5$.

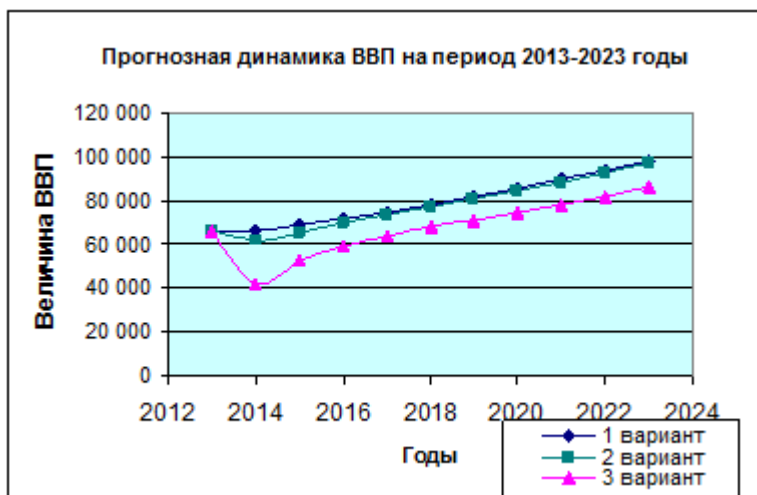


Рисунок 8 – Прогнозная динамика ВВП на период 2013-2024 годов

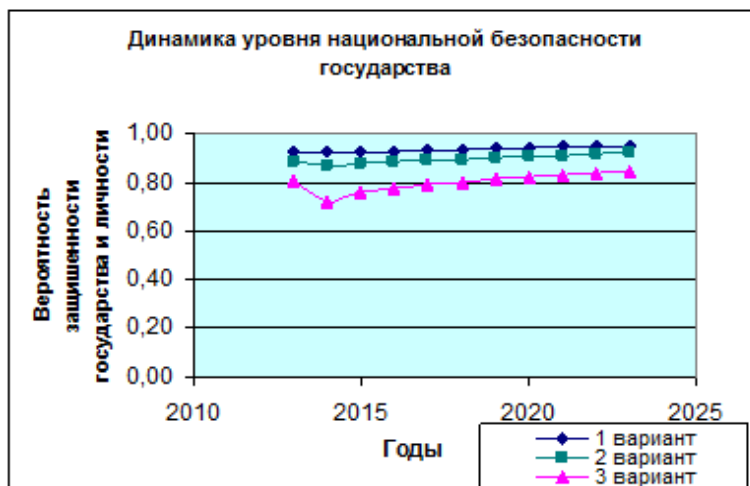


Рисунок 9 – Динамика уровня национальной безопасности государства

На рисунках 8, 9 показаны графики, отражающие динамику среднедушевого ВВП и вероятности обеспечения национальной безопасности на прогнозируемый период. В расчетах вероятности национальной безопасности коэффициент пропорциональности η был принят равным единице.

Из приведенных графиков следует, что развязанная США и Западной Европой информационная и экономическая «война» против России привели к определенному снижению ее экономической мощи и росту угроз национальной безопасности. При существующих расходах на ее обеспечение в размере

6,3% от ВВП эта величина расходов обеспечивает вероятность национальной безопасности в пределах $p_b=0,88..0,95$ при уровне внешних и внутренних угроз $p_y \leq 0,3$. С ростом внешних и внутренних угроз (вариант 3) эта вероятность обеспечивается в ближайшие три-четыре года только в пределах $p_b=0,88..0,95$, что явно недостаточно.

На рисунке 10 приведены графики потребных расходов на обеспечение национальной безопасности с надежностью $p_b=0,9$ для рассмотренных вариантов развития.

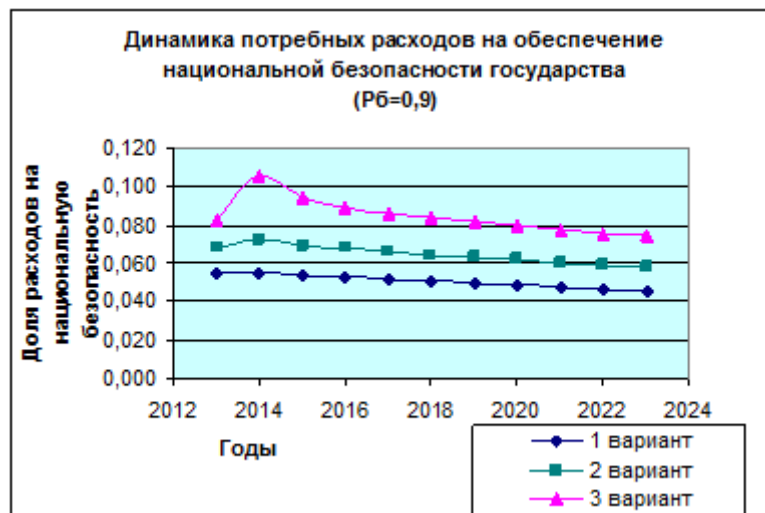


Рисунок 10 – Динамика потребных расходов на обеспечение национальной безопасности с уровнем надежности $p_b=0,9$

Как следует из рисунка, для обеспечения национальной безопасности с заданной надежностью доля расходов должна составлять не менее 7,0..7,5% от ВВП. В угрожающие периоды, когда необходимо форсировать создание современной системы обороны, оснащение Вооруженных Сил и органов правопорядка современным оружием и средствами борьбы с террористами, мятежниками и другими дестабилизирующими силами этот уровень расходов может быть и превышен.

Рассмотренный подход к оценке уровня расходов на обеспечение национальной безопасности позволяет перейти от качественных рассуждений на тему: Сколько стоит безопасность личности, общества и государства?

к количественной оценке этих затрат в зависимости от геополитических факторов, состояния экономики, характера и уровня внешних и внутренних угроз.

Предложенная в статье простейшая модель оценки национальной безопасности оказывается вполне адекватной принятым экспертным оценкам по уровню расходов на обеспечение национальной безопасности. Дальнейшее развитие данного подхода должно быть направлено на разработку моделей, учитывающих состояние вооруженных сил, правоохранительных органов и оборонно-промышленного комплекса, и их влияние на компенсацию и нейтрализацию внешних и внутренних угроз.

Список использованных источников

1. Военный бюджет государства. Методы обоснования и анализа / Под общ. ред. Г.С. Олейника. – М.: Военное издательство, 2000. – 359 с.
2. Воробьев В.В. Финансово-экономическое обеспечение оборонной безопасности России: проблемы и пути решения. – СПб: СПГУЭиФ, 2003. – 414 с.
3. Викулов С.Ф. Экономика военного строительства: эволюция взглядов на проблемы, методы. Решения. – М.: Граница. – 2013. – 608 с.
4. Military expenditure by country, 2013.
5. Фельдман Д.М. Конфликты в мировой политике. – М.: Международный университет бизнеса и управления, 1997.
6. Прохожев А.А. Национальная безопасность России: Учебник. – М.: РАГС, 2002. – 452 с.
7. Хрусталева Е.Ю. Концептуальный подход к анализу процессов экономического обеспечения военной безопасности государства: приоритеты и безопасность. – 2010. – № 35.
8. Материалы Первой всероссийской конференции «Аналитика развития и безопасность страны»: реалии и перспективы». – М.: ООО «Агентство печати «Столица», 2014. – 592 с.
9. Цырендоржиев С.Р. О количественной оценке военной безопасности // Военная мысль. – 2014. – № 10.
10. Россия в цифрах. – М.: Росстат, 2009, 2011, 2013.
11. Буравлев А.И. Модель макроэкономического прогнозирования развития национальной экономики в посткризисный период / Труды XII Всероссийского совещания по проблемам управления. – М.: ИПУ РАН им. В.А. Трапезникова, 2014.
12. Лебедев В.В., Лебедев К.В. Математическое и компьютерное моделирование экономики. – М.: НВТ-Дизайн, 2002. – 281 с.
13. Исполнение федерального бюджета и бюджетов бюджетной системы Российской Федерации за 2013 год. – М.: Минфин РФ, 2014.
14. Страны мира, данные по экономике, политике, населению // informatsiya.ru/2010/05/05.
15. Численность экономически активного населения стран мира // www.prorown.ru/information/hide/3514html.

С.Р. Цырендоржиев, кандидат военных наук, доцент

Методический подход к обоснованию баланса военных и невоенных мер при решении задачи стратегического сдерживания в доядерный период¹

В статье предложены основы методического подхода к обоснованию сдерживающего ущерба для предотвращения развязывания и эскалации военных конфликтов в доядерный период их развития. В отличие от известных в настоящее время подходов, величина сдерживающего ущерба ставится в зависимость как от необходимости обеспечения военной безопасности РФ, так и от психологических оценок величины этого ущерба противостоящей стороной. При этом величина сдерживающего ущерба соответствует уровню военной угрозы, т. е. «дозировается» и учитывает возможность снижения агрессивных намерений противостоящего субъекта военно-политических отношений (ВПО) по разрешению конфликта силовыми методами. Предлагаемый подход обеспечивает обоснование баланса военных и невоенных мер, при котором обеспечивается военная безопасность России на уровне не ниже заданного, стратегическую и военную стабильность в международных отношениях в зонах ее геополитических интересов.

Заметные изменения в военно-политическом и стратегическом характере современных военных угроз и военных конфликтов в сравнении с еще недавними примерами военных конфликтов конца прошлого и начала нынешнего века являются предметом обсуждения многих военных экспертов. Не вызывает сомнения, что наиболее существенные черты военных угроз в настоящее время и в перспективе связаны с комплексированием в их содержании военных и невоенных мер, направленных на наиболее уязвимые элементы административного и общественного устройства, системы обеспечения обороны и безопасности, народно-хозяйственного комплекса государства-жертвы. Это обуславливает большое разнообразие в формах и способах реализации военных угроз, о чем, например, свидетельствует появление таких терминов, как «гибридная», «сетевая» война, использование в межгосударственном противоборстве новых физических и виртуальных сред для применения нетрадиционных средств воздействия на противника.

Системный характер современных военных угроз обязывает Российскую Федерацию

иметь системную же организацию мер их парирования. При этом методологически важно опираться на классический закон вооруженной борьбы – закон соотношения сил, который в современных условиях приобретает новое звучание: в межгосударственном противоборстве больше шансов на победу имеет тот, чьи силы и средства объединены в систему высшей организации и кто сумеет активными и неожиданными действиями дезорганизовать и декомпозировать систему сил и средств противника.

Любую систему мер парирования военных угроз образуют военные и невоенные меры. Сочетание военных и невоенных мер парирования военных угроз, нахождение их баланса, отвечающего условиям складывающейся международной и военно-политической обстановки – одно из эффективных направлений обеспечения национальной и военной безопасности государства.

Под балансом военных и невоенных мер парирования военных опасностей и угроз понимается такое их соотношение, при котором обеспечивается военная безопасность государства. Разработка баланса невоенных и во-

1 Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта №15-37-11136.

енных мер парирования военных угроз безопасности государства есть научно-практическая задача выработки вариантов сочетаний этих мер, при каждом из которых степень военной безопасности РФ будет не ниже ее требуемого значения. Универсального правила выбора наилучших вариантов из них, по всей видимости, не существует, хотя можно обосновать и сформулировать ряд принципов, руководствуясь которыми принятие решения на построение системы мер парирования военной угрозы будет достаточно обоснованным.

Для обоснования множества вариантов баланса военных и невоенных мер необходимо:

уточнить сущность военных угроз, их внутреннюю структуру и содержание, обосновать логику разработки военных и невоенных мер их парирования;

установить аналитические связи между объемом и содержанием военных мер по парированию военных угроз и степенью военной безопасности РФ в зависимости от возможных последствий применения невоенных мер.

Результаты решения этих задач составят основу методического подхода к обоснованию баланса военных и невоенных мер парирования угроз безопасности государства.

Результаты исследований сущности военных угроз и невоенных мер их парирования подробно рассмотрены в [1]. Они сводятся к следующим основным положениям.

Военно-политический и стратегический характер военной угрозы определяется ее источником, носителем, особенностями предполагаемого района военных действий. В качестве источника военной опасности (угрозы) выступают различного рода противоречия. К ним относятся экономические, территориальные, межкультурные, идеологические, межконфессиональные, этнические, политические, демографические и др. Одна из сторон противоречия (конфликта интересов) является носителем военной опасности (угрозы). В качестве носителя военной опасности (угрозы) может быть одно государство или коалиция государств с разным военным по-

тенциалом и взглядами на применение силы при разрешении межгосударственных конфликтов и противоречий. На уровень и характер военной угрозы влияет проводимая ее носителем политика, которая реализуется или демонстрируется конкретными действиями или декларируемыми намерениями, оценками, заявлениями в различных областях взаимодействия государств на международной арене.

Основные направления выработки мероприятий для ее парирования состоят в воздействии на источник военной угрозы, т. е. на возникшие или существовавшие прежде противоречия, и воздействии на политику носителей сложившегося противоречия того или иного вида. Устранение или снижение остроты противоречия может быть осуществлено политико-дипломатическими, экономическими мерами при поддержке весьма эффективных информационно-психологических кампаний. Очевидно, что любое из перечисленных противоречий может быть разрешено и силовым (военным) способом за счет ликвидации одним из участников противоречия другого, либо за счет убеждения последнего в бесперспективности его притязаний ввиду значительного превосходства противника в силах и средствах.

Воздействие на политику носителей сложившегося противоречия. Здесь также возможно применение силовых мероприятий путем демонстрации тем или иным способом военной силы в регионах возникновения конфликтов с целью убеждения противника в бесперспективности проведения им своей политики. Однако этот путь снижения напряженности военно-политической обстановки нельзя назвать перспективным, особенно в случаях, когда притязания сильнейшей стороны противостоятся находятся за пределами международного права. В связи с этим очевидна необходимость в установлении границ в возможностях применения силы в международных отношениях. Речь идет о формировании комплекса правил, международных договоров, при которых субъекты международных

отношений будут ограничены в возможностях проведения агрессивной внешней политики за счет контроля над распространением и применением различного рода вооружений, составом группировок войск (сил), торговлей, распространением информации и т. п. Международное право, как и арсенал невоенных мер снижения напряженности международной и, в частности, военно-политической обстановки – развивающаяся система и ее позитивный прогресс – непереносимое условие успешного развития человечества.

Подводя краткий итог сделанным рассуждениям, можно определить сущность невоенных мер следующим образом.

Невоенные меры парирования военных угроз – это комплекс мероприятий и действий, направленных на устранение противоречий между РФ и другими субъектами ВПО или на снижение их конфликтности диплома-

тическими, политическими, информационными и экономическими мероприятиями.

Особенность невоенных мер состоит в их конкретно-историческом содержании, зависящем от военно-политического, социального и стратегического характера военной опасности (угрозы). Как показывает опыт развития украинского кризиса, при оценке конфликта и сопровождающей его военной угрозы чрезвычайно важно не упустить геополитическое содержание политики главных действующих субъектов. Это позволит подойти к выработке государственной политики как во внешней, так и во внутренней области системно, четко обосновав стратегические цели, задачи, требуемые силы и средства и способы их применения для обеспечения военной безопасности России и достижения желаемого состояния военно-политической и международной обстановки в регионах ее национальных интересов и в мире в целом.

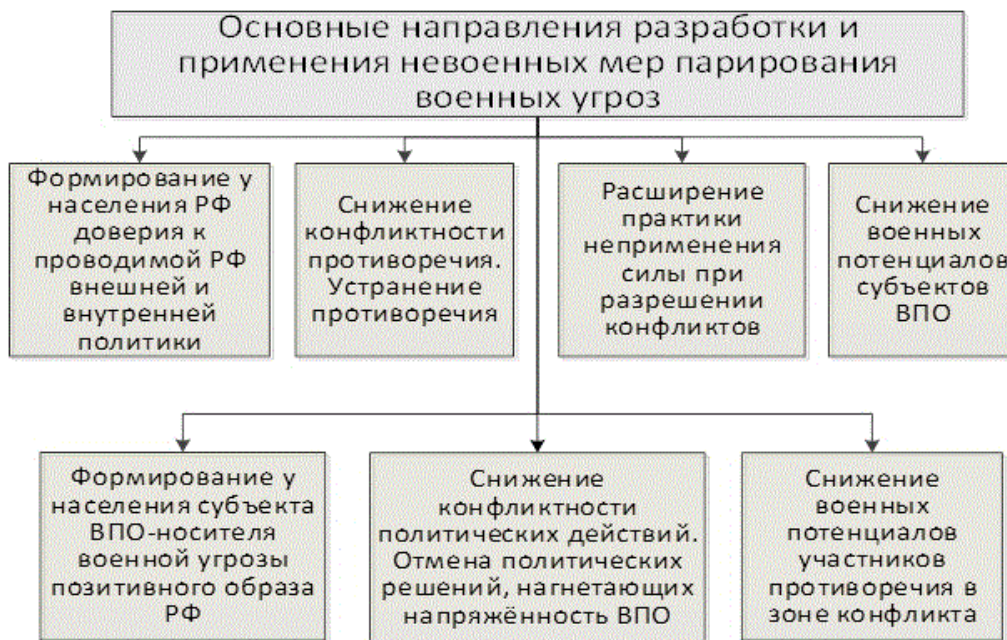


Рисунок 1 – Основные направления разработки и применения невоенных мер парирования военных опасностей и военных угроз

Выработка и планирование невоенных мер по парированию военной угрозы, составляющих часть государственной политики, может быть целесообразна лишь на краткосрочную перспективу с возможностью их коррекции соответственно изменению военно-политической об-

становки. Из анализа структуры военных опасностей и военных угроз можно выделить основные направления разработки и применения невоенных мер, показанные на рисунке 1.

Но заблаговременная разработка невоенных мер абсолютно необходима, что должно

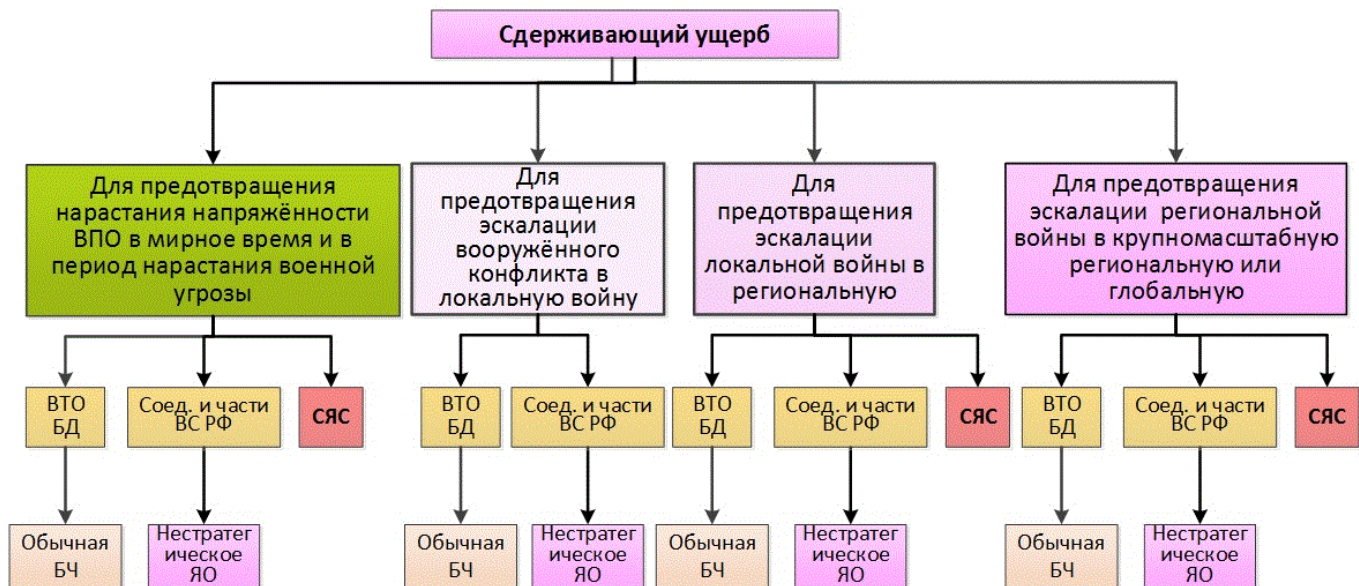
быть непременно сделано в условиях спокойной военно-политической обстановки на основе результатов прогноза ее развития одновременно с выработкой плановых мероприятий по обеспечению обороны и безопасности государства.

Объем и содержание мероприятий по организации и осуществлению военных мер парирования военных опасностей и угроз определяется величиной сдерживающего ущерба. Его нанесение (угроза нанесения) противнику должно обеспечить решение задач стратегического сдерживания на этапах нарастания напряженности военно-политической обста-

новки в мирное время и в военное время, как на ранних стадиях развития военного конфликта, так и его развития вплоть до его эскалации до уровня крупномасштабной войны. В последнем случае этот ущерб принимает значения неприемлемого по своим социально-экономическим и геополитическим последствиям.

Научно обоснованная величина сдерживающего ущерба позволит определить перечень поражаемых объектов и потребный наряд средств огневого и ядерного поражения в зависимости от военно-политического и стратегического характера военной угрозы или военного конфликта.

Цель нанесения (угрозы нанесения) сдерживающего ущерба противнику состоит в предотвращении агрессии, предотвращении её эскалации или разгроме агрессора и обеспечения таким образом своей военной безопасности на всех стадиях развития военного конфликта



БД - большой дальности;
БЧ – боевая часть.

Рисунок 2 – Назначение сдерживающего ущерба в различных фазах нарастания напряженности военно-политической обстановки мирного и военного времени (в военных конфликтах различного масштаба)

В настоящее время отсутствует научно обоснованный подход к определению величины такого ущерба. Известно лишь функциональное назначение этого ущерба, из которого можно уяснить его сущность. На рисунке 2 показаны результаты исследований назначения сдерживающего ущерба. Очевидно, что цель нанесения (угрозы нанесения) сдерживающего ущерба

противнику состоит в предотвращении агрессии, ее эскалации или разгроме агрессора и обеспечения тем самым своей военной безопасности на всех стадиях развития военного конфликта.

Как справедливо показано в [2] «...на ранних стадиях эскалации военного конфликта использование термина «неприемлемый ущерб» является избыточным. В этой связи

под «сдерживающим ущербом» будем понимать строго дозированный ущерб, наносимый ядерными и (или) стратегическими неядерными средствами по объектам жизненно важной инфраструктуры страны-агрессора». Однако далее в [2] утверждается: «В результате понятие «сдерживающий ущерб» можно рассматривать в качестве «проекции» категории «неприемлемость последствий» – фундаментальной категории теории сдерживания – на шкалу этапов военной фазы конфликта». Эта позиция означает, что сдерживающий ущерб предполагает, прежде всего, понимание вероятным противником того, что нанесение ему соответствующей величины ущерба приведет к неприемлемым последствиям, цена которых превышает предполагаемые результаты его силовых действий в отношении России.

Следуя этой логике, разрабатываемая методика должна обеспечить получение за противника представительных оценок состояния его государства (группировки войск (сил)) в результате нанесения ему сдерживающего ущерба. В теории и практике стратегического сдерживания одним из ключевых положений является обоснование критериев неприемлемого ущерба, варианты которых приведены в [3]. Критерии неприемлемого (сдерживающего) ущерба в теории сдерживания определялись с использованием экспертных методов с употреблением соответствующих понятий: «убийство нации», «прекращение исторического развития» и т. п. и измеряются в числе доставляемых на территорию противника боевых блоков, количестве уничтоженного населения, доле уничтоженных стратегических объектов. Основания «дозировки» сдерживающего ущерба, наносимого стратегическим ядерным и, тем более, неядерным оружием в настоящее время практически отсутствуют. Одним из немногочисленных методических инструментов обоснования величины сдерживающего ущерба является методика, основанная на теории нечетких множеств, где связывается психологическая «решимость обороняющейся стороны использовать свои

вооруженные силы с величиной наносимого ущерба» [2]. Такой подход, безусловно, имеет право на существование, однако, эти психологические оценки связываются исключительно с принятием решения о применении стратегических ядерных сил и, как справедливо отмечено в [2], для доядерного периода являются избыточными.

Представляется, что более конструктивным в решении задачи обоснования сдерживающего ущерба является подход, при котором величина этого ущерба определяется из потребностей обеспечения собственной военной безопасности в различных условиях военно-политической обстановки.

Для реализации этого подхода оказалась плодотворной попытка применения методики оценивания военной безопасности. Ее основные положения опубликованы в журналах «Военная мысль» и «Вооружение и экономика» [4, 5]. Методика содержит ряд аналитических зависимостей, формализующих взаимную связь таких показателей, как степень военной безопасности, потенциал военной угрозы, совокупный военный потенциал субъекта ВПО и РФ, конфликтный потенциал соотношения их сил (потенциалов), показатели напряженности военно-политической обстановки. Используя эти зависимости, можно рассчитать максимально допустимые значения потенциала военной угрозы, при котором обеспечивается заданная степень военной безопасности. Значения потенциала военной угрозы, превышающие допустимый порог, позволяют перейти к количественному определению величины сдерживающего ущерба.

В предлагаемой методике возможные последствия нанесения удара по противнику оцениваются с позиций российского военно-политического руководства и военно-политического руководства противника. Считается, что эти последствия должны быть, с одной стороны, достаточными для обеспечения собственной военной безопасности РФ на требуемом уровне, а с другой – соответствовать недопустимо низким уровням военной безопасности для противника.

Обеспечение военной безопасности достигается парированием военной угрозы на любой стадии развития военного конфликта. Очевидно, что военные угрозы различаются по военно-политическому и стратегическому характеру. Поэтому величина и структура сдерживающего ущерба зависит от характеристик военной угрозы и должна обеспечить достижение требуемого уровня военной безопасности.

Под сдерживающим ущербом понимается минимально необходимый ущерб, наносимый противостоящему субъекту ВПО, при котором достигается снижение его возможностей формировать военную угрозу до степени, обеспечивающей достижение военной безопасности Российской Федерации.

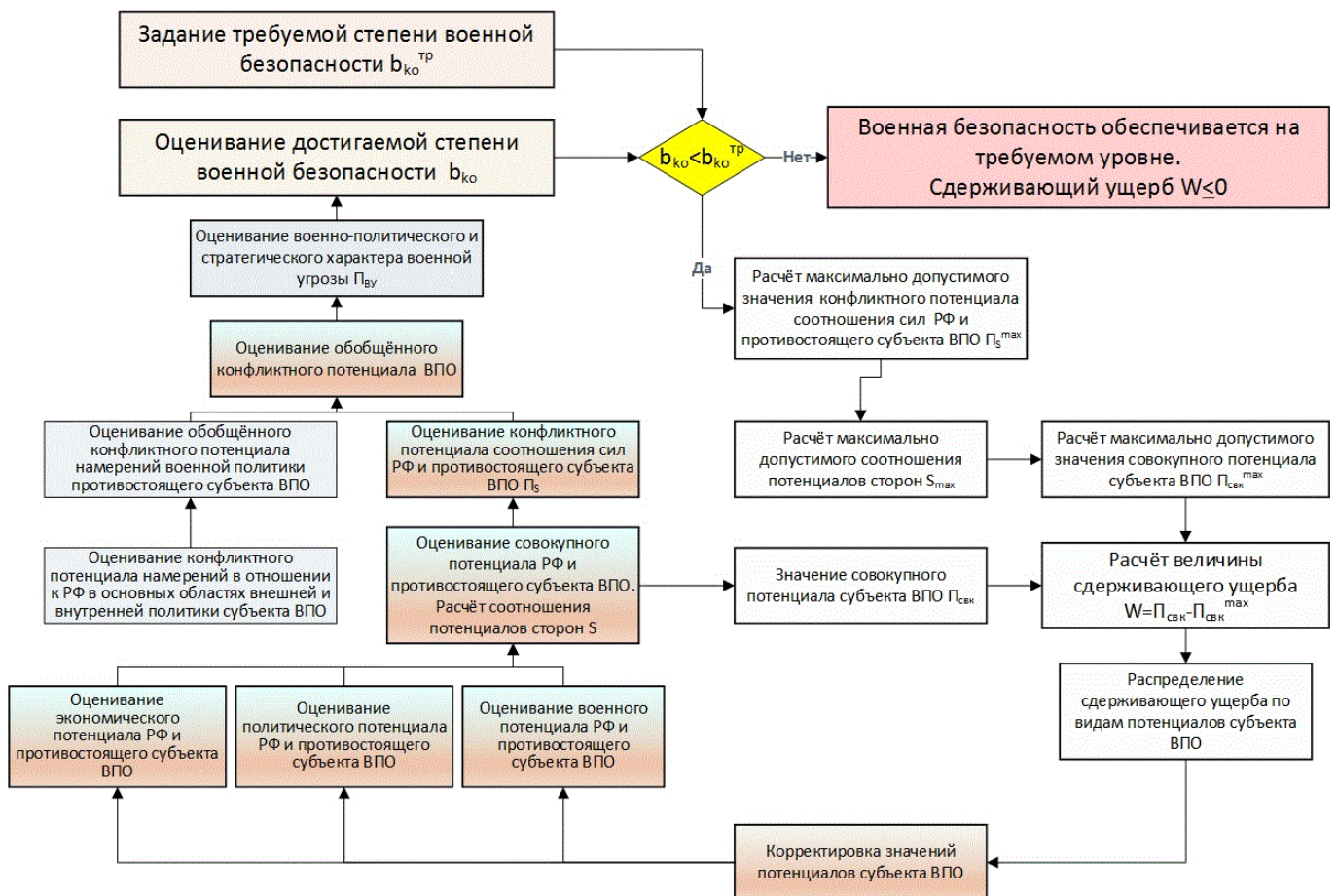


Рисунок 3 – Методика количественного обоснования сдерживающего ущерба

На рисунке 3 представлена логическая структура методики количественного обоснования сдерживающего ущерба.

В качестве основного показателя сдерживающего ущерба принят показатель W , измеряемый в шкале совокупного потенциала государства, и частные показатели, измеряемые в шкалах потенциалов компонентов совокупного потенциала – экономического, военного и политического: $W_э$, $W_п$, $W_в$ соответственно.

Как видно из рисунка 3, работа по методике определения сдерживающего ущерба состоит из нескольких этапов.

Первый этап. Оценка достигаемой степени военной безопасности в соответствии с методикой оценивания военной безопасности [4].

Он включает в себя решение ряда расчетных задач: оценивание совокупных потенциалов участников противоречия: иностранного государства и РФ ($P_{иг}$ и $P_{рф}$), их соотношения (S) и степени конфликтности этого соотношения

для РФ (Π_S), оценивание степени конфликтности, агрессивности в намерениях носителя военной опасности (угрозы) по разрешению имеющегося противоречия ($\Pi_{кно}$). По значениям этих показателей определяется потенциал военной угрозы (ПВУ) и оценивается достигаемая степень военной безопасности ($b_{ко}$), ее соответствие требуемым значениям ($b_{ко}^{mp}$). Очевидно, что потребность в нанесении сдерживающего ущерба или демонстрации в готовности к его нанесению возникает при несоответствии достигаемой степени военной безопасности требуемому значению, т. е. при

$$b_{ко} < b_{ко}^{mp}.$$

Второй этап работы по методике состоит собственно в расчете величины сдерживающего ущерба¹.

С этой целью рассчитывается максимально допустимое значение конфликтного потенциала соотношения совокупных потенциалов противостоящего субъекта ВПО и РФ Π_{Smp} по формуле:

$$\Pi_{Smp} = \frac{3}{4} \left(2 - \ln \left(-\ln \left(1 - b_{ко}^{mp} \right) \right) \right) - \Pi_{кно} + 2I. \quad (1)$$

При этом значение потенциала стратегического сдерживания $\Pi_{cco} = 0$, т. к. его величина эквивалентна искомому значению сдерживающего ущерба. Затем определяется максимально допустимое значение соотношения совокупных потенциалов путем пересчета Π_S в шкалу S:

$$S_{mp} = \begin{cases} 0,5 + \frac{\Pi_{Smp}}{12}, & \text{если } -3 \leq \Pi_{Smp} < -2 \\ \frac{2}{3} \left(1 + \frac{\Pi_{Smp}}{4} \right), & \text{если } -2 \leq \Pi_{Smp} < -1 \\ 1 + \frac{\Pi_{Smp}}{2}, & \text{если } -1 \leq \Pi_{Smp} < 0 \\ \Pi_{Smp} + 1, & \text{если } 0 \leq \Pi_{Smp} < 3 \end{cases} \quad (2)$$

1 Все аналитические зависимости получены из формул методики оценивания военной безопасности, опубликованной в [4].

Тогда несложно определить максимально допустимое значение совокупного потенциала $\Pi_{иг}^{max}$ субъекта ВПО при заданном конфликтном потенциале его намерений по формуле:

$$\Pi_{иг}^{max} = \Pi_{PФ} S_{mp}. \quad (3)$$

Величина сдерживающего ущерба W при заданном конфликтном потенциале его намерений определится по формуле:

$$W = \Pi_{иг} - \Pi_{иг}^{max}. \quad (4)$$

То есть, для обеспечения своей военной безопасности РФ необходимо, чтобы совокупный потенциал противостоящего субъекта ВПО не превышал максимально допустимого значения. Задача сил стратегического сдерживания состоит в нанесении ущерба W.

На рисунках 4 и 5 представлены результаты расчетов сдерживающего ущерба на произвольно заданных исходных данных при условии, что

$$b_{ко}^{mp} = 0,8.$$

По шкале абсцисс отложены номера субъектов ВПО. В примере рассмотрены 5 вариантов значения совокупного потенциала противостоящего субъекта ВПО. На гистограммах видно, что сдерживающий ущерб W пропорционален величине совокупного потенциала противостоящего субъекта ВПО и степени агрессивности его намерений.

На рисунке 5 приведены результаты определения сдерживающего ущерба при наивысшей степени напряженности военно-политической обстановки, которая в принятой в методике шкале характеризуется, как «конфликтная» с границами значений конфликтного потенциала намерений $2 < \Pi_{кно} < 3$, а на рисунке 4 – при «кризисной» ВПО, границы которой определены, как $1 < \Pi_{кно} \leq 2$. Из гистограмм видно, что значения сдерживающего ущерба на рисунке 4 примерно втрое меньше, чем его значения на рисунке 5.

Таким образом, предложенная методика, позволяет получить значение сдерживающего ущерба в единицах совокупного потенциала субъекта ВПО для заданной степени агрессивности намерений противника. То есть, ме-

тодика позволяет рассчитать баланс военных и невоенных мер, парирования военных

угроз и обеспечивающих военную безопасность на заданном уровне.

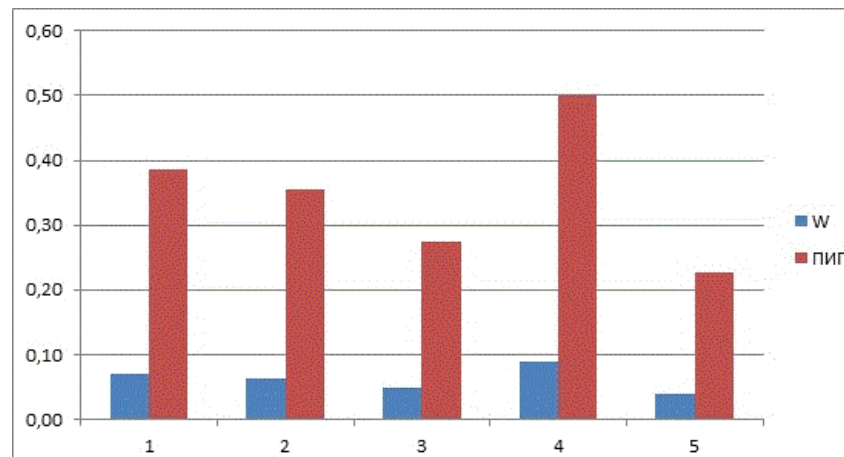


Рисунок 4 – Результаты оценивания сдерживающего ущерба при $P_{кно} = 1,5$

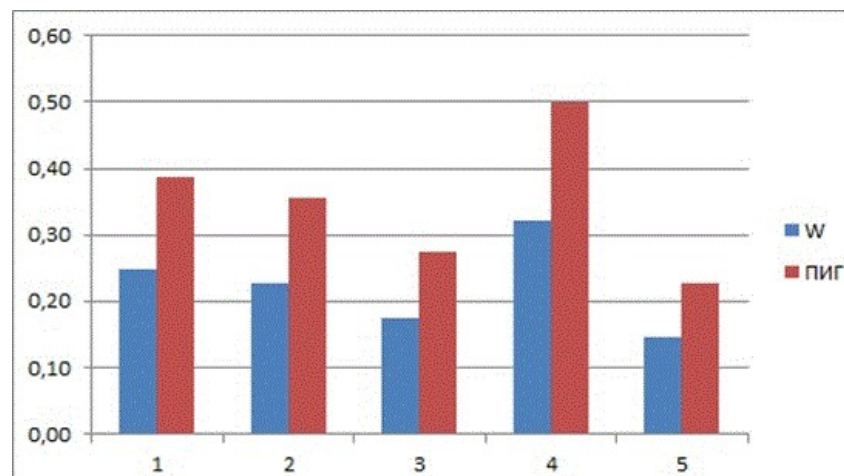


Рисунок 5 – Результаты оценивания сдерживающего ущерба при $P_{кно} = 3$

Таким образом, предложенная методика, позволяет получить значение сдерживающего ущерба в единицах совокупного потенциала субъекта ВПО для заданной степени агрессивности намерений противника. То есть, методика позволяет рассчитать баланс военных и невоенных мер, парирования военных угроз и обеспечивающих военную безопасность на заданном уровне

Необходимо отметить, что РФ должна быть способна нанести этот ущерб силами и средствами стратегического сдерживания, в состав которых входят силы и средства ядерного и неядерного поражения, в том числе ВТО БД.

При этом перечень объектов поражения, образующих сдерживающий ущерб может

быть весьма различен в зависимости от масштаба и характера военной угрозы и военного конфликта, который из нее вытекает.

Так, на уровне приграничного вооруженного конфликта, где могут участвовать группировки войск (сил) сравнительно небольшого состава, для предотвращения его развязывания или эскалации может оказаться достаточным поразить важнейшие объекты системы административного и военного управления, объекты инфраструктуры и материально-технического обеспечения в границах района вооруженного конфликта. С этой целью в составе военных округов необходимо иметь так называемые силы регионального сдерживания, имеющие в качестве основы авиацион-

ные соединения и части, группировку РВиА, способные поражать объекты в оперативной и оперативно-тактической глубине построения группировки войск (сил) противника.

Военные угрозы более значительного уровня могут быть парированы нанесением (возможностью нанесения) сдерживающего ущерба совместными усилиями сил регионального сдерживания и сил стратегического сдерживания центрального подчинения.

При получении конкретных значений сдерживающего ущерба, соответствующих масштабу и характеру военных угроз по периметру границ РФ и ее союзников, могут быть рассчитаны минимально допустимый, достаточный состав сил стратегического и регионального сдерживания, при котором будет обеспечена военная безопасность государства на заданном уровне.

Как показали расчеты, значение сдерживающего ущерба, в зависимости от требований к военной безопасности РФ, масштаба, уровня военной угрозы и соотношения совокупных потенциалов сторон может достигать 70-80% от совокупного потенциала вероятного противника. Представляется, что обеспечить сдерживание от развязывания или эскалации военного конфликта можно меньшими усилиями. Для определения максимально допустимого с точки зрения вероятного противника ущерба вновь воспользуемся возможностями функции желательности Харрингтона, которая применяется в методике оценивания военной безопасности [4]. Там она применялась для получения психологической оценки величины потенциала военной угрозы, т. е. для получения ответа на вопрос о степени военной безопасности РФ при данной (прогнозируемой) военной угрозе. В таком случае не будет ошибкой полагать, что психология лица, принимающего решение (ЛПР), из состава военно-политического руководства противника существенно не отличается от психологии ЛПР из состава военно-политического руководства Российской Федерации. Функция Харрингтона позволяет перевести

значения требуемого для обеспечения военной безопасности РФ сдерживающего ущерба в шкалу психологических оценок обеспечения военной безопасности вероятного противника. То есть, можно получить психологическую оценку противником ущерба его совокупному потенциалу в шкале от 0 до 1.

Обозначим эту оценку через $C_{иг}$. Тогда, используя функцию желательности в начальных расчетных условиях методики оценивания военной безопасности [4], получим:

$$C_{иг} = \exp(-\exp(2 - 8W)), \quad (5)$$

где W – величина сдерживающего ущерба, в процентах от совокупного потенциала.

Из графика на рисунке 6 видно, что чем больше W (по оси абсцисс), тем меньше степень достигаемой противником военной безопасности – величина $C_{иг}$.

Так, для желаемой противником степени военной безопасности 0,8 допустимый ущерб составит около 20%, для 0,6 (по нашей шкале военная безопасность соответствует нижней границе «средняя») – 26%.

Используя формулу 5, несложно получить зависимость для расчета допустимого с точки зрения вероятного противника сдерживающего ущерба $W_{дон}$ для заданной степени военной безопасности:

$$W_{дон} = \frac{1}{8} \left(2 - \ln(-\ln(1 - C_{иг})) \right). \quad (6)$$

Анализируя результаты расчетов максимально допустимого значения сдерживающего ущерба, можно сделать пока только предварительные выводы. Выводы и рекомендации практического свойства могут быть сформулированы для конкретных данных обстановки.

На рисунках 6 и 7 трудно увидеть роль невоенных мер по снижению конфликтности политических намерений противостоящего РФ субъекта ВПО, которая весьма существенна. Для более глубокого уяснения этой роли предлагается следующий пример.

В современной геополитической реальности России противостоят субъекты ВПО, как правило, превосходящие ее по своему сово-

купному потенциалу за счет своего коалиционного состава, как, например, страны НАТО в Европе или страны, чье военно-политическое

руководство рассчитывает на политическую, экономическую военную поддержку со стороны ЕЭС и сил НАТО во главе с США.

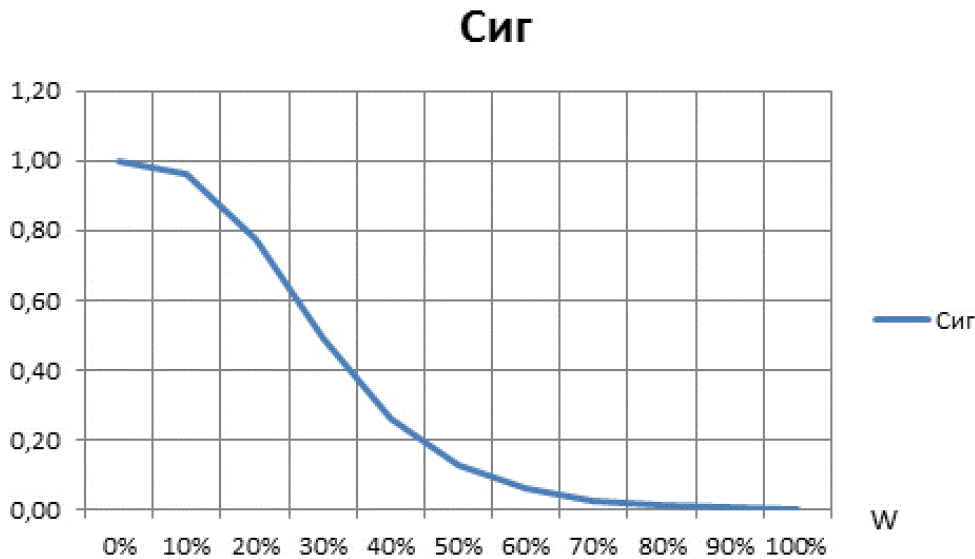


Рисунок 6 – Зависимость достигаемой вероятным противником степени военной безопасности от заданной величины сдерживающего ущерба W (в долях от его совокупного потенциала)

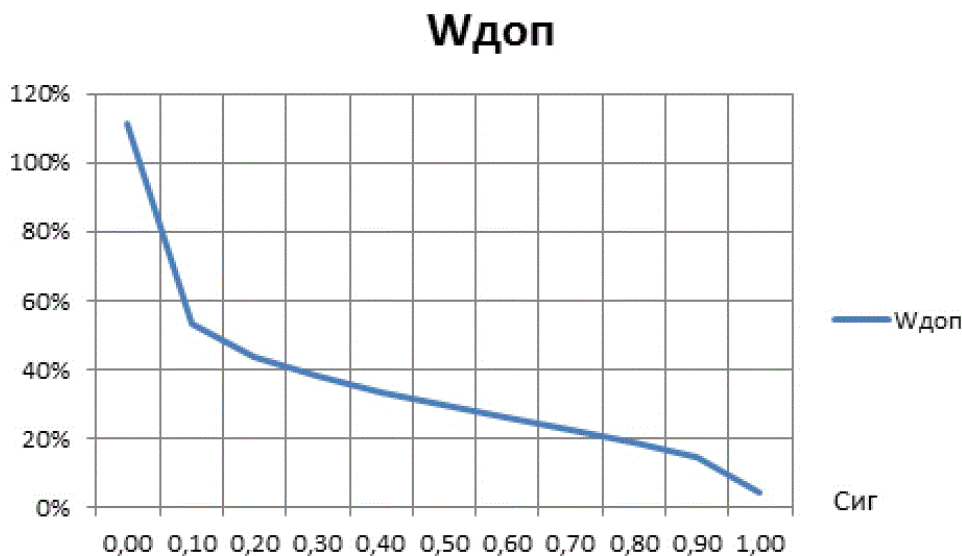


Рисунок 7 – Зависимость величины W от заданных значений степени военной безопасности субъекта ВПО – вероятного противника

На рисунках 8 и 9 представлены результаты расчетов разновидностей сдерживающего ущерба (в %): dW – абсолютный ущерб, $dW(C=0,8)$ и $dW(C=0,6)$ – относительный ущерб с учетом психологической оценки ЛПР противостоящего субъекта ВПО для заданных степеней военной безопасности равной 0,8 и 0,6 соответственно. При этом на рисунке 8 расчеты сделаны для условий степени агрес-

сивности противостоящего субъекта ВПО на уровне «ВПО – напряженная» с $\Pi_{кно}=1$, а на рисунке 9 приведены результаты расчетов сдерживающего ущерба при максимальной напряженности военно-политической обстановки «ВПО-конфликтная» с $\Pi_{кно}=3$.

По оси абсцисс отложены варианты совокупного потенциала противника – от 80 до

480 единиц при совокупном потенциале РФ равном 100.

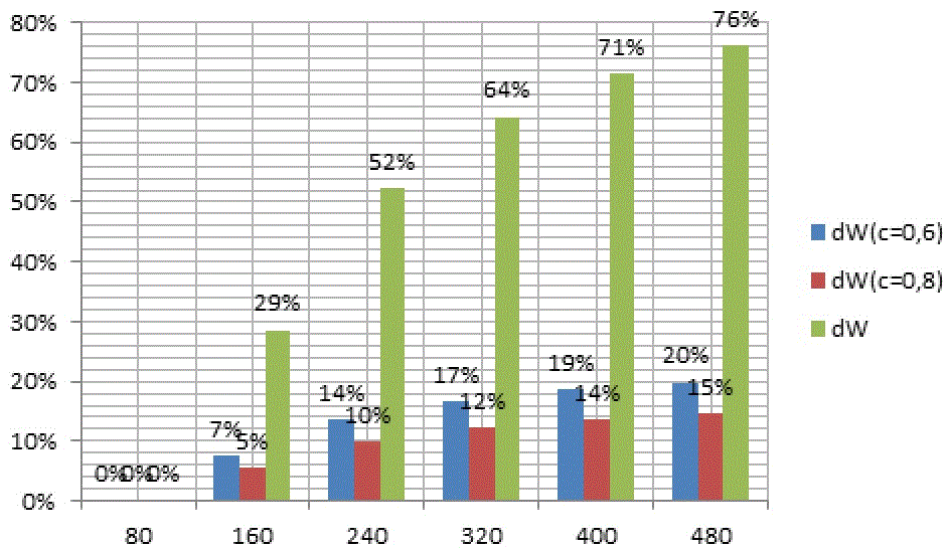


Рисунок 8 – Результаты расчетов сдерживающего ущерба при $P_{кно} = 1$

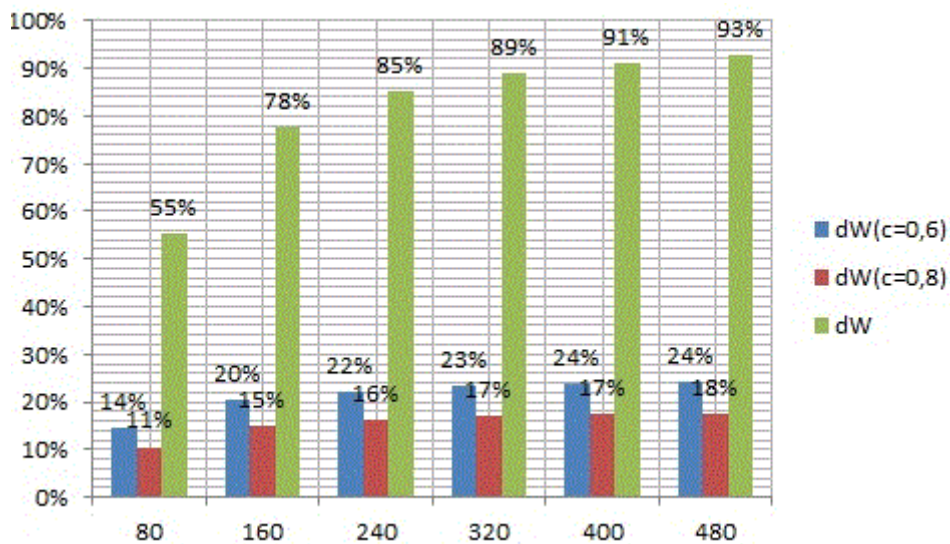


Рисунок 9 – Результаты расчетов сдерживающего ущерба при $P_{кно} = 3$

Из графиков видно, что при превосходстве противостоящего субъекта ВПО над РФ в 4 и более раз сдерживающий ущерб превышает 70% от совокупного потенциала противника. При этом нанесение сдерживающего ущерба противнику с совокупным потенциалом меньшим или ненамного большим, чем у России не требуется. Относительный ущерб изменяется в значительно меньших пределах, чем абсолютный ущерб: от 0 до 15-20%.

Как видно из гистограммы на рисунке 9, где приведены результаты расчетов сдержива-

ющего ущерба при максимальной напряженности военно-политической обстановки «ВПО-конфликтная» с $P_{кно} = 3$, значения абсолютного сдерживающего ущерба возрастают. При превосходстве противостоящего субъекта ВПО над РФ в 4 и более раз сдерживающий ущерб превышает 90% от совокупного потенциала противника и возрастает более, чем на 20%. При этом нанесение сдерживающего ущерба противнику с совокупным потенциалом примерно равным или ненамного большим, чем у России уже необходимо. Относительный ущерб изме-

няется пределах от 11-14% до 18-24%, что на 3-4% больше, чем в первом случае.

То есть, «потенциал» невоенных мер составляет от 20% до 55% совокупного потенциала противника в значениях абсолютного сдерживающего ущерба и от 3 до 14% в значениях относительного сдерживающего ущерба.

Диапазон снижения конфликтного потенциала ВПО, принятый в расчетном примере, приблизительно соответствует влиянию Минских соглашений на урегулирование украинского кризиса, который несет в себе угрозу развязывания военного конфликта с участием РФ. В результате реализации этого соглашения военно-политическая обстановка может перейти в состояние мирной ВПО, при отсутствии направленной военной угрозы и для ДНР и ЛНР, а попутно – и России со стороны киевских властей, рассчитывающих на военно-политическую поддержку со стороны ЕС и НАТО. Минские соглашения представляют собой пример совместных политико-дипломатических усилий ФРГ, Франции, России, сторон вооруженного конфликта при посредничестве ОБСЕ по выработке мер, направленных на урегулирование самого источника военного конфликта – институционального и политического противоречия и военную политику Киева и ДНР и ЛНР. К сожалению, практика реализации минских соглашений показала неэффективность существующих механизмов контроля и оценки действий сторон конфликта, как и всей системы международной безопасности. Она оказалась неспособной противостоять диктату США и стран Запада, преследующих только свои геополитические интересы при выработке и реализации своей политики и не учитывающих интересы других субъектов международного права.

Показательно, что для сдерживания существенно превосходящего в совокупном потенциале противника требуется нанесение абсолютного ущерба W в размерах, которые возможно обеспечить лишь стратегическим ядерным оружием (от 70% до 90% и более от совокупного потенциала государства-противника). С уменьшением соотношения совокуп-

ных потенциалов сокращаются значения сдерживающего ущерба и таким образом можно выстроить шкалу значений сдерживающего ущерба от минимальных его значений и вплоть до значений, соответствующих неприемлемому ущербу в зависимости от степени эскалации военного конфликта или масштабов и уровней военной угрозы.

Используя методику оценивания военной безопасности и предлагаемый методический подход к обоснованию баланса военных и невоенных мер парирования военных опасностей и угроз, можно наполнить более обоснованным количественным содержанием понятие военной стабильности и ее важнейших составляющих – стабильности в области обычных вооружений и стратегической стабильности. Все договаривающиеся стороны международных отношений могут, придя к согласию об уровне военной безопасности друг друга, выработать рекомендации о максимально допустимых составах и возможностях национальных сил стратегического сдерживания, группировках СОН и комплексе политико-дипломатических и других мер контроля за соблюдением договоренностей и урегулирования возможных конфликтных ситуаций.

Расчетные значения сдерживающего ущерба, полученные в примерах, не учитывают противодействия со стороны противника. Они получены в предположении, что боевые части средств огневого и/или ядерного поражения в количестве, необходимом для нанесения этого ущерба, доставлены к объектам поражения. Поэтому для обоснования боевого состава группировок сил стратегического и регионального сдерживания для парирования различных военных угроз по периметру границ РФ и в регионах ее национальных интересов необходимо всесторонне исследовать проблемы создания и применения этих группировок. Решение этих задач с внедрением предложенной методики окажется более обоснованным.

Подытоживая, можно заключить, что разработан методический подход к обоснованию баланса военных и невоенных мер пари-

рования военных угроз, позволяющий получить следующие результаты.

1. Определение абсолютной величины ущерба, наносимого противостоящему противнику, задающего объем и содержание военных мер обеспечения военной безопасности РФ на требуемом уровне.

2. Определение минимально допустимой величины ущерба, которая, с одной стороны, будет соответствовать заданной степени военной безопасности РФ, а с другой – заданной степени военной безопасности противника, что обеспечивает достижение военной стабильности в отношениях между РФ и противостоящим субъектом ВПО.

3. Определение требований к степени снижения конфликтности в намерениях военно-политического руководства противостоящего субъекта ВПО для обеспечения требуемой степени военной безопасности при заданных возможностях стратегических сил сдерживания по нанесению сдерживающего ущерба.

4. Обоснование шкалы критериальных значений ущерба, наносимого противостоящему субъекту ВПО для решения задачи стратегического сдерживания как в доядерный, так и в ядерный период эскалации военного конфликта, в зависимости от состава и возможностей противника.

Проблема обоснования сдерживающего ущерба нуждается в дальнейших исследова-

ниях, в ходе которых требуется оценить сходимость получаемых по предложенному методу оценок в его верхнем диапазоне – на уровне неприемлемого ущерба с прежде полученными по ранее разработанным методам оценками. Для этого нужно обеспечить пересчет значений сдерживающего ущерба для ситуации межгосударственного противоборства РФ с существенно более сильным противником в привычные показатели, такие, как доля потерь производственных мощностей и населения противостоящего государства, количество доставляемых на территорию противника ядерных боеприпасов мегатонного класса.

Дальнейшие исследования необходимы также для получения оценок возможности нанесения сдерживающего ущерба силами ВТО БД, а также соединениями и частями ВС РФ, оснащенными нестратегическим ядерным оружием, для сдерживания угроз развязывания и эскалации военных конфликтов различных масштабов на стратегических направлениях по периметру территории России. Это позволит выработать рекомендации по обоснованию необходимости наличия группировок сил регионального сдерживания, их боевого состава и требуемого ресурсного обеспечения для их создания, оснащения и содержания в различных степенях боевой готовности.

Список использованных источников

1. Цырендоржиев С.Р. К вопросу о сущности военных угроз и невоенных мер их парирования // Вестник МГИМО. – 2015. – № 2 (41).

2. Печатнов Ю.А. Методический подход к определению сдерживающего ущерба с учетом субъективных особенностей его восприятия вероятным противником // Вооружение и экономика. – 2011. – № 3 (15).

3. Буренок В.М., Печатнов Ю.А. Стратегическое сдерживание. – М.: Граница, 2011. – 184 с.

4. Цырендоржиев С.Р. О количественной оценке степени военной безопасности // Военная мысль. – 2014. – № 10.

5. Цырендоржиев С.Р., Брезгин В.С. Методический подход к оценке военной безопасности РФ // Вооружение и экономика. – 2010. – № 2 (10).

В.Г. Найденов, доктор технических наук
А.В. Бочкарев

Подход к математической формализации задач обоснования требований к воздушным мишеням и оценки показателей степени адекватности имитации ими летательных объектов при испытаниях сложных систем вооружения

В статье предложен новый подход к формализации задач обоснования требований к воздушным мишеням и оценки показателей степени адекватности имитации ими летательных объектов при испытаниях сложных систем вооружения, основанный на использовании математического аппарата функционального анализа. Это позволяет при решении задач такого типа представлять значения требований к мишеням и показателей их качества в виде точек в многомерных функциональных пространствах с метриками, значения которых могут характеризовать показатели степени сходства мишеней и целей. Данный подход может быть успешно применен для совершенствования научно-методического аппарата программно-целевого планирования развития средств мишенных комплексов полигонов, предназначенных для испытаний сложных систем вооружения.

При испытаниях сложных систем вооружения, как правило, требуется создавать на полигонах специальную мишенную обстановку, которая позволяла бы оценивать тактико-технические характеристики (ТТХ) таких систем в условиях, адекватных условиям их боевого применения.

Для создания на полигонах адекватной мишенной обстановки при испытаниях сложных систем вооружения необходимо иметь методический аппарат обоснования требований к воздушным мишеням, а также оценки показателей степени адекватности (сходства) имитации такими мишенями различных летательных объектов (целей).

В научно-технической литературе освещению такого методического аппарата уделено очень ограниченное внимание.

Как правило, требования к тактико-техническим характеристикам воздушных мишеней задаются графически в прямоугольной системе координат, исходя из характеристик средств воздушного нападения противника, в виде областей, в которых показаны изменения высот полета мишеней в зависимости от дальности или от скорости их полета. Имеют

место и другие графические зависимости, связанные с изменениями перегрузок, действующих на мишени вдоль траекторий их полета, или с изменениями величины эффективной отражающей поверхности мишеней при их движении, а также используются другие графические изображения требований к мишеням в виде различных графиков и зон.

Однако задание в таком виде требований к тактико-техническим характеристикам воздушных мишеней носит графический и рамочный характер и не позволяет предъявлять требования к ТТХ мишеней, имитирующих конкретные траектории полета целей. Такой подход не позволяет провести понятную математическую формализацию процесса обоснования требований, которые предъявляются к мишеням.

Кроме того, в научно-технической литературе недостаточно полно рассмотрены вопросы, связанные с получением оценок показателей степени адекватности (сходства) имитации мишенями различных типов целей. Как правило, такие показатели носят точечный характер и строятся в виде отношений между значениями требований к мишеням и соот-

ветствующими показателями качества мишеней. При этом такие показатели строятся для граничных значений областей требований, предъявляемых к мишеням [1].

В данной статье предлагается новый подход к математической формализации задач обоснования требований к воздушным мишеням и оценки показателей степени сходства имитации ими целей при испытаниях сложных систем вооружения, основанный на применении математического аппарата функционального анализа, позволяющего при решении задач такого типа представлять значения требований к мишеням, а также показателей их качества в виде точек в многомерных функциональных пространствах с метриками, значения которых могут характеризовать показатели сходства мишеней и целей.

Известно, что основными показателями качества воздушных мишеней являются следующие [1, 2]:

- показатель точности имитации воздушными мишенями параметров траекторий полета целей;
- показатель выполнения воздушными мишенями требований по допустимым перегрузкам на траекториях их полета;
- показатель точности имитации воздушными мишенями значений эффективной отражающей поверхности целей вдоль траекторий их полета по направлению к информационным средствам испытываемых систем вооружения.

Поскольку имитация целей воздушными мишенями происходит во времени и в ограниченной области пространства, то рассмотренные показатели качества воздушных мишеней можно рассматривать как набор непрерывных функций, заданных на временном интервале $[0, T]$.

С использованием математического аппарата функционального анализа возможно записать в компактной форме требования к воздушным мишеням, вытекающие из ТТХ имитируемых целей.

Так, в евклидовом пространстве вида L_2 можно рассматривать многомерную функцию $K_u(t)$ с интегрированным квадратом, описывающую изменение координат полета цели и имеющую следующую структуру:

$$K_u(t) = [x_u(t), y_u(t), z_u(t)]^T,$$

где $\int_0^T K_u^2(t) dt \leq \infty$;

$x_u(t), y_u(t), z_u(t)$ – функции изменения на временном интервале $[0, T]$ координат цели соответственно по осям X, Y, Z полигонной системы координат.

Для составляющих вектора скорости полета цели в пространстве L_2 можно рассматривать многомерную функцию $S_u(t)$ с интегрируемым квадратом на интервале $[0, T]$ следующего вида:

$$S_u(t) = [\dot{x}_u(t), \dot{y}_u(t), \dot{z}_u(t)]^T,$$

где $\dot{x}_u(t), \dot{y}_u(t), \dot{z}_u(t)$ – функции изменения составляющих вектора скорости цели по траектории полета на временном интервале $[0, T]$ по осям X, Y, Z полигонной системы координат.

Многомерная функция $G_u(t)$, описывающая в пространстве вида L_2 изменение на промежутке времени $[0, T]$ перегрузок, действующих на цель, может быть записана в следующем виде:

$$G_u(t) = [g_{x_u}(t), g_{y_u}(t), g_{z_u}(t)]^T,$$

где $g_{x_u}(t), g_{y_u}(t), g_{z_u}(t)$ – функции изменения перегрузок, действующих на цель в процессе ее полета на временном интервале $[0, T]$, соответственно по осям X, Y, Z полигонной системы координат.

Кроме того, необходимо рассматривать в пространстве L_2 и функцию, описывающую изменение во времени величины эффективной отражающей поверхности цели $\sigma_u(t)$ в направлении на информационные средства испытываемой системы вооружения.

Аналогичный набор функций в пространстве L_2 , характеризующих показатели качества мишеней, имитирующих соответ-

ствующие цели, на временном интервале $[0, T]$ включает:

- многомерную функцию $K_m(t)$, характеризующую изменение во времени координат полета мишени на том же временном интервале $[0, T]$;
- многомерную функцию $S_m(t)$, характеризующую изменение составляющих вектора скорости мишени на временном интервале $[0, T]$ по осям X, Y, Z полигонной системы координат;
- многомерную функцию $G_m(t)$, описывающую в пространстве вида L_2 изменение на промежутке времени $[0, T]$ значений перегрузок, действующих на мишень по осям X, Y, Z полигонной системы координат;
- функцию $\sigma_u(t)$ в пространстве L_2 , описывающую изменение во времени величины эффективной отражающей поверхности мишени в направлении на информационные средства испытываемой системы вооружения.

Учитывая, что при испытаниях конкретной системы вооружения набор функций, описывающих ТТХ целей, будет хотя и конечным, но достаточно большим и при этом проекции элементарных функций на плоскости XOZ, XOY, ZOY полигонной системы координат могут даже пересекаться, то и усложняется математическая формализация задачи обоснования требований к мишеням.

Для преодоления отмеченных трудностей при проведении математической формализации задачи обоснования требований к воздушным мишеням целесообразно применить математический аппарат функционального анализа [3, 4, 5].

В этом случае имеется возможность провести разложение реализаций функций, характеризующих ТТХ целей в многомерном евклидовом пространстве вида L_2 , по системе линейно независимых ортогональных базисных функций и представить их в виде со-

вокупности точек, образующих область требований к воздушным мишеням.

Такой системой базисных функций в пространстве вида L_2 , например, может быть линейно независимая ортогональная система тригонометрических базисов вида

$$\left\{ 1, \cos \frac{\pi kt}{T}, \sin \frac{\pi kt}{T} \right\}, \text{ где } k=1, 2, 3, \dots$$

Такое разложение функций представляет собой не что иное, как разложение в бесконечный ряд Фурье.

Так, ряд Фурье, например, для функции $\varphi(t)$ в пределах временного интервала $[0, T]$ запишется в следующем виде:

$$\varphi(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} \left(a_k \cos \frac{\pi kt}{T} + b_k \sin \frac{\pi kt}{T} \right),$$

$$a_0 = \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} \varphi(t) dt \quad (1)$$

$$a_k = \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} \varphi(t) \cos \frac{\pi kt}{T} dt, \quad k=1, 2, 3, \dots; \quad (2)$$

$$b_k = \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} \varphi(t) \sin \frac{\pi kt}{T} dt, \quad k=1, 2, 3, \dots; \quad (3)$$

Ограничив длину ряда Фурье до члена $k=M$, при котором он с достаточной степенью точности описывает функцию $\varphi(t)$ на временном интервале $\left[-\frac{T}{2}; \frac{T}{2}\right]$, можно вычислить коэффициенты, стоящие при базисных функциях $\left\{ 1, \cos \frac{\pi kt}{T}, \sin \frac{\pi kt}{T} \right\}$, где $k=1, 2, \dots, M$.

Поскольку эта система базисных функций является ортогональной, то найденные коэффициенты и будут координатами функции $\varphi(t)$ в системе базисных функций

$$\left\{ 1, \cos \frac{\pi kt}{T}, \sin \frac{\pi kt}{T} \right\}, \text{ при } k=1, 2, \dots, M.$$

Таким образом, возможно функцию $\varphi(t)$ представить в виде точки в функциональном

пространстве в приведенной системе базисных функций.

На рисунке 1 приведено изображение области требований к мишеням в пятимерном пространстве L_2 с линейно независимым и

ортогональным тригонометрическим базисом для функций $f_1(t), f_2(t), f_3(t), f_4(t), f_5(t)$, описывающих в одной из плоскостей пять возможных траекторий полета целей на временном отрезке $[0, T]$.

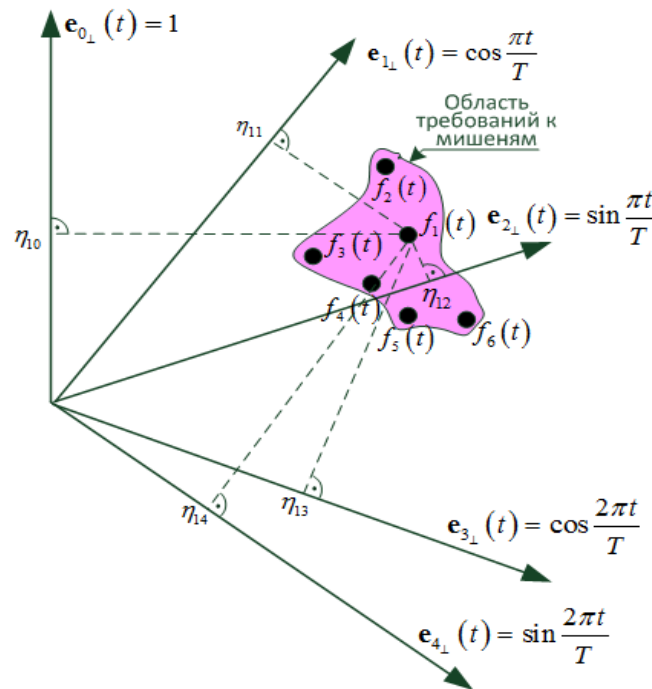


Рисунок 1 – Графическое изображение области требований к мишеням в пятимерном пространстве с ортогональным тригонометрическим базисом для функций, содержащих два члена ряда Фурье

На рисунке 1 символами $\eta_{10}, \eta_{11}, \eta_{12}, \eta_{13}, \eta_{14}$ обозначены проекции функции $f_1(t)$ на рассматриваемую ортогональную систему тригонометрических базисных функций.

Необходимо отметить, что, если координаты конкретной траектории полета цели на временном интервале $[0, T]$ описываются тремя функциями $x_u(t), y_u(t), z_u(t)$, то в функциональном пространстве будут представлены три различные точки, принадлежащие этим функциям.

Предположим, что цели в зоне активных действий испытываемой системы вооружения на интервале времени $[0, T]$ могут летать по ограниченному количеству траекторий P , тогда в функциональном пространстве вида L_2 будет наблюдаться три группы точек по P

штук в каждой. При этом каждая группа точек будет представлять собой область требований к воздушным мишеням по одной из координат траекторий полета мишеней. Тогда можно рассматривать три множества $A_i (i=1,2,3)$, определяющие требования к координатам полета мишеней, имитирующих соответствующие цели.

Аналогичным образом могут быть построены множества точек, определяющих требования к другим показателям качества применяемых мишеней, таким как параметры движения целей по составляющим вектора скорости, допустимые значения перегрузок, действующих на мишени на траекториях их полета, а также точности имитации значений эффективной отражающей поверхности целей.

Однако представление траекторий полета целей или мишеней в таком тригонометрическом базисе является затруднительным, поскольку для нахождения координат раскладываемых функций необходимо проводить достаточно громоздкие интегральные вычисления. Кроме того, при повышении точности разложения функции в ряд Фурье путем добавления новых членов ряда происходит удвоенное увеличение размерности системы базисных функций.

Необходимо отметить, что в некоторых случаях бывает удобнее проецировать функции, характеризующие требования к мишеням либо показатели качества мишеней, с неортогональной системой базисных функций в вычисленную заранее ортогональную систему базисных функций.

Так известно, что функции, описывающие изменения во времени значений параметров движения и перегрузок, действующих на цели и мишени, могут быть получены с использованием дискретных данных, получаемых с использованием средств траекторных и радиотелеметрических измерений.

Для получения непрерывных функций по соответствующим дискретным значениям на интервале времени $[0, T]$ может применяться метод аппроксимации этих данных с использованием непрерывных полиномов следующего вида [6]:

$$\psi(t) = \sum_{n=0}^N \alpha_n t^n \quad (4)$$

где α_n – коэффициенты полинома;

t – непрерывная ось времени;

N – степень аппроксимирующего полинома.

Функции вида (4) могут рассматриваться в пространстве вида L_2 как функции с интегрируемым квадратом и с линейно независимой, но неортогональной системой базисных функций вида: $\mathbf{e}_0=1, \mathbf{e}_1=t, \mathbf{e}_2=t^2, \dots, \mathbf{e}_N=t^N$.

Для функций вида (4) представляет сложность отыскание значений ее координат в функциональном пространстве вида L_2 , что

затрудняет проводить сравнение требований, предъявляемых к мишеням, с показателями качества таких мишеней.

Для вычисления координат функций вида $\psi(t)$ в пространстве вида L_2 необходимо провести преобразование неортогональной системы базисных функций в ортогональную систему с использованием, например, процедуры ортогонализации Грама-Шмидта [5].

Так, имея функцию в системе линейно независимых, но неортогональных базисных функций $\{t^n\}$ при $n=0,1,2,\dots$ необходимо получить координаты этой функции в линейно независимой и ортогональной системе базисных функций $\{\mathbf{e}_{n_i}(t)\}$ при $n=0,1,2,\dots$.

Согласно процедуре Грама-Шмидта ортогональные базисные функции $\{\mathbf{e}_{n_i}(t)\}$ могут быть получены с использованием следующих выражений:

$$\mathbf{e}_{0_i}(t) = \mathbf{e}_0(t); \quad (5)$$

$$\mathbf{e}_{n_i}(t) = \mathbf{e}_n(t) - \sum_{i=1}^{n-1} \lambda_{n_i} \mathbf{e}_{i_i}(t); \quad (6)$$

$$\text{где } \lambda_{n_i} = \frac{(\mathbf{e}_n(t), \mathbf{e}_{i_i}(t))}{\|\mathbf{e}_{i_i}(t)\|^2} \quad (7)$$

В выражении (7) соотношение $(\mathbf{e}_n(t), \mathbf{e}_{i_i}(t))$ представляет собой скалярное произведение n -й базисной функции из неортогональной системы на i -ю базисную функцию искомой ортогональной системы, а выражение $\|\mathbf{e}_{i_i}(t)\|^2$ – квадрат нормы базисной функции $\mathbf{e}_{i_i}(t)$.

Как правило, функции, характеризующие показатели качества мишеней и требования к ним, могут быть достаточно точно описаны полиномами третьей степени вида

$$\psi_3(t) = \sum_{n=0}^3 \alpha_n t^n.$$

Определим для этого случая значения соответствующей системы ортогональных базисных функций.

Так, имеем исходную систему неортогональных базисных функций вида $\{1, t, t^2, t^3\}$. При этом пусть первая базисная функция бу-

дет соответствовать элементу с номером 0, вторая базисная функция будет соответствовать номеру 1 и т. д.

Тогда нулевая базисная функция $e_{0_1}(t)$ из новой ортогональной системы определяется как $e_{0_1}(t)=1$.

$$e_{1_1}(t) = t + \lambda_{10} e_{0_1}(t) = t - \frac{(t, 1)}{\|1\|^2} = t - \frac{\int_0^T t dt}{\int_0^T dt} = t - \frac{T}{2}.$$

Вторая базисная функция $e_{2_1}(t)$ для интервала времени $[0, T]$ может быть найдена по формуле:

$$e_{2_1}(t) = t^2 + \lambda_{21} e_{1_1}(t) + \lambda_{20} e_{0_1}(t) = t^2 - \frac{\left(t^2, t - \frac{T}{2}\right)}{\left\|t - \frac{T}{2}\right\|^2} \left(t - \frac{T}{2}\right) - \frac{(t^2, 1)}{\|1\|^2} = t^2 - T \cdot t + \frac{3T^3 - 4T}{6}.$$

Третья базисная функция $e_{3_1}(t)$ для интервала времени $[0, T]$ находится следующим образом:

$$e_{3_1}(t) = t^3 + \lambda_{32} e_{2_1}(t) + \lambda_{31} e_{1_1}(t) + \lambda_{30} e_{0_1}(t) = t^3 + \lambda_{32} \left(t^2 - T \cdot t + \frac{3T^3 - 4T}{6}\right) + \lambda_{31} \left(t - \frac{T}{2}\right) + \lambda_{30},$$

где $\lambda_{32} = -\frac{(t^3, e_{2_1}(t))}{\|e_{2_1}(t)\|^2};$

$$\lambda_{31} = -\frac{(t^3, e_{1_1}(t))}{\|e_{1_1}(t)\|^2};$$

$$\lambda_{30} = -\frac{(t, e_{0_1}(t))}{\|e_{0_1}(t)\|^2}.$$

Подставляя в последние три формулы выражения для найденных значений базисных функций $e_{2_1}(t)$, $e_{1_1}(t)$ и $e_{0_1}(t)$, получим следующие выражения для коэффициентов λ_{32} , λ_{31} и λ_{30} :

$$\lambda_{32} = -\frac{\int_0^T \left(t^5 - T \cdot t^4 + \frac{3T^3 - 4T}{6} t^3\right) dt}{\int_0^T \left(t^2 - T \cdot t + \frac{3T^3 - 4T}{6} t\right)^2 dt} = -\frac{45T^7 - 15T^6 - 60T^5}{90T^7 + 60T^6 - 108T^5 - 80T^4 + 160T^3};$$

$$\lambda_{31} = -\frac{\int_0^T \left(t^4 - \frac{T}{2} t^3\right) dt}{\int_0^T \left(t - \frac{T}{2}\right)^2 dt} = -\frac{9T^2}{10}; \quad \lambda_{30} = -\frac{\int_0^T (t^3) dt}{\int_0^T dt} = -\frac{T^3}{4}.$$

После нахождения системы базисных функций $\{e_{0_1}(t), e_{1_1}(t), e_{2_1}(t), e_{3_1}(t)\}$ в пространстве L_2 можно найти координаты

ξ_n ($n=0,1,2,3$) функции $\psi_3(t)$ на интервале времени $[0, T]$ в новой системе базисов с использованием следующей известной формулы:

$$\xi_n = \frac{\left(\sum_{n=0}^3 \alpha_n t^n, \mathbf{e}_{n_1}(t) \right)}{\|\mathbf{e}_{n_1}(t)\|^2} = \frac{(\alpha_0, \mathbf{e}_{n_1}(t)) + (\alpha_1 t, \mathbf{e}_{n_1}(t)) + (\alpha_2 t^2, \mathbf{e}_{n_1}(t)) + (\alpha_3 t^3, \mathbf{e}_{n_1}(t))}{\|\mathbf{e}_{n_1}(t)\|^2},$$

где $n=0,1,2,3$.

Используя универсальный математический пакет Maple, были получены конкретные выражения для вычисления координат ξ_n ($n=0,1,2,3$). Подставляя в данные выражения значения коэффициентов полиномов (функций), аппроксимирующих траектории полета целей и мишеней, а также значение предела интегрирования T , можно вычислить координаты рассматриваемых функций в найденной системе ортогональных базисных функций. Это позволит удобно проводить сравнение характеристик мишеней и имитируемых ими целей.

При увеличении степени аппроксимирующего полинома будет возрастать и размерность системы базисных функций и соответственно количество координат проецируемых в этой системе функций, которые описывают

характеристики целей и показателей качества имитирующих их мишеней.

Таким образом, с использованием математического аппарата функционального анализа можно оценить координаты функций, описывающих характеристики целей и показателей качества имитирующих их мишеней в линейно независимой ортогональной системе базисных функций, и тем самым формализовать задачу нахождения областей требований к мишеням и областей возможностей мишеней по имитации соответствующих целей.

На рисунке 2 показано графическое изображение области требований к мишеням и областей возможностей мишеней двух типов в ортогональной системе базисных функций для случая аппроксимации функций, описывающих характеристики целей и показатели качества имитирующих их мишеней, полиномом второй степени.

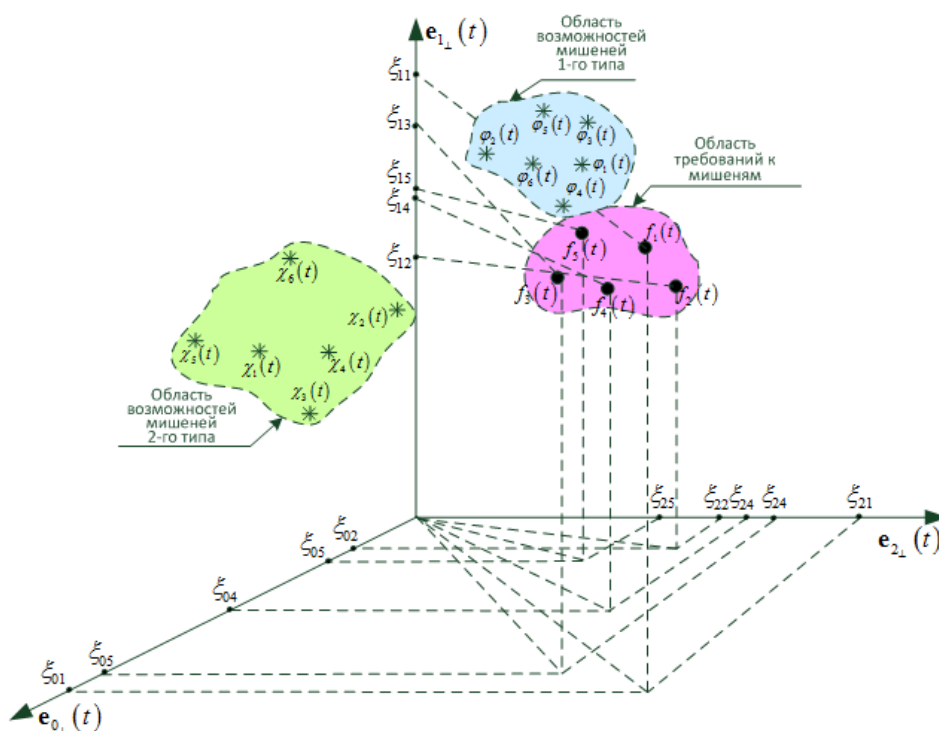


Рисунок 2 – Графическое изображение области требований к мишеням и областей возможностей мишеней двух типов в ортогональной системе базисных функций

Из рисунка 2 видно, что область возможностей мишеней 1-го типа лежит ближе к области требований к мишеням, чем область возможностей мишеней 2-го типа. Это означает то, что мишени 1-го типа будут в лучшей степени имитировать конкретную цель противника. Однако для проведения таких сравнительных операций необходимо иметь конкретные значения показателей, характеризующих степень адекватности (сходства) имитации мишенями конкретной цели противника.

В качестве таких показателей степени сходства имитации воздушной мишенью конкретной цели можно использовать метрику пространства L_2 для рассмотренных ранее непрерывных функций с интегрируемым квадратом, определенных на временном отрезке $[0, T]$, следующего вида:

$$d_K[K_u(t), K_M(t)] = \left\{ \int_0^T [K_u(t) - K_M(t)]^2 dt \right\}^{\frac{1}{2}};$$

$$d_S[S_u(t), S_M(t)] = \left\{ \int_0^T [S_u(t) - S_M(t)]^2 dt \right\}^{\frac{1}{2}}; \quad (8)$$

$$d_G[G_u(t), G_M(t)] = \left\{ \int_0^T [G_u(t) - G_M(t)]^2 dt \right\}^{\frac{1}{2}};$$

$$d_\sigma[\sigma_u(t), \sigma_M(t)] = \left\{ \int_0^T [\sigma_u(t) - \sigma_M(t)]^2 dt \right\}^{\frac{1}{2}},$$

где $d_K[K_u(t), K_M(t)]$ – векторный показатель степени сходства имитации цели мишенью по осям координат X, Y, Z вдоль траектории полета цели;

$d_S[S_u(t), S_M(t)]$ – векторный показатель степени сходства имитации цели мишенью по составляющим вектора скорости вдоль траектории полета цели;

$d_G[G_u(t), G_M(t)]$ – векторный показатель степени сходства имитации цели мишенью по значениям перегрузок, действующих на цель, по осям X, Y, Z полигонной системы координат вдоль траектории полета цели;

$d_\sigma[\sigma_u(t), \sigma_M(t)]$ – показатель степени адекватности имитации цели мишенью по эффективной отражающей поверхности вдоль траектории полета цели по направлению на информационное средство испытываемой системы вооружения.

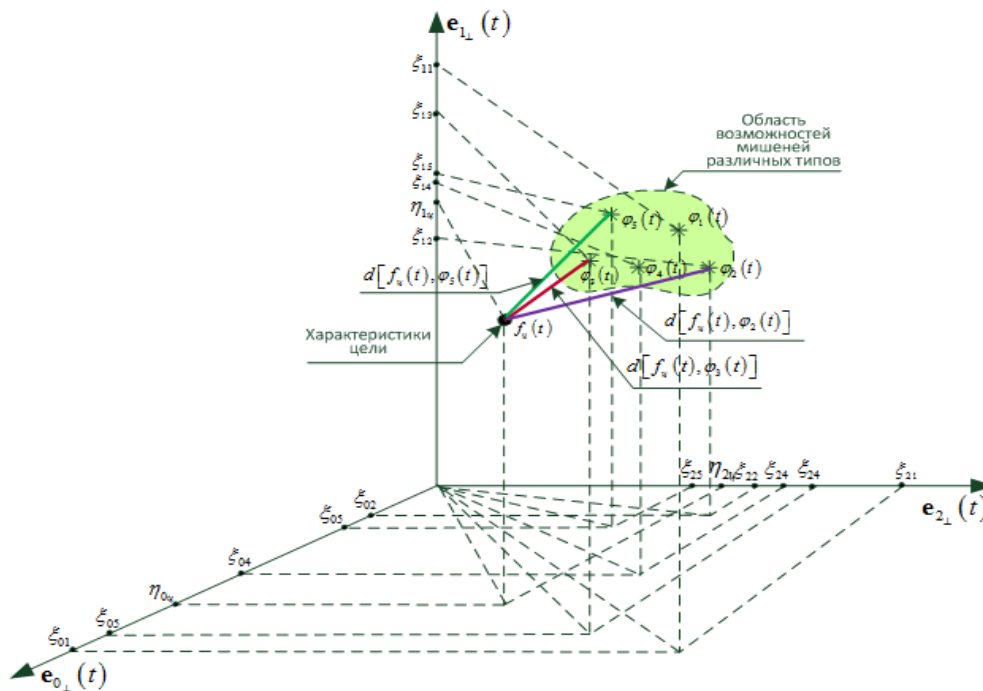


Рисунок 3 – Графическое изображение показателей степени адекватности имитации мишенями трех типов одной цели в ортогональной системе базисных функций

Первые три показателя, определяемые выражениями (8), представляют собой площади между проекциями рассматриваемых функций на плоскости XOZ, XOY, ZOY полигонной системы координат и удовлетворяют трем известным аксиомам метрики (аксиомам тождества, симметрии и треугольника).

Практическое использование рассмотренных показателей степени сходства имитации воздушной мишенью конкретной цели, описываемых выражениями (8), не позволяет получить достоверной оценки различия между характеристиками целей и мишеней. Это связано с тем, что можно вычислить на временном интервале $[0, T]$ площади между проекциями соответствующих рассматриваемых функций на плоскости XOZ, XOY, ZOY полигонной системы координат, однако нет возможности оценить площадь между этими функциями по кратчайшему расстоянию между точками этих функций в пространстве.

Задачу оценки показателей степени сходства имитации воздушными мишенями

$$\Theta = d_x[f_u(t), \varphi_2(t)] + d_y[f_u(t), \varphi_2(t)] + d_z[f_u(t), \varphi_2(t)],$$

где $d_x[f_u(t), \varphi_2(t)]$ и $d_z[f_u(t), \varphi_2(t)]$ – метрики между функциями $f_u(t)$ и $\varphi_2(t)$ соответственно по координатам u и z .

В случае N -мерной ортогональной системы базисных функций метрика $d^N[f_u(t), \varphi_2(t)]$ между функциями $f_u(t)$ и $\varphi_2(t)$ оценивается по следующей формуле:

$$d^N[f_u(t), \varphi_2(t)] = \left[\sum_{n=1}^N (\eta_{u_n} - \xi_{m_n})^2 \right]^{\frac{1}{2}},$$

где η_{u_n} ($n = \overline{1 \dots N}$) – координаты функции $f_u(t)$, описывающей траекторию полета цели в N -мерной ортогональной системе базисных функций;

ξ_{m_n} ($n = \overline{1 \dots N}$) – координаты функции $\varphi_2(t)$, описывающей траекторию полета мишени 2-го типа в N -мерной ортогональной системе базисных функций.

Отсюда видно, что, используя математический аппарат функционального анализа, мож-

конкретной цели достаточно легко можно решить путем разложения функций, описывающих показатели качества мишеней и характеристики цели в линейно независимой и ортогональной системе базисных функций. Так, на рисунке 3 показано в трехмерном пространстве графическое изображение показателей степени адекватности имитации мишенями трех типов одной цели в ортогональной системе базисных функций.

Так, например, показатель Θ_x степени адекватности имитации мишенью 2-го типа траектории полета цели по координате x будет определяться соответствующей метрикой $d_x[f_u(t), \varphi_2(t)]$ пространства L_2 , т.е.

$$\Theta_x = d_x[f_u(t), \varphi_2(t)],$$

где $f_u(t)$ и $\varphi_2(t)$ – функции, описывающие на временном отрезке изменение координат траекторий полета соответственно цели и мишени 2-го типа.

Тогда обобщенный скалярный показатель Θ степени адекватности имитации мишенью траектории полета цели запишется в виде:

но достаточно прозрачно формализовать задачу оценки показателей степени адекватности (сходства) имитации мишенями соответствующих целей противника и рассчитать их значения.

Таким образом, в статье предложен новый подход к формализации задач обоснования требований к воздушным мишеням и оценки показателей степени адекватности имитации ими летательных объектов при испытаниях сложных систем вооружения, основанный на использовании математического аппарата функционального анализа, позволяющего при решении задач такого типа представлять значения требований к мишеням и показателей их качества в виде точек в многомерных функциональных пространствах с метриками, значения которых могут характеризовать показатели степени сходства мишеней и целей.

Приведенный в статье подход может быть успешно применен для совершенствования

научно-методического аппарата программно-целевого планирования развития средств миссионных комплексов полигонов, предназна-

ченных для испытаний сложных систем вооружения.

Список использованных источников

1. Буренок В.М., Найденов В.Г. Методы повышения эффективности применения средств и систем обеспечения испытаний вооружения, военной и специальной техники. – М.: Граница, 2006. – 264 с.
2. Гальцов Е.М. Методология обоснования задач испытаний и перспектив развития полигонного испытательного комплекса Министерства обороны Российской Федерации / Е.М. Гальцов, В.Н. Минаев, А.Т. Тунгуспаев. – М.: ФГУП «ВИМИ», 2007. – 258 с.
3. Пугачев В.С. Лекции по функциональному анализу. – М.: МАИ, 1996. – 744 с.
4. Федоров В.М. Лекции по функциональному анализу. – М.: Издательство механико-математического факультета МГУ, 2004. – 96 с.
5. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. – 7-е изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 572 с.
6. Жданюк Б.Ф. Основы статистической обработки траекторных измерений. – М.: Советское радио, 1978. – 384 с.

М.С. Андрущенко, кандидат технических наук

В.В. Степанов, доктор технических наук

Обработка информации в мультисенсорных системах высокоточного оружия

В статье рассмотрены возможные пути построения систем обработки данных в зарубежных мультисенсорных системах обнаружения и наведения ВТО, в том числе, основные положения классификации вариантов реализации мультисенсорных систем с использованием технологии *Sensor Data Fusion* и формализованные оценки вероятностных характеристик обнаружения по правилу Демпстера. В качестве конкретного примера рассмотрено построение системы обнаружения кассетного боевого элемента PI SADARM.

Комбинации нескольких сенсоров стали практически обязательным элементом систем обнаружения и наведения современного высокоточного оружия (ВТО) [1, 2]. Можно выделить два основных варианта их использования в процессе обнаружения (наведения). В первом варианте информация последовательно передается от одного датчикового канала к другому. К этому варианту, например, может быть отнесена противорадиолокационная ракета ARMIGER [1], в которой сначала для обнару-

жения РЛС противника используется бортовая станция радиотехнической разведки, а затем на конечном участке наведение обеспечивает инфракрасный сенсор.

Иной, более сложный, вариант применения базируется на одновременном съеме информации с нескольких датчиков. Применение нескольких каналов обнаружения цели и обработка получаемой информации в современных зарубежных системах ВТО осуществляется с помощью технологии *Sensor Data Fusion* (SDF) [3].

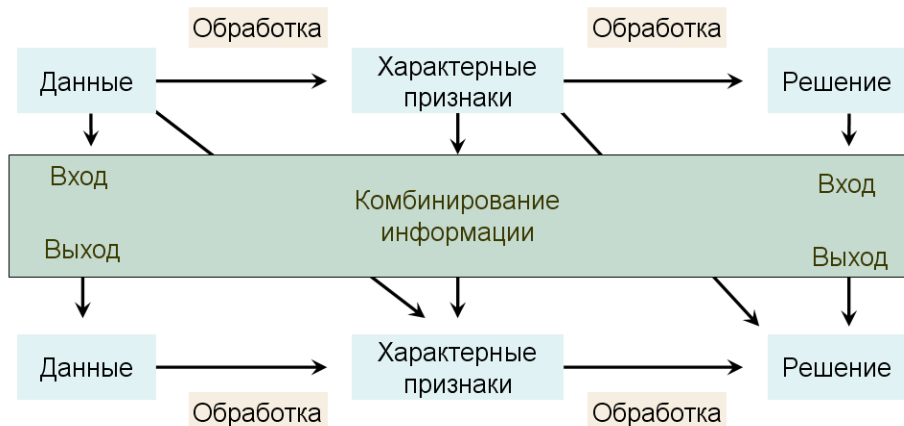


Рисунок 1 – Уровни комбинирования информации в системах SDF

Комбинирование информации в мультисенсорных системах с использованием SDF

Процесс комбинирования информации с использованием SDF производится на нескольких иерархических уровнях: от уровня комбинирования данных, регистрируемых в виде одномерных сигналов, до уровня совместной об-

работки сигналов в виде вектора состояния, или уровня принятия решения. В общем виде уровни комбинирования информации можно разделить следующим образом [4]:

- высокий уровень – уровень принятия решений (“decision level”);
- средний уровень – уровень обработки ин-

формации о локальных особенностях (характерных признаках) исследуемой сцены;

- низкий уровень – уровень обработки одномерной информации (или данных), регистрируемой сенсорами.

Чем выше уровень, тем меньшее количество информации обрабатывается при ее комбинировании. Эту общую классификацию можно детализировать более подробно с учетом вида информации на входе и выходе комбинированной системы (рисунок 1).

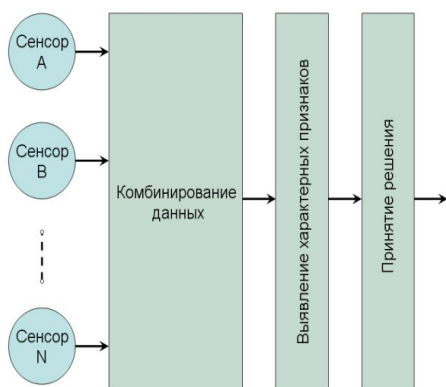


Рисунок 2 – Централизованное построение системы SDF (комбинирование данных)

При децентрализованном построении система состоит из нескольких каналов (рисунок 3) [5]. Каждый канал локально обрабатывает данные сенсора, проверяет их и проводит оценку состояния. Затем происходит обмен информацией между каналами (в виде оценок состояния или вероятностных характеристик) для ее уточнения и получения глобальных оценок на следующем этапе.

Рассмотрим конкретный пример реализации мультисенсорной системы обнаружения кассетного боевого элемента (КБЭ) PI SADARM [1, 2].

Система PI SADARM (рисунок 4) предназначена для уничтожения наземной боевой техники. Данный КБЭ представляет собой цилиндрический контейнер с взрывчаткой. Облицованная металлом кумулятивная воронка

На практике зачастую применяется комплексирование данных видов комбинирования информации, т.е. объединение нескольких уровней обработки в рамках разрабатываемого устройства или системы [5].

Централизованное и децентрализованное построение системы SDF

Централизованная архитектура предполагает, что только единственный процессор обрабатывает все данные (рисунок 2) [5].

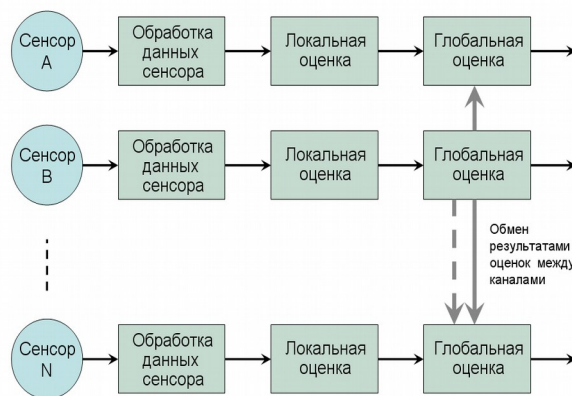


Рисунок 3 – Децентрализованное построение системы SDF

формирует при взрыве ударное ядро, способное с дальности более 200 м поразить цель типа «танк». Контейнер снабжен аэродинамическим устройством (парашютом), который после выброса из носителя обеспечивает сравнительно медленное снижение боеприпаса. Несимметричная аэродинамическая схема обеспечивает при спуске его быстрое вращение вокруг вертикальной оси. На заданной высоте КБЭ переходит в режим поиска цели. Система обнаружения PI SADARM состоит из трех датчиков обнаружения [6]: радиолокационного и радиотеплового датчиков миллиметрового диапазона длин волн (длина волны $\lambda=8\text{мм}$) и сенсора ИК-диапазона. Два первых сенсора выполнены с применением общей антенны с шириной диаграммы направленности антенны $4,5^\circ$ (рисунки 5 и 6) [6].

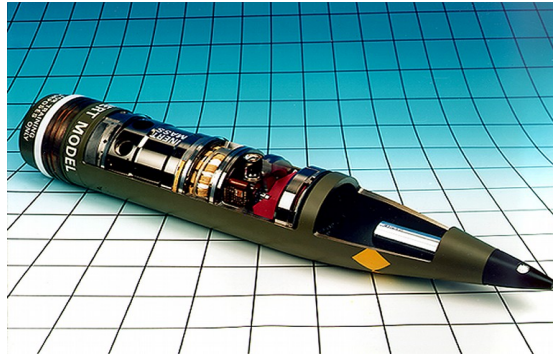


Рисунок 4 – Артиллерийский снаряд-носитель с двумя КБЭ PI SADARM

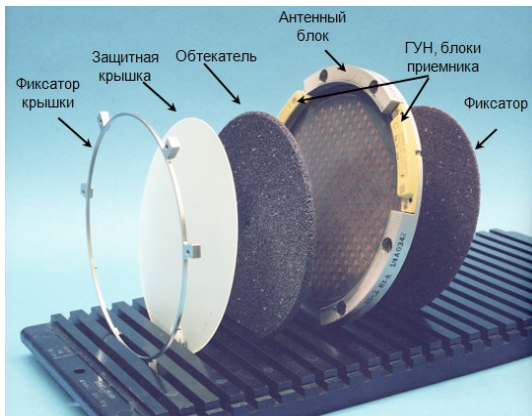


Рисунок 5 – Антенный блок радиолокационного и радиотеплового сенсоров

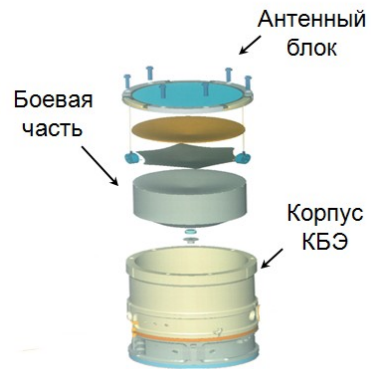


Рисунок 6 – Антенный блок, боевая часть и корпус КБЭ

ИК-датчик с линейкой из 24 фотоприемников имеет высокое разрешение и применя-

ется для определения контура цели и выбора точки прицеливания [6] (рисунки 7, 8).

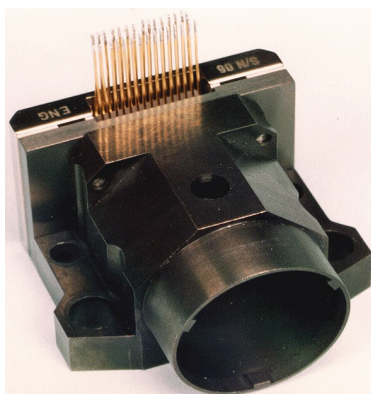


Рисунок 7 – ИК-сенсор

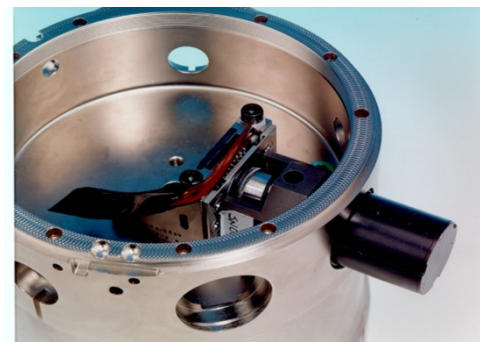


Рисунок 8 – ИК-сенсор в корпусе КБЭ

На рисунке 9 представлены взаимное расположение и геометрические размеры элементов разрешения радиолокационного и радиотеплового канала миллиметрового диапазона и линейки сенсоров ИК-канала [6].

Радиолокатор используется как в режиме поиска цели, так и в режиме высотомера. Активный поиск начинается на высоте около 165 м. Угол отклонения оси поля зрения датчиков от вертикали составляет примерно 38°.

При спуске и вращении поле зрения датчика описывает на местности сходящуюся спираль и производит сплошной просмотр местности. В системе также имеется магнитометр, приме-

няемый для определения скорости вращения (сканирования). Эта информация позволяет более точно осуществлять пространственную селекцию целей.

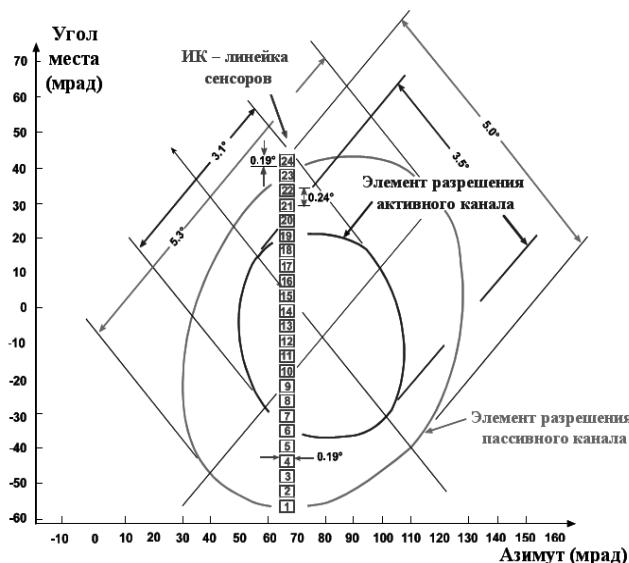


Рисунок 9 – Геометрические характеристики элементов разрешения сенсоров КБЭ PI SADARM

Процессор осуществляет непрерывную обработку поступающей с датчиков информации и формирование на ее основе сигнала инициирования боевой части. Мгновенное поле зрения датчика координировано с направлением прицеливания с учетом време-

ни срабатывания КБЭ. Боевая часть типа «ударное ядро» направляется в цель со скоростью до 2 км/с.

Блок-схема системы обнаружения PI SADARM представлена на рисунке 10 [6].

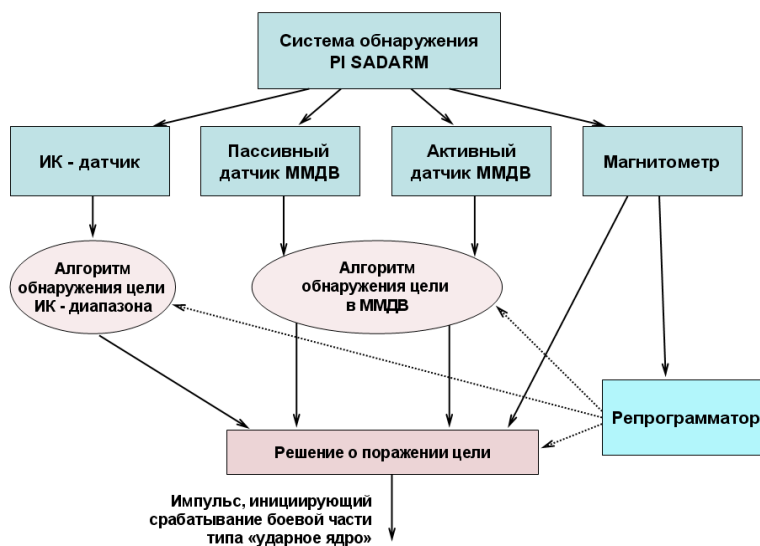


Рисунок 10 – Блок-схема системы обнаружения PI SADARM

После первичной обработки сигналов, регистрируемых каждым из датчиков СВЧ-модуля, информация о возможной цели по-

ступает в процессор блока миллиметрового диапазона, где с применением специальных алгоритмов принимается решение о наличии

или отсутствии цели. Далее информация о предполагаемой цели поступает в единый для всей системы процессор, куда также поступают данные от ИК-сенсора.

После завершающей процедуры комбинирования информации, поступившей из всех трех каналов обнаружения, принимается окончательное решение о наличии цели и

формировании импульса, инициирующего срабатывание боевой части типа «ударное ядро».

Прослеживая информационные связи между различными сенсорами, применяющимися в КБЭ PI SADARM, соответствующую им схему построения системы SDF можно представить следующим образом (рисунок 11).

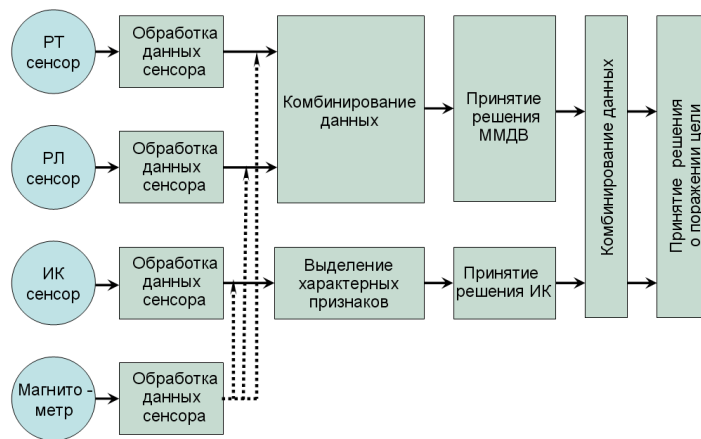


Рисунок 11 – Схема построения системы SDF в КБЭ PI SADARM

Сравнение со схемами, приведенными на рисунках 2 и 3, показывает, что здесь имеются особенности как централизованной, так и децентрализованной схем построения SDF.

Формализация оценок вероятностных характеристик обнаружения мультисенсорных систем

Для проведения операций по комбинированию информации в системах обнаружения SDF существует несколько подходов: метод Байеса, теория Демпстера-Шейфера, применение нечеткой логики (искусственных нейронных сетей и “Fuzzy Logic”) и др. [7, 8].

Анализ зарубежных публикаций (см. например, работы [9–11]) показывает, что наиболее часто в многоканальных системах обнаружения (наведения) ВТО применяются алгоритмы обработки информации, использующие основные положения теории свидетельств Демпстера – Шейфера (ТДШ) [12, 13]. Ее отличительной особенностью является возможность математического описания состояний *неопределенности*. Данная теория

оперирует понятиями меры *доверия* (belief) или *поддержки* (support), а также меры *правдоподобия* (plausibility). Основанием ее является неклассическая идея «*основной массы вероятности*» как альтернатива традиционной вероятности. ТДШ не требует выдвижения предположений о вероятности отдельных элементов множества или интервала. Вместо этого она дает возможность принятия решений для неполной или неопределенной информации.

По сравнению с методом Байеса, в котором рассматриваются априорные вероятности, здесь требуется предварительное назначение *основной массы вероятности*, которая отражает начальное знание о системе, включая и ее *неопределенные* состояния. Значение *основной массы вероятности* (будем ее далее также называть *массой*), обозначаемое *m*, является основной мерой, характеризующей *доверие* гипотезы:

$$\begin{cases} m(\emptyset) = 0 \\ \sum_{A \in P(X)} m(A) = 1 \end{cases}$$

где \emptyset – пустое множество,

A – гипотеза или множество.

Значение *массы* пустого множества по определению равно нулю. Значение *массы* оставшихся элементов показательного множества нормированы на единичную сумму. Значение *массы* $m(A)$ элемента показательного множества A выражает соотношение всех уместных и доступных свидетельств, которые поддерживают утверждение, что определенный элемент X принадлежит A , но не принадлежит ни одному подмножеству A . Значение величины $m(A)$ относится только к множеству A и не создает никаких дополнительных утверждений о других подмножествах A , каждое из которых, по определению, имеет свое собственное значение *массы*.

Исходя из присвоенных значений *массы*, могут быть определены верхняя и нижняя границы интервала возможностей. Этот интервал содержит точную величину вероятности рассматриваемого подмножества (в классическом смысле) и ограничен значениями доверия и правдоподобия:

$$bel(A) \leq P(A) \leq pl(A).$$

Доверие $bel(A)$ к множеству A определяется как сумма всех значений *массы* собственных подмножеств рассматриваемого множества:

$$bel(A) = \sum_{B|B \subseteq A} m(B).$$

Правдоподобие $pl(A)$ – это сумма значений *массы* всех множеств B , пересекающихся с рассматриваемым множеством A :

$$pl(A) = \sum_{B|B \cap A \neq \emptyset} m(B).$$

Правило комбинирования событий – правило Демпстера. Агрегация информации обычно направлена на суммирование и упрощение массива данных, получаемых из одного или нескольких источников. Правила комбинирования являются специальными мето-

дами агрегации данных. Эти данные представляют собой оценку одного и того же множества событий (гипотез). ТДШ основана на предположении, что эти источники являются независимыми. Данные этих источников используются для вычисления меры *доверия* для каждого оцениваемого состояния в соответствии с правилом Демпстера [14]:

$$m^{1,2}(C) = \frac{\sum_{A \cap B = C \neq \emptyset} m^1(A)m^2(B)}{1 - k}. \quad (1)$$

Формула (1) описывает правило для двух сенсоров. Коэффициент $k = \sum_{A \cap B = \emptyset} m^1(A)m^2(B)$. Формула (2) описывает правило для трех сенсоров.

$$m^{1,2,3}(D) = \frac{\sum_{A \cap B \cap C = D \neq \emptyset} m^1(A)m^2(B)m^3(C)}{1 - k}. \quad (2)$$

Здесь $k = \sum_{A \cap B \cap C = \emptyset} m^1(A)m^2(B)m^3(C)$ – для

трех сенсоров. Причем k соответствует значению *массы*, связанной с конфликтом, который определяется суммированием произведений значений *массы* для состояний, пересечение которых не является пустым множеством. Если значение k велико, то конфликт между источниками оценок является сильным.

C – пересечение состояний A и B в уравнении (1);

D – пересечение A , B и C в (2);

$m^{1,2}(C)$ – новая оценка, полученная после обработки оценки $m^1(A)$, полученной сенсором 1, и оценки $m^2(B)$, полученной сенсором 2.

Аналогично в формуле (2) $m^{1,2,3}(D)$ – новая оценка, полученная из оценок $m^1(A)$, $m^2(B)$ и $m^3(C)$ сенсоров 1, 2 и 3 соответственно.

Правило для N сенсоров записывается аналогично формулам (1) и (2):

$$m^{1,2,\dots,N}(D) = \frac{\sum_{A_1 \cap A_2 \cap \dots \cap A_N = D \neq \emptyset} \prod_{1 \leq i \leq N} m^i(A_i)}{1 - k}, \quad (3)$$

$$k = \sum_{A_1 \cap A_2 \cap \dots \cap A_N = \emptyset} \prod_{1 \leq i \leq N} m^i(A_i).$$

Правило комбинирования Демпстера является ассоциативным и коммутативным [14]. Это означает, что значение *массы* (например, в формуле (3)) может быть результатом предыдущего комбинирования, поэтому весь процесс комбинирования может протекать по цепочке. Причем его порядок не влияет на конечный результат. Это является одной из основных причин широкого применения теории Демпстера-Шейфера для формализации процесса SDF в различных исследованиях, в том числе, проводимых в интересах оборонных отраслей.

Заключение

В данной работе были рассмотрены возможные пути построения систем обработки данных в зарубежных мультисенсорных си-

стемах обнаружения и наведения ВТО, в том числе, основные положения классификации вариантов реализации мультисенсорных систем с использованием технологии Sensor Data Fusion. В качестве конкретного примера рассмотрено построение системы обнаружения кассетного боевого элемента PI SADARM. Рассмотрена формализация оценок вероятностных характеристик обнаружения по правилу Демпстера для систем, состоящих из двух, трех и n -сенсоров.

Рассмотренные особенности построения и обработки информации в мультисенсорных системах могут быть использованы при разработке отечественных образцов ВТО, а также при оценке эффективности средств защиты военной техники.

Список использованных источников

1. Высокоточное оружие и борьба с ним: Учебное пособие. – СПб.: Лань, 2013. – 496 с.
2. Евдокимов В.И., Гуменюк Г.А., Андриющенко М.С. Неконтактная защита боевой техники. – СПб.: Реноме, 2009. – 176 с.
3. Андриющенко М. С., Евдокимов В. И., Соколов В. Я. Защита танка от ВТО с комбинированными датчиковыми системами, использующими технологию SENSOR FUSION // Известия РАН. – 2010. – № 1 (63). – С. 38–43.
4. Waltz E., Llinas J. Multisensor Data Fusion. – Artech Hous, Norwood NA, 1990. – 466 p.
5. Hall David L., Llinas J. Handbook of multisensor data fusion. – CRC Press, 2001. – 568 p.
6. SADARM Product Improvement Program: “Aerojet” and “Alliant Techsystems” Research Presentation. – 1999 // <http://www.pica.army.mil>.
7. Klein L.A. Sensor and Data Fusion Concepts and Applications. – SPIE Optical Engineering Press, 1999. – 131 p.
8. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. – М.: Вильямс, 2006. – 1104 с.
9. Klein L.A. Sensor and Data Fusion: A Tool for Information Assessment and Decision Making. – SPIE Press, 2004. – 362 p.
10. Huadong Wu. Sensor Data Fusion for Context-Aware Computing Using Dempster-Shafer Theory: Ph.D. dissertation. – The Robotics Institute Carnegie Mellon University Pittsburgh, Pennsylvania, December 2003. – 195 p.
11. Tzu-Chao L., Pao-Ta Yu. Thresholding Noise-Free Ordered Mean Filter Based on Dempster-Shafer Theory for Image Restoration // IEEE Transactions On Circuits and Systems – I: Regular Papers. – May 2006. – vol. 53. – N. 5. – P. 1057-1064.
12. Dempster A.P. Upper and Lower Probabilities Induced by a Multivalued Mapping // The Annals of Statistics. – 1967. – P. 342-349.
13. Shafer Glenn. A Mathematical Theory of Evidence. – Princeton University Press, 1976. – 314 p.
14. Sentz K., Scott F. Combination of Evidence in Dempster-Shafer Theory / Technical Report, April 2002. – Los Alamos: Los Alamos National Laboratory // <http://www.sandia.gov/epistemic/Reports/SAND2002-0835.pdf>.

Г.А. Еланцев

Применение программного средства Agena для имитационного моделирования стохастических сетевых графов

В статье рассмотрен подход, основанный на имитационном моделировании стохастического сетевого графа, описывающего процесс разработки образца вооружения, военной и специальной техники, который позволяет определять статистическую функцию распределения продолжительности разработки.

Появление и широкое практическое применение методов сетевого планирования (CPM, PERT и др.) объясняется удобством планирования организационных процессов (работ) в условиях временных, материальных и людских ограничений.

В основе подхода, реализованного в методах сетевого планирования, лежит представление совокупности выполняемых работ в виде графа, вершинами которого являются события, а дугами – работы.

В зависимости от характера описываемых работ различают детерминированные и стохастические сетевые графы. Детерминированными графами описываются организационные процессы с детерминированными продолжительностями работ, а стохастическими – процессы со случайными продолжительностями работ.

Сетевое моделирование – логико-временная имитация порядка выполнения работ (плана), применяемая для оценки качества плана по определенным показателям. Результатом сетевого моделирования должен являться синтез оптимального плана выполнения работ по заданному критерию.

В данной статье сетевое моделирование рассматривается применительно к планированию жизненного цикла вооружения и военной техники (ВВТ). В связи с тем, что работы, выполняемые на разных стадиях жизненного цикла, как правило, не могут быть выполнены точно в заранее определенный срок, их длительности можно считать случайными величинами. Таким образом, жизненный цикл ВВТ может быть описан стохастическим сетевым графом.

В настоящее время для оценки времени выполнения комплекса работ со случайными продолжительностями используются следующие подходы и методики.

1. Подход, основанный на вычислении критического пути (пути с максимальным значением продолжительности) на основе суммирования случайных продолжительностей работ, составляющих отдельные пути сетевого графа, первоначально описанный в монографии [1].

В соответствии с данным подходом в основе выбора критического пути лежит вычисление вероятностей выполнения работ за заданное (директивное) время. Принимается, что путь, для которого вероятность минимальна, является критическим, т. е. путем, ограничивающим продолжительность выполнения всех работ сети, и, при необходимости, предпринимаются меры по сокращению этого критического пути [2].

2. Методика построения функции распределения времени завершения комплекса работ, описанная в работе [2].

В соответствии с ней единственной характеристикой качества стохастической сети, содержащей полную информацию о времени выполнения всего комплекса работ сети, является закон распределения этого времени, рассчитываемый с учетом реальной взаимосвязи работ, в том числе с учетом возможных задержек выполнения работ на всех путях сети.

При таком подходе вместо понятия критического пути, справедливого лишь для детерминированного случая, возможно введение и

применение понятия критической работы. Критической работой стохастической сети является та работа, которая в наибольшей степени влияет на закон распределения времени завершения всех работ сети [2].

3. Имитационное моделирование сетевого графа.

При имитационном моделировании реализующий модель алгоритм воспроизводит процесс функционирования системы во времени, причем имитируются явления, состав-

ляющие процесс, с сохранением их логической структуры и последовательности протекания во времени, что позволяет по исходным данным получить сведения о состояниях процесса в определенные моменты времени, дающие возможность оценить характеристики системы [3].

В таблице 1 рассмотрены особенности подходов и методик, используемых для анализа сетевых графов со случайными продолжительностями работ, их достоинства и недостатки.

Таблица 1 – Подходы и методики, применяемые для анализа стохастических сетевых графов

№ п/п	Подход, методика	Особенности	Достоинства	Недостатки
1.	Вычисление критического пути на основе суммирования случайных продолжительностей работ, составляющих отдельные пути сетевого графа.	Показатель продолжительности пути заимствован из детерминированных моделей (рассчитывается на основе сумм продолжительностей работ).	Позволяет получить приближенную экспресс-оценку продолжительности выполнения комплекса работ сети.	Недостаточно теоретически обоснован, так как не учитывает взаимное влияние путей, обусловленное наличием в графе сети событий, являющихся фактом завершения одновременно нескольких независимых работ.
2.	Методика построения функции распределения времени завершения комплекса работ.	Время завершения всего комплекса работ сети описывается в виде закона распределения.	Методика позволяет учесть взаимное влияние путей, обусловленное наличием в графе сети событий, являющихся фактом завершения одновременно нескольких независимых работ.	Необходимость вычисления большого количества определенных интегралов требует значительных временных затрат.
3.	Имитационное моделирование сетевого графа.	Имитационная модель воспроизводит процесс функционирования системы во времени.	Позволяет по исходным данным о продолжительности работ, задаваемых любыми законами распределения, определить статистические параметры времени завершения всего комплекса работ сети.	Необходимость предварительного построения имитационной модели.

Преимуществами имитационного моделирования функционирования стохастической сети перед аналитической методикой построения функции распределения времени завершения всего комплекса работ, рассмотренной в работе [2], являются:

высокая скорость вычислений ввиду отсутствия необходимости вычисления большого количества определенных интегралов;

применимость к сложным моделям с различными законами распределения продолжительностей работ;

простота построения сетевого графа, его изменения и масштабирования.

В соответствии с ГОСТ РВ 15.004-2004 типовой жизненный цикл образцов (систем, комплексов) ВВТ включает следующие стадии:

- 1) исследование и обоснование разработки;
- 2) разработка;
- 3) производство;
- 4) эксплуатация изделий;
- 5) капитальный ремонт (для изделий, подлежащих капитальному ремонту).

Для каждой стадии жизненного цикла определены типовые работы на ней выполняемые. В рамках данного исследования рассмотрены первые три стадии.

1 Исследование и обоснование разработки.

1.1 Проработки заказчика и исполнителей работ.

1.2 Научно-исследовательская работа (НИР) по созданию изделия.

1.3 Выполнение аванпроекта.

2 Разработка.

2.1 Опытно-конструкторская работа (ОКР) по созданию изделия (модернизации изделия).

3 Производство.

3.1 Постановка на производство изделий.

3.2 Установившееся промышленное производство изделий.

3.3 Строительство, монтаж, сборка и наладка изделий.

3.4 Поставка изделий.

3.5 Снятие с производства изделий

В соответствии с рассмотренным типовым содержанием работ, выполняемых на стадиях жизненного цикла образцов (систем, комплексов) ВВТ разработана сетевая модель, описывающая процесс разработки условного комплекса ВВТ (рисунок 1).

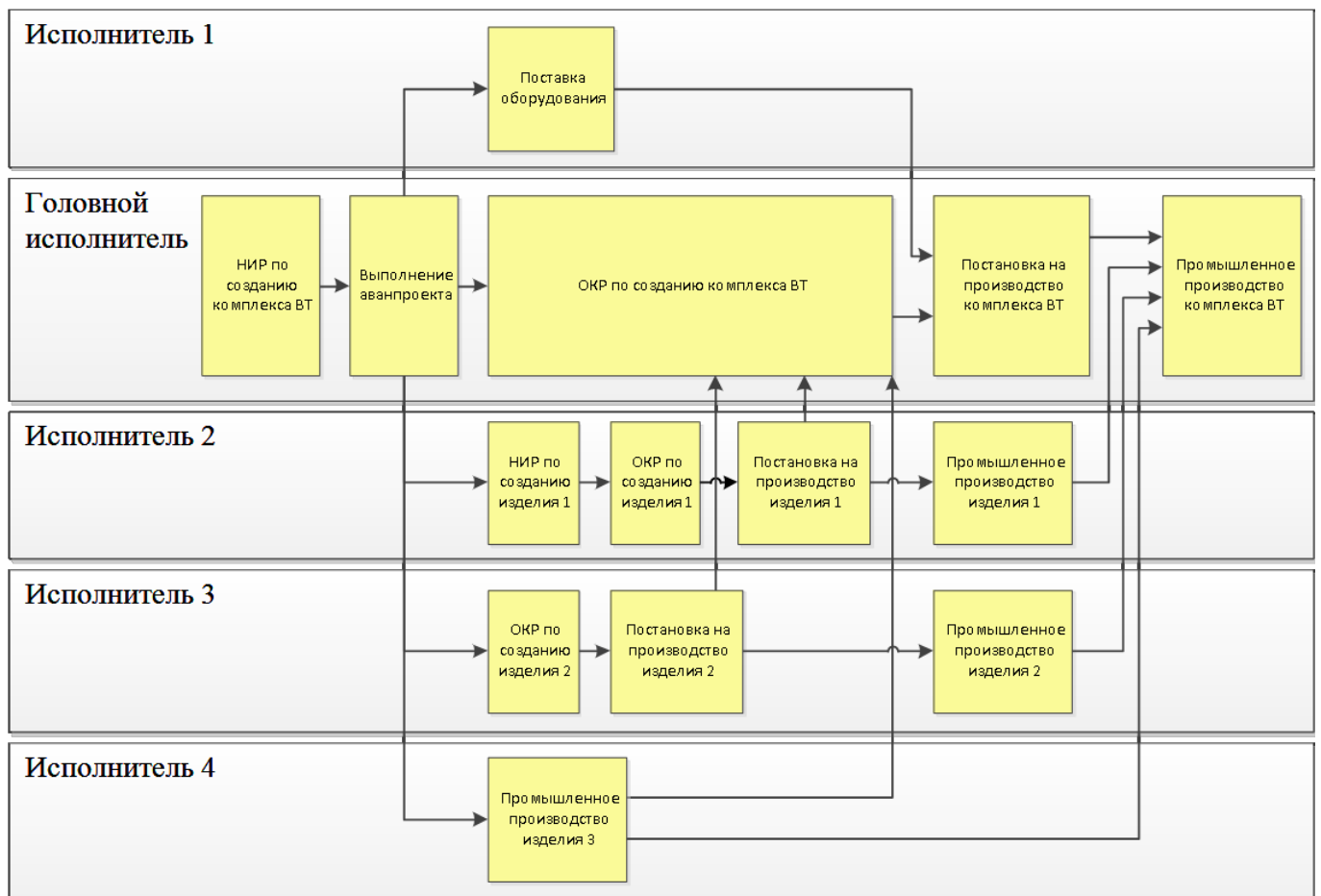


Рисунок 1 – Сетевая модель разработки условного комплекса ВВТ

В рамках представленной модели рассматриваются типовые работы с 1.2 по 3.2. Принимается, что данный условный комплекс ВВТ целесообразно разрабатывать в составе кооперации, включающей головного исполнителя и четырех исполнителей составных частей.

Исполнитель 1 является поставщиком оборудования (например, станков) для постановки на производство комплекса ВВТ головным исполнителем.

Исполнители 2-3 являются разработчиками и поставщиками, а исполнитель 4 – только поставщиком, узлов и агрегатов (изделие 1,

изделие 2, изделие 3) комплекса ВВТ, разрабатываемого головным исполнителем, например, силовой установки, радиоэлектронного оборудования и т. д.

Для оценки времени завершения комплекса работ по разработке условного комплекса

ВВТ сетевая модель, представленная на рисунке 1, реализована в программном средстве имитационного моделирования Arena.

Разработанная модель представлена на рисунке 2. В ней можно выделить следующие основные модули.

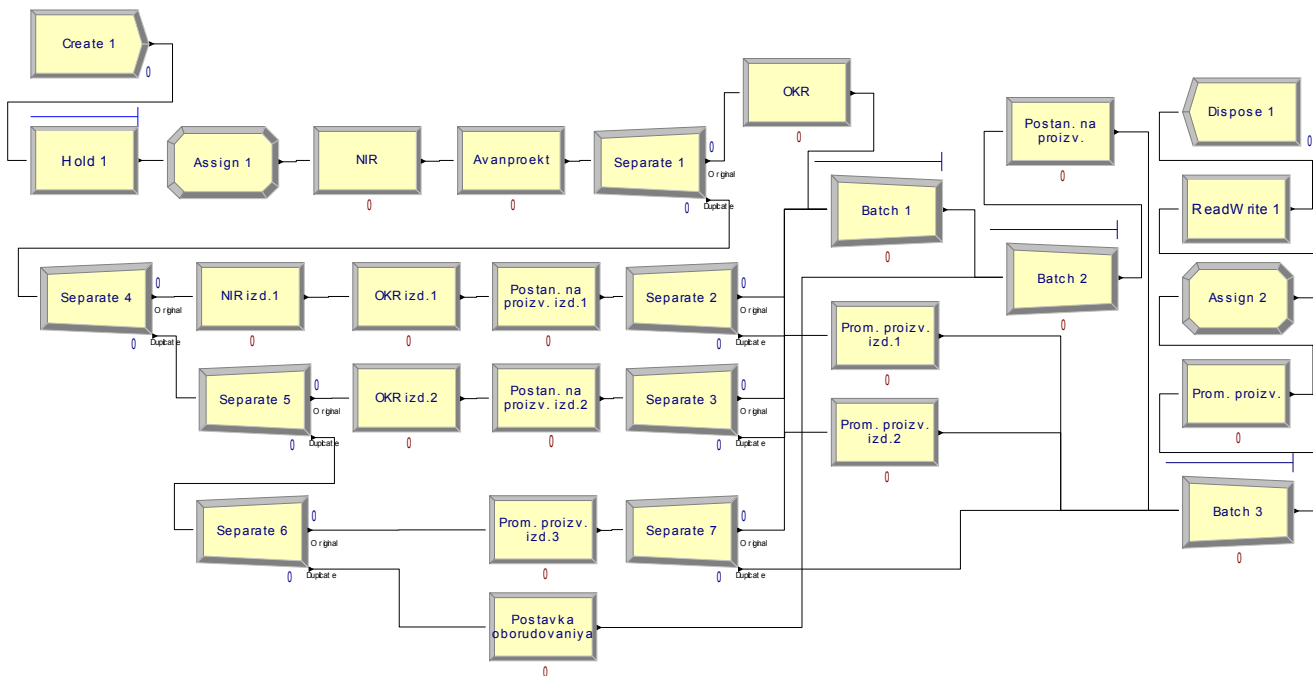


Рисунок 2 – Имитационная модель разработки условного образца (системы, комплекса) ВВТ

1. Инициализации и окончания моделирования:
 - Create 1;
 - Dispose 1.
2. Создания копии заявки Separate 1 – Separate 7.
3. Группировки заявок Batch 1 – Batch 3.
4. Обработки заявок:
 - НИР по созданию комплекса ВВТ;
 - выполнение аванпроекта;
 - НИР по созданию изделия 1;
 - ОКР по созданию комплекса ВВТ;
 - ОКР по созданию изделия 1;
 - ОКР по созданию изделия 2;
 - постановка на производство комплекса ВВТ, изделия 1, изделия 2;
 - поставка оборудования для организации производства;
 - промышленное производство комплекса ВВТ, изделия 1, изделия 2, изделия 3.

4. Оценки продолжительности разработки комплекса ВВТ:

- замер временного интервала;
- вывод информации в файл.

Как показано в [1], в большинстве случаев для описания случайных продолжительностей работ приемлемым является бета-распределение. Данное распределение положительно и имеет функцию плотности, напоминающую закон Гаусса, но ограниченную слева и справа. Случайные продолжительности работ разработанной имитационной модели заданы бета-распределениями (таблица 2). При этом параметры закона распределения продолжительности НИР и ОКР определены на основе статистических данных по срокам проведения соответствующих работ, выполняемых в рамках ГОЗ (рисунок 3).

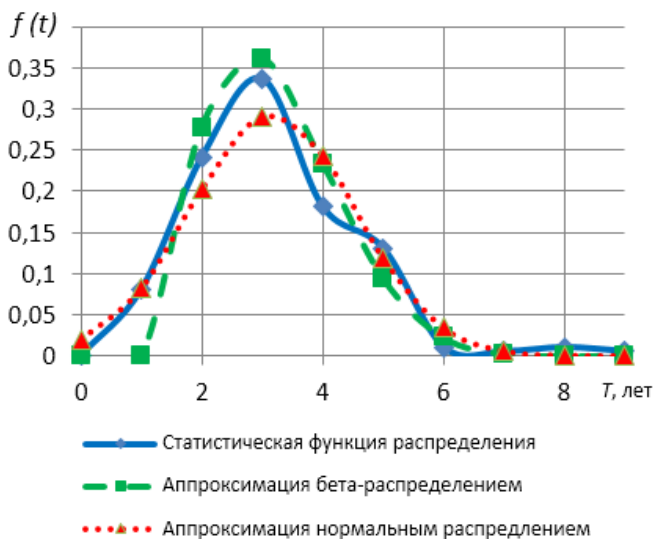
Таблица 2 – Исходные данные для моделирования

Продолжительность, лет	Параметры бета-распределения		
	α	β	Интервал
НИР по созданию комплекса ВВТ	3	8	[1; 9]
выполнение аванпроекта	2	5	[0,2; 1]
НИР по созданию изделия 1	3	8	[1; 6]
ОКР по созданию комплекса ВВТ	4	20	[1; 19]
ОКР по созданию изделия 1 и изделия 2	4	20	[1; 10]
постановка на производство комплекса ВВТ, изделия 1, изделия 2	2	2	[0,5; 2]
поставка оборудования для организации производства	2	5	[0,5; 1]
промышленное производство комплекса ВВТ	3	10	[1; 5]
промышленное производство изделия 1, изделия 2, изделия 3	2	5	[2; 5]

В качестве оцениваемой продолжительности разработки условного комплекса ВВТ принимается случайная величина T , характеризующая время выполнения всего комплекса работ рассмотренной сетевой модели. Для определения теоретического распределения

этой случайной величины с использованием разработанной имитационной модели было проведено 10 000 испытаний, по результатам которых получена статистическая функция распределения с параметрами $M[T]=12,97$; $\sigma=1,52$.

Продолжительность НИР



Продолжительность ОКР



Рисунок 3 – Статистические данные о продолжительности выполнения НИР и ОКР в рамках ГОЗ

Наиболее точно аппроксимирующим теоретическим распределением (коэффициент корреляции $r=0,998$) полученной статисти-

ческой функции является бета-распределение с параметрами $\alpha=6,35$; $\beta=7,2$ (рисунок 4).

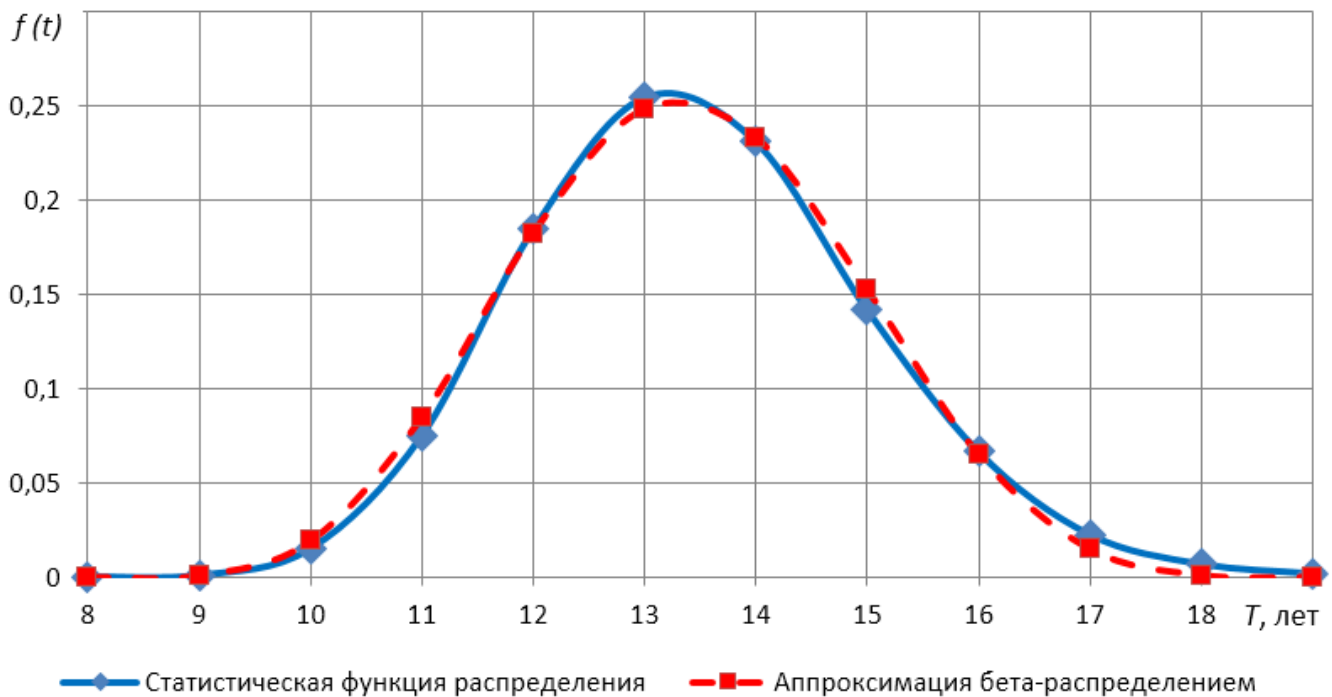


Рисунок 4 – Функция плотности распределения продолжительности разработки условного комплекса ВВТ

Таким образом, продолжительность разработки условного комплекса ВВТ при заданных исходных данных составит около $13 \pm 1,5$ лет и может быть описана бета-распределением. Безусловно, не все образцы (системы, комплексы) ВВТ будут характеризоваться такими параметрами продолжительности разработки. Однако предложенный подход является универсальным. Если для определения законов распределения продолжительностей проведения работ, входящих в сетевую модель, анализировать статистические данные продолжительностей только тех работ по разработке образцов (систем, комплексов) ВВТ, которые направлены (были направлены) на разработку ВВТ аналогичного класса (типового ряда), то можно оценить продолжительность разработки подобного образца (системы, комплекса) ВВТ в будущем. При этом, внося соответствующие изменения в сетевую модель, можно рассмотреть альтернативные варианты кооперации разработчиков ВВТ.

В качестве примера рассмотрим как изменится продолжительность разработки условного комплекса ВВТ при уменьшении продолжительности проведения ОКР исполнителями составных частей. Зададим продолжительности ОКР по созданию изделия 1 и изделия 2 случайной величиной, имеющей бета-распределение на отрезке $[1; 3]$ с параметрами $\alpha=2$, $\beta=5$. При моделировании с такими исходными данными получена статистическая функция распределения с параметрами $M[T]=12,12$; $\sigma=1,44$ (рисунок 5). Таким образом, уменьшение максимальной продолжительности проведения ОКР исполнителями составных частей на семь лет привело к незначительному (около 1 года) уменьшению средней продолжительности разработки условного комплекса ВВТ. Это объясняется большой продолжительностью ОКР, выполняемой головным исполнителем, максимальная продолжительность которой осталась неизменной и равной 19 годам.

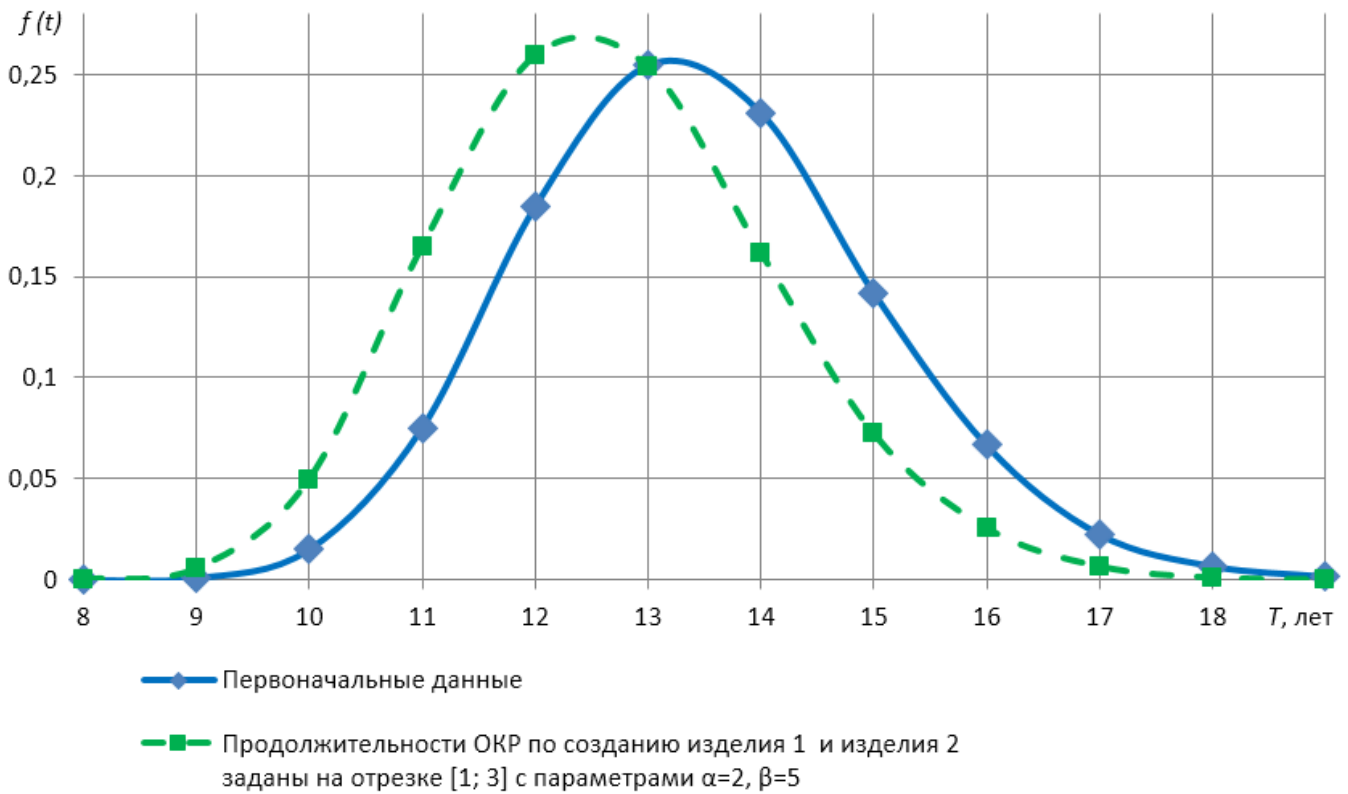


Рисунок 5 – Изменение продолжительности разработки условного комплекса ВВТ при сокращении продолжительности ОКР по созданию изделия и изделия 2

Предложенный подход может быть использован в рамках создаваемой системы управления полным жизненным циклом вооружения, военной и специальной техники

для оценки продолжительности разработки, влияния структуры кооперации и технологических возможностей ее участников на продолжительность работ.

Список использованных источников

1. Кофман А., Дебазей Г. Сетевые методы планирования / Пер. с франц. – М.: Прогресс, 1968. – С. 77-87.
2. Горевич Б.Н. Применение стохастических сетевых графов для планирования комплекса работ в условиях неопределенности // Вооружение и экономика. – 2014. – № 4(29).
3. Лоу А.М., Кельтон В.Д. Имитационное моделирование. Классика CS. / 3-е изд. – СПб.: Питер; Киев: ВНУ, 2004. – 847 с.

В.А. Нестеров, доктор технических наук,
профессор

В.А. Судаков, доктор технических наук,
доцент

Б.В. Обносков, доктор технических наук,
профессор

Многокритериальная оценка военной техники с использованием гибридной функции предпочтений на примере беспилотных летательных аппаратов

В работе рассматривается использование гибридной функции предпочтений для многокритериальной оценки образцов вооружений и военной техники. Предложенный метод формирования функций предпочтения, позволяет учесть зависимость по предпочтениям, не требует существенных затрат времени на построение пользователем функций предпочтений, работает с векторным критерием произвольной размерности. Пользователь выделяет в пространстве критериев непересекающиеся области. Для них задается строгое отношение предпочтения. В практических задачах ранжирования альтернатив часто несколько недоминируемых альтернатив попадают в одну область. В этом случае предлагается воспользоваться количественным методом сопоставления альтернатив внутри заданной области. Программная реализация гибридного метода анализа альтернатив позволяет решать задачу выбора вооружений и военной техники в условиях ограниченных финансовых ресурсов.

Введение

Одной из особенностей постановки задачи оценки объектов военной техники является многокритериальность задачи, т. е. необходимость одновременного учета ряда частных показателей. Другой особенностью постановки является необходимость учета экономических показателей затрат на закупку и эксплуатацию вооружений. И, наконец, третьей особенностью постановки является необходимость учета неконтролируемых факторов, в частности, случайных с известными законами распределения и неопределенных, относительно которых известны только области их изменения.

В работе [1] рассмотрен *количественный* подход к многокритериальной оценке боевого потенциала воинских формирований (ВФ) различного масштаба от отдельного комплекса вооружения и военной техники (ВВТ) до оперативно-стратегического воинского формирования. Однако частные критерии могут быть как

качественными, так и количественными. Существующие методы теории принятия решений ориентированы на критерии лишь одного из этих видов. В методе анализа иерархий Т. Саати качественные критерии переводятся в количественные оценки. В работе [2] доказано существование задач, в которых метод анализа иерархий дает некорректный результат.

Для совместной работы как с качественными, так и с количественными частными критериями создан новый гибридный метод скаляризации векторного критерия [3]. Метод создан с целью решения следующих задач:

- обеспечить лицо, принимающее решение (ЛПР), инструментарием для качественных суждений о предпочтительности альтернативного объекта ВВТ в задачах с высокой размерностью векторного критерия;
- выявить предпочтения ЛПР во всем критериальном пространстве, чтобы дальнейшая оценка конкретных альтернатив проходила в автоматическом режиме (таким образом,

процесс выбора и ранжирования альтернатив происходит быстро и появляется возможность проводить оптимизацию решений без привлечения ЛПР, но с учетом его предпочтений);

- учесть зависимости между компонентами векторного критерия по предпочтениям (в результате можно устранить ситуации, когда альтернативы с неприемлемыми для ЛПР оценками по одному критерию, получают высокую интегральную оценку за счет других критериев);
- обеспечить различимость альтернатив в случае, когда значения критериев подвергаются искусственной дискретизации с целью замены непрерывных шкал на балльные оценки.

Метод носит название гибридного, так как сочетает элементы качественных методов (функции предпочтений, качественные важности критериев, метод ЗАПРОС) и количественных методов (взвешенная сумма, идеальная точка) выявления суждений ЛПР [4].

Метод может быть использован для решения широкого спектра задач оценки образцов военной техники по техническим и экономическим показателям с целью последующего выбора объектов финансирования. После формализации гибридного метода будет показан конкретный пример работы метода при решении задачи выбора беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Формализация и алгоритмы работы гибридного метода

Дадим описание сути предлагаемого гибридного метода в общем виде.

Допустим, пространство критериев имеет размерность n , равную размерности векторного критерия оптимальности. Оси координат соответствуют частным критериям оптимальности. Далее, каждой точке этого пространства ставится в соответствие значение некоторой функции предпочтений, отражающей систему ценностей ЛПР о том, какие решения лучше, а какие хуже.

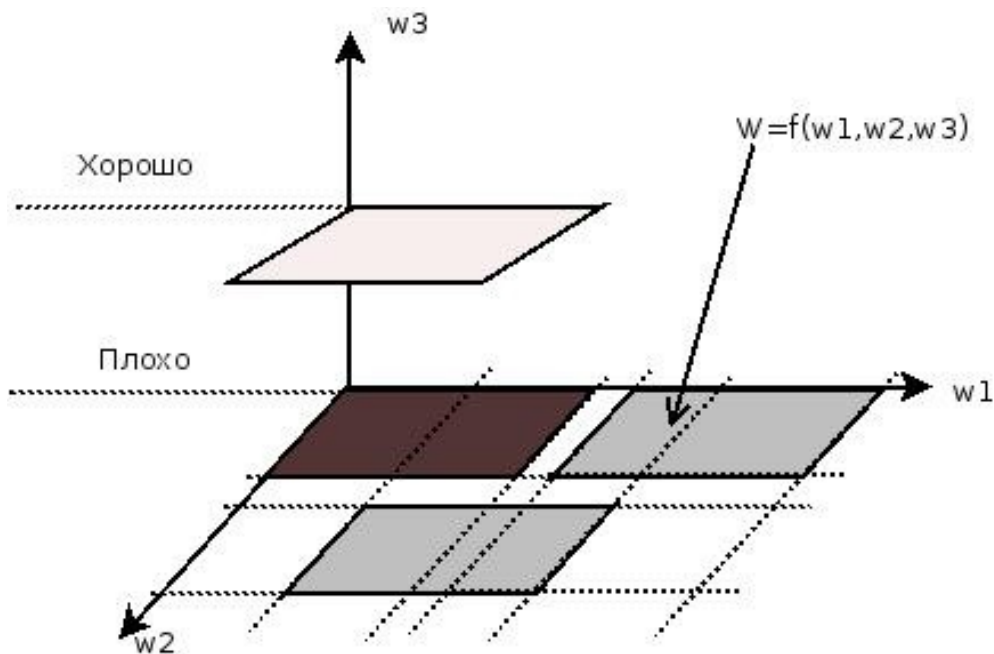


Рисунок 1 – Пример пользовательских областей предпочтений

ЛПР выделяет в пространстве критериев непересекающиеся области. Практика показывает, что ЛПР, исходя из своих знаний и опыта, легко выделяет области неудовлетворительных

решений, области удовлетворительных решений, области хороших решений для достаточно небольшого (5-16) количества областей. Для применения метода необходимы знания об об-

ласти допустимых значений каждого из критериев, но не требуется, чтобы все точки критериального пространства были допустимыми, знания о предпочтениях в недопустимых точках просто не используются. Для построения областей ось каждого критерия разбивается на интервалы, в результате критериальное пространство разбивается на отдельные ячейки прямоугольной формы. На рисунке 1 показан пример критериального пространства для случая трех критериев, градации критериев выделены пунктирными линиями, пересечения пунктирных линий образуют ячейки.

Пользователь указывает одну или несколько таких ячеек и сообщает системе поддержки принятия решений (СППР), что в этой области уровень предпочтений имеет некоторое значение в заданной лексической шкале: хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно и т. д. Уровень предпочтений позволяет определить, что решения в одной области лучше решений в другой области, но не говорит, на сколько лучше. Таким образом, уровень предпочтений выражается в порядковой шкале. При этом должна соблюдаться транзитивность предпочтений. Проверка транзитивности суждений ЛПР выполняется СППР автоматически.

В практических задачах ранжирования альтернатив часто несколько недоминируемых альтернатив попадают в одну область. Возникает вопрос об их сопоставлении. В этом случае предлагается воспользоваться формальным (количественным) методом сопоставления альтернатив внутри заданной области. Такими формальными методами могут быть: взвешенная сумма, мультипликативная свертка, идеальная точка, свертка Гермейера, расстояние Чебышёва. Применение формальных

$$A = \{t_{11}, t_{12}, \dots, t_{1q_1}\} \times \{t_{21}, t_{22}, \dots, t_{2q_2}\} \times \{t_{n1}, t_{n2}, \dots, t_{nq_n}\}.$$

Мощность этого множества вычисляется по формуле:

$$Q = |A| = \prod_{i=1}^n q_i.$$

методов в локальной области основано на следующем эвристическом соображении: зависимости по предпочтениям и существенные нелинейности проявляются только при больших изменениях значений критериев. Под большими изменениями мы понимаем такие, которые приводят к переходу из одной области предпочтений в другую. В небольшой области недостатки формальных методов, такие как взаимная компенсация критериев, влияние масштабирующих коэффициентов проявляют себя несущественно для пользователя.

Для математической формализации метода, дадим следующие обозначения:

i – номер критерия,

$i = 1..n$, где n – число критериев.

С целью удобства задания областей, которые будем упорядочивать по предпочтениям, разобьем значения критериев на градации:

t_{ij} – j -я градация i -го критерия.

Число градаций у критериев может быть различным: $j = 1..q_i$, где q_i – число градаций i -го критерия.

Для лексических критериев в качестве таких градаций выступают слова (термы). Для числовых критериев градация – это интервал значений. Интервал указывается в виде правой и левой границы.

По каждому критерию предпочтения должны быть монотонны или иметь один экстремум (идеальное значение – например, комфортная температура в помещении). Градации должны быть отсортированы в порядке увеличения предпочтительности:

$$\forall i, j: t_{i, j+1} > t_{i, j}.$$

Полное пространство всех возможных комбинаций значений градаций критериев задается как декартово произведение:

В большинстве практических задач значение Q велико, например, для 7 критериев с 5 градациями: $Q = 5^7 = 78125$. Задавать уровни предпочтения для всех элементов A на практике сложно. Поэтому в качестве области, для которой определяется уровень предпочтения,

будем рассматривать объединение некоторых элементов множества А.

Определим множества M_k , где $k=1..K$. Множество M_k представляет собой множество точек критериального пространства в определенной пользователем прямоугольной области. Для каждого M_k по каждому из критериев определяются градации, которые в него входят:

m_{ik} – множество номеров градаций i -го критерия, которые входят в k -е множество

M_k . Множества M_k – это подмножества множества А.

Рассмотрим произвольную точку пространства критериев $X=\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, где x_i – значение i -го критерия, которое обязательно попадает в одну из градаций $\exists j(x_i \in t_{ij})$. Принадлежность X к множеству M_k определяется предикатом:

$$W(X, k) = \bigwedge_{i=1}^n \left(\bigvee_{j \in m_{ik}} (x_i \in t_{ij}) \right).$$

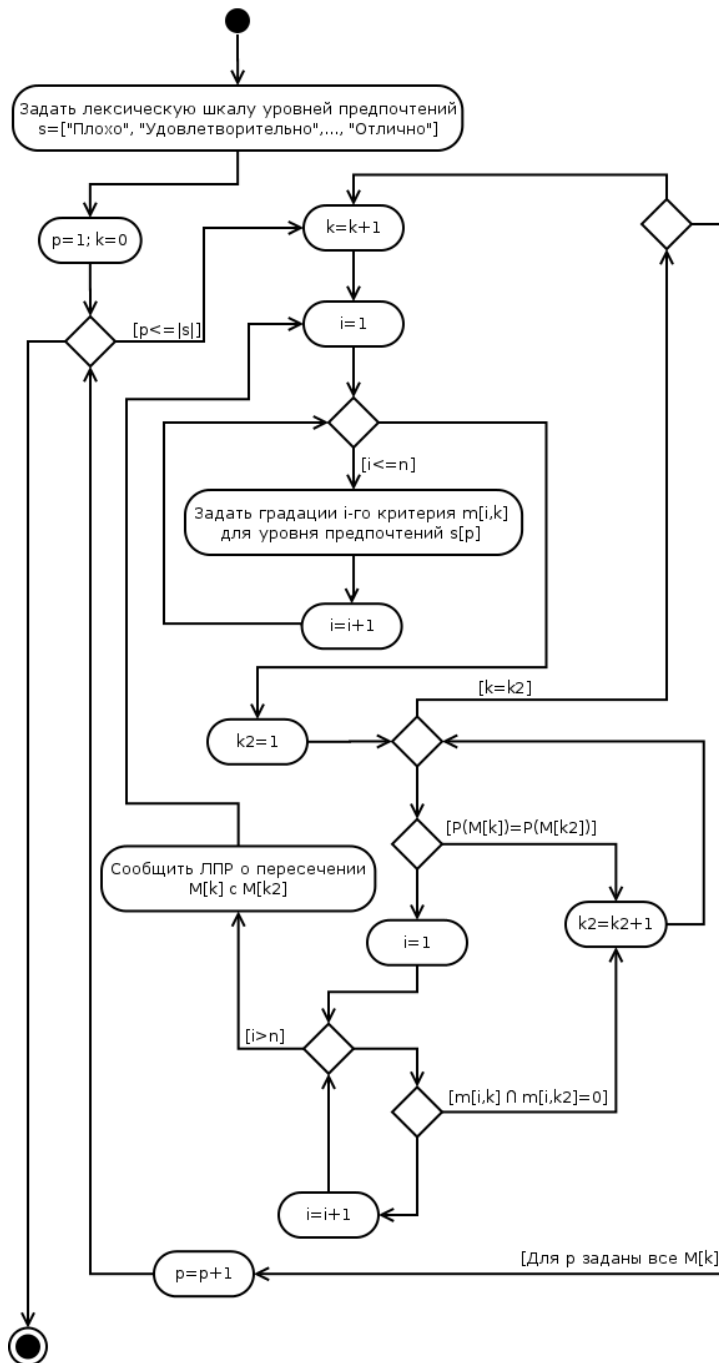


Рисунок 2 – Алгоритм ввода и редактирования M_k и уровней предпочтений

Для каждого уровня предпочтений P определяются входящие в него области с заданным уровнем предпочтений $P(M_k)$. Множество значений P – это целые числа, чем больше число, тем предпочтительнее соответствующий аргумент функции. Над значениями функции $P(\dots)$ нельзя производить арифметических операций сложения, вычитания и прочих, допустимы только операции сравнения.

$$\forall k_1 k_2 (P(M_{k_1}) \neq P(M_{k_2})) \rightarrow \exists i (m_{ik_1} \cap m_{ik_2} = \emptyset).$$

Если выражение не выполняется, то пользователь должен скорректировать свои назначения предпочтений или границы множеств M_k . Если множества M_k имеют равный уровень предпочтений, то допустимо их пересечение.

Для алгоритма, показанного на рисунке 2, в качестве входа выступают критерии и списки градаций для каждого критерия. Пользователь задает лексическую шкалу уровней предпочтений и для каждого из уровней предпочтений определяет одно или несколько множеств M_k , указывая градации по критериям. После ввода каждого множества проверяется, что оно не пересекается с остальными. На выходе получается совокупность множеств M_k , заданных через $\{m_{ik}\}$, для каждого из которых задан уровень предпочтений $P(m_k)$. При сообщении о пересечении должна выдаваться подсказка ЛПР: необходимо, чтобы хотя бы по одному из критериев градации не было общих градаций.

Так как объединение всех множеств M_k в общем случае не составляет всего множества A , то необходимо обеспечить возможность определения уровня предпочтений для любой комбинации значений градаций, которые не попали ни в одно из M_k . Назовем такие комбинации градаций ячейками и обозначим их как

$$T = \{t_{1,g_{1l}}, t_{2,g_{2l}}, \dots, t_{n,g_{nl}}\},$$

На рисунке 2 в нотации UML показано, как ЛПР вводит и редактирует множества M_k .

СППР проверяет, что все определенные пользователем множества M_k с различным уровнем предпочтений должны отличаться хотя бы по одному критерию. Для этого, после появления новой области или изменения существующей области автоматически проверяется выполнение выражения:

где g_{il} – номер градации i -го критерия для l -й ячейки, $l=1..L$.

Нужно найти все комбинации градаций, которые не попадают ни в одно из множеств M_k . Условие непопадания во все множества M_k запишется как:

$$\forall l \forall k \exists i (g_{il} \notin m_{ik}).$$

На рисунке 3 в нотации UML показан алгоритм поиска таких комбинаций градаций. В нем анализируются все комбинации градаций. Для этого используется вспомогательный массив $s = \{s[i] - \text{номер градации } i\text{-го критерия}\}$. Входом для алгоритма являются $\{m_{ik}\}$, на выходе формируются T_l . Алгоритм работает по методу прямого полного перебора всех комбинаций градаций по всем критериям (текущая комбинация хранится в s). Каждая текущая комбинация проверяется на принадлежность всем M_k , если для всех M_k принадлежность не найдена, то s добавляется в $\{T_l\}$.

Определим общее количество таких ячеек L . Для этого нужно вычесть из общего количества комбинаций градаций значений критериев Q число комбинаций, которые уже покрыты всеми множествами M_k . Если M_k не пересекаются, то количество комбинаций, которые они покрывают, можно сложить:

$$L = Q - \sum_{k=1}^K \prod_{i=1}^n |m_{ik}|.$$

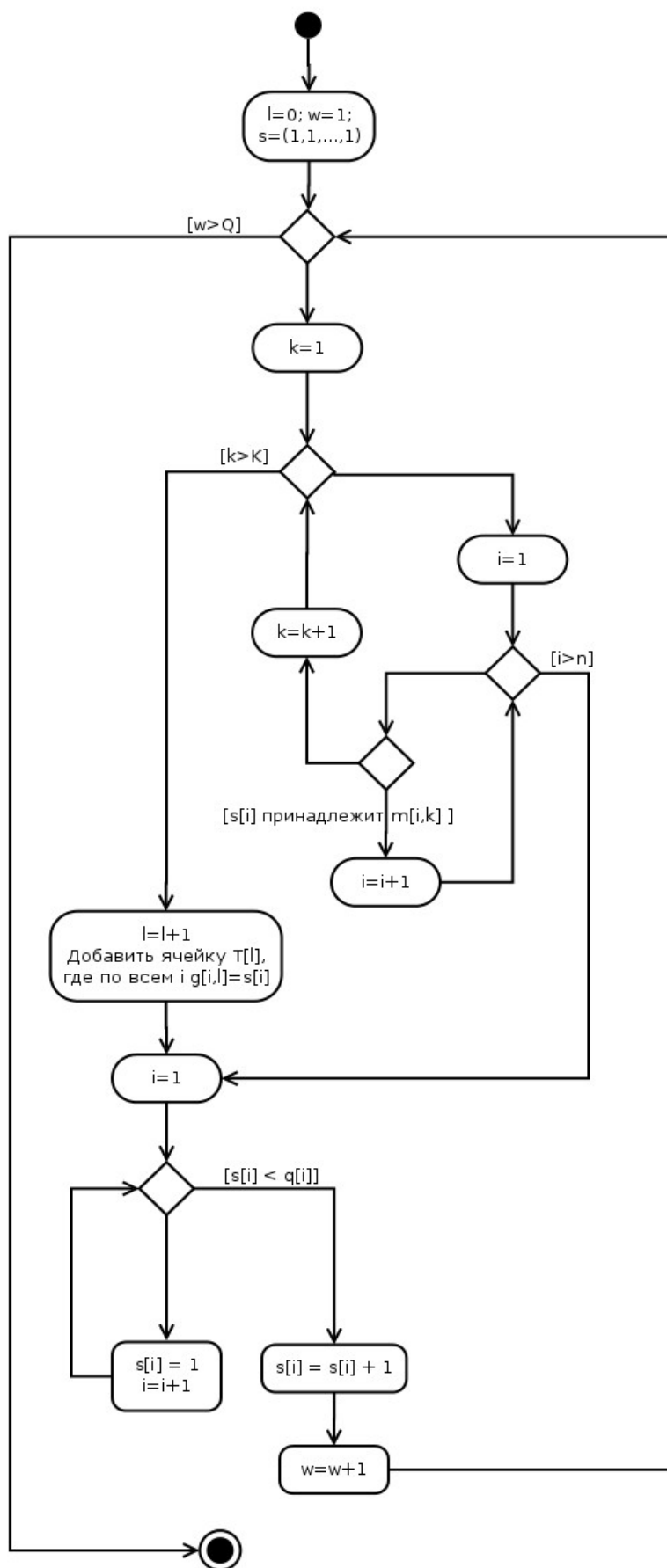


Рисунок 3 – Алгоритм определения ячеек T_l

Учитывая, что градации отсортированы в порядке увеличения предпочтительности, применим к ячейкам T_l и множествам M_k условие оптимальности по Парето. В результате возникают отношения предпочтения одних ячеек над другими:

$$\forall i (g_{i_1} \geq g_{i_2}) \wedge \exists i (g_{i_1} > g_{i_2}) \rightarrow T_{l_1} > T_{l_2}.$$

А также отношения предпочтения ячеек над множествами:

$$\forall i (g_{i_l} \geq \max_{j \in m_k} j) \wedge \exists i (g_{i_l} > \max_{j \in m_k} j) \rightarrow T_l > M_k$$

и отношения предпочтения множеств над ячейками:

$$\forall i (\min_{j \in m_k} j \geq g_{i_l}) \wedge \exists i (\min_{j \in m_k} j > g_{i_l}) \rightarrow M_k > T_l.$$

Кроме того, существует отношение доминирования между всеми множествами M_k . Оно определяется уровнями предпочтений, заданными пользователем:

$$\forall k_1 \forall k_2 (P(M_{k_1}) > P(M_{k_2}) \rightarrow M_{k_1} > M_{k_2}).$$

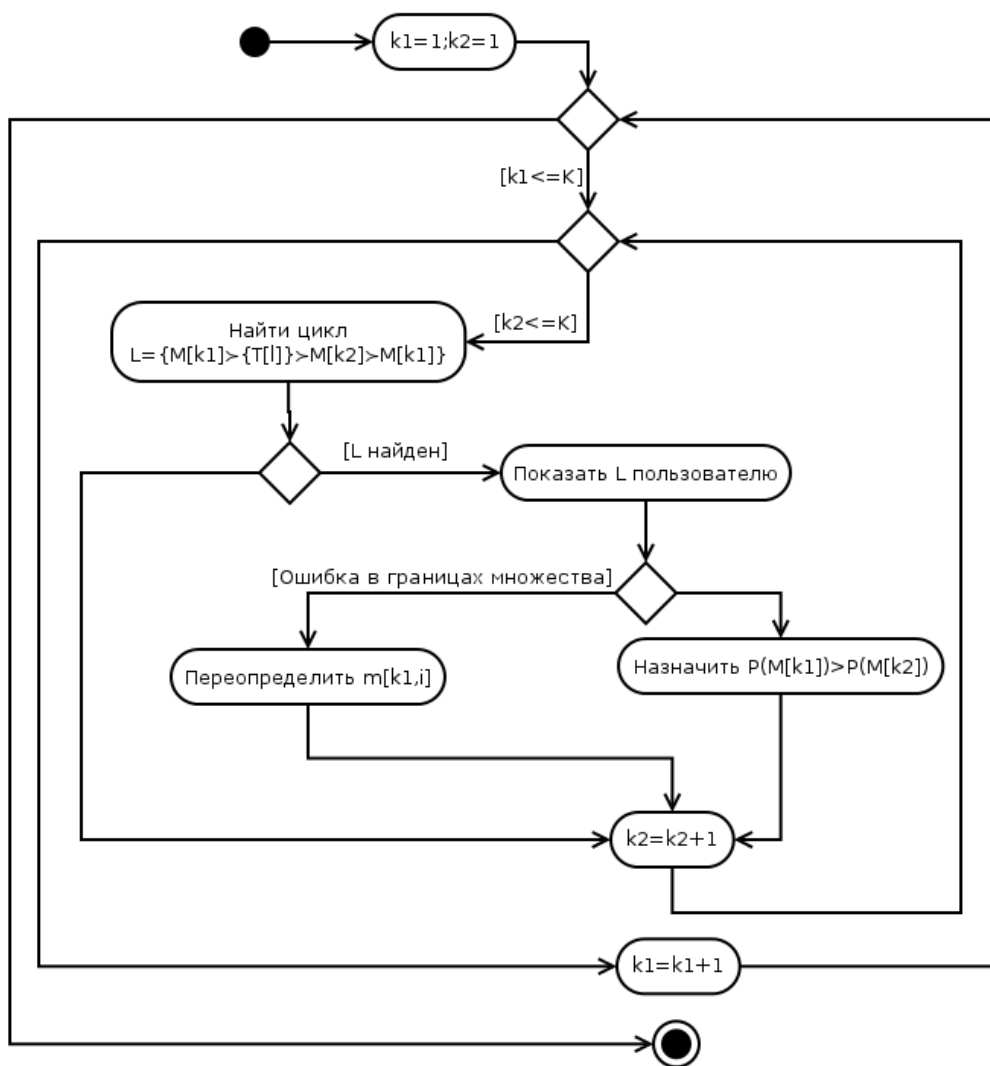


Рисунок 4 – Алгоритм корректировки предпочтений в случае циклов

Для некоторых ячеек можно определить предпочтения между ячейками методом качественного учета важностей Подиновского, если выполняются следующие условия:

1) для критериев установлено отношение предпочтения, например, критерий i важнее

критерия $i+1$, при этом не устанавливается, на сколько важнее,

2) критерии являются однородными, то есть для них используется одна и та же шкала, например, пятибалльная шкала экспертных оценок от 1 до 5.

Между ячейками, которые получаются друг из друга перестановкой номеров градаций по двум критериям в случае их однородности, получается отношение предпочтения по правилу Подиновского:

$$\exists i_1 \exists i_2 (i_1 < i_2) \wedge (\forall i (i \neq i_1 \wedge i \neq i_2) \rightarrow (g_{i_1} = g_{i_2})) \wedge \\ \wedge (g_{i_1} > g_{i_2}) \wedge (g_{i_2} < g_{i_1}) \wedge (g_{i_2} = g_{i_1}) \rightarrow T_{i_1} > T_{i_2} .$$

Это правило говорит о том, что в случае, если одна ячейка получается из другой перестановкой значений двух критериев, то из этих двух ячеек предпочтительней та, где большее значение указано у более важного критерия. Упорядочивание критериев по важности осуществляется пользователем.

Применяя указанные правила доминирования ко всем ячейкам и множествам, можно построить ориентированный граф доминирования ячеек T_l и множеств M_k . Вершины этого графа будут соответствовать ячейкам и множествам, а направленные дуги будут говорить об отношении доминирования. Граф нужно проверить на наличие циклов. И если таковые будут найдены, то следует указать на это ЛПР. Цикл в графе говорит о наличии не-транзитивности в суждениях ЛПР. На рисунке 4 в нотации UML показан алгоритм корректировки предпочтений в случае циклов. Необходимо для каждого цикла определить множества M_k , которые в него входят, и сообщить пользователю, что необходимо ввести корректировки уровней предпочтений или изменить сами множества, например, назначить $M[k_2]$ уровень предпочтений меньше, чем уровень предпочтений $M[k_1]$. В практических задачах возникновение цикла – редкое явление. На реальных исходных данных цикл не возникал. Чтобы проверить корректность алгоритма обнаружения циклов в приложении были сформированы специальные исходные данные, цикл устраняется за одну итерацию.

После того, как будет установлено отсутствие циклов, следует использовать алгоритм анализа графа, который академик Ларичев назвал «разборка» графа. В этом алгоритме

определяются значения уровней предпочтений для M_k и T_l :

1) $p = L + K$ – это максимальный уровень предпочтений, который возможен в случае, если все M_k и T_l различимы по предпочтительности;

2) определить множество недоминируемых вершин M_k и T_l ;

3) присвоить им уровень предпочтений p ;

4) исключить из графа недоминируемые вершины;

5) $p = p - 1$;

6) если граф пуст, то завершение алгоритма;

7) переход на шаг 2.

После применения данного алгоритма, некоторые вершины попадут на один уровень предпочтений. Если все вершины будут различимы, то в конце работы алгоритма переменная p будет равна нулю. Если все вершины неразличимы, то p будет равна $L + K$.

Определим Z – синтетический показатель уровня неразличимости на полном множестве:

$$Z = \frac{p}{L + K} \cdot 100\% .$$

Следует заметить, что чем детальней пользователь задаст свои предпочтения, тем меньше будет это число. Если пользователя не устраивает результат работы метода (например, не устраивают ранги альтернатив, полученные в результате ранжирования альтернатив указанным методом), то следует указать пользователю на необходимость понижения значения Z . Понизить значение Z можно путем ввода новых множеств M_k .

Обычно градация или множество включает более одного возможного значения критерия. Для возможности сопоставления различных векторов пространства критериев, входящих в одно множество или в одну ячейку, необходимо добиться изменения итоговой оценки альтернативы при изменении критерия в рамках одного уровня предпочтений.

Для этого предлагается вычислять итоговое значение предпочтений по формуле:

$$Y(x) = p(x) + D(x),$$

где $p(x)$ – целочисленный уровень предпочтений, соответствующий области M_k или ячейке T_l , в которую попало значение X , определенный вышеописанным алгоритмом разбора графа;

$D(x)$ – оценка, полученная количественным методом свертки векторного критерия, вычисленная в рамках той области (множества или ячейки), куда попало значение вектора X , и нормированная в пределах от 0 до 1.

Функцию $Y(x)$, вычисляющую итоговое значение предпочтений, назовем гибридной функцией предпочтений (ГФП).

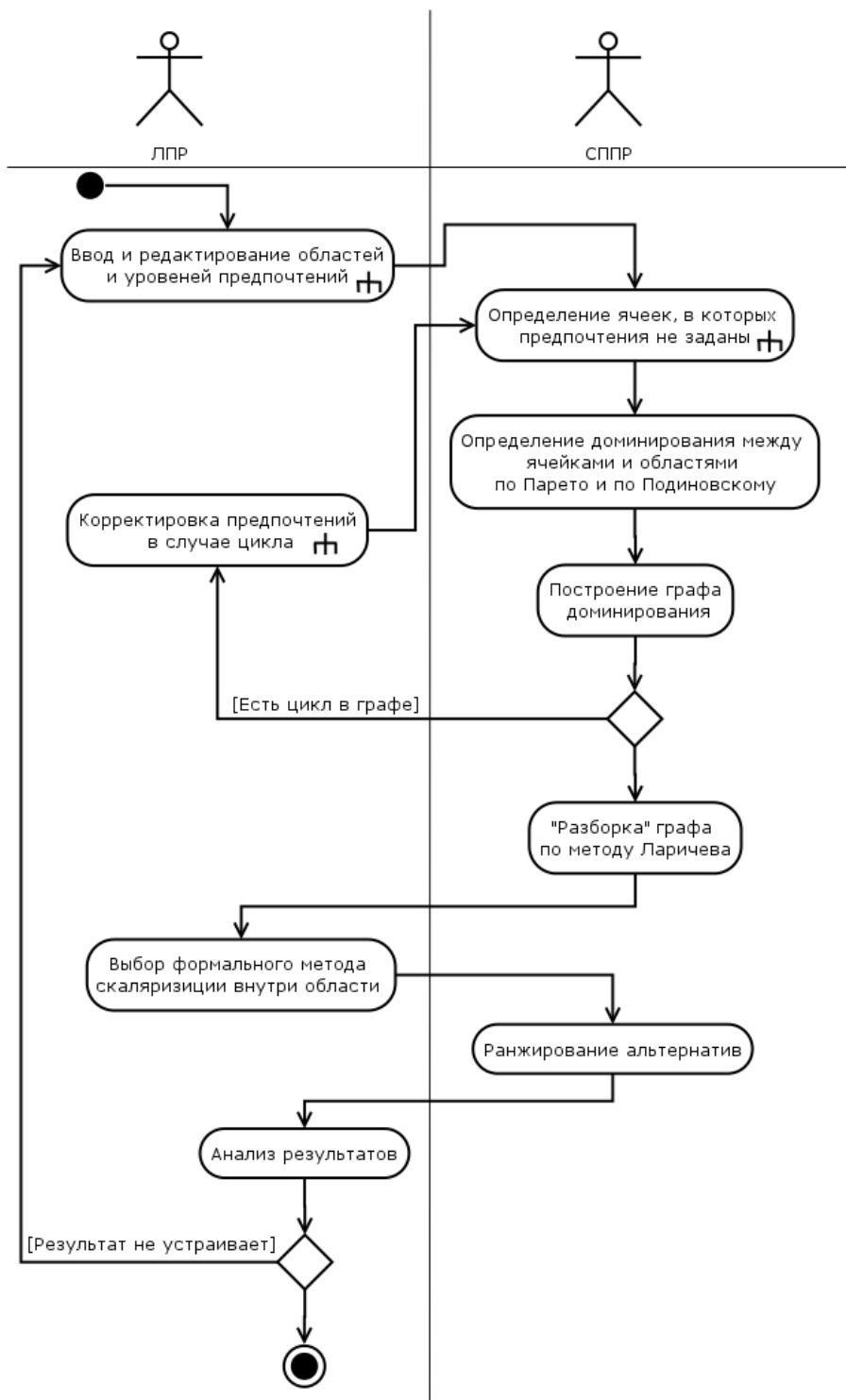


Рисунок 5 – Алгоритм формирования гибридной функции предпочтений

Итоговая оценка альтернативы, полученная указанным методом, состоит из целой части отражающей качественные суждения пользователя, и дробной части, отражающей применение количественных методов, с целью повышения чувствительности и возможности оптимизации на непрерывном множестве.

На рисунке 5 показан общий алгоритм гибридного метода формирования функции предпочтений. Данный гибридный метод, с одной стороны, позволяет существенно упро-

стить процедуру построения функции предпочтений, задавая ее подробно не на всем критериальном пространстве. С другой стороны – использовать преимущества, представляемые количественными методами свертки векторных критериев и требующие, как правило, меньшего объема информации при их использовании, для более детального сопоставления альтернативных решений, находящихся в одной области предпочтительности с точки зрения выбора перспективных образцов ВВТ.

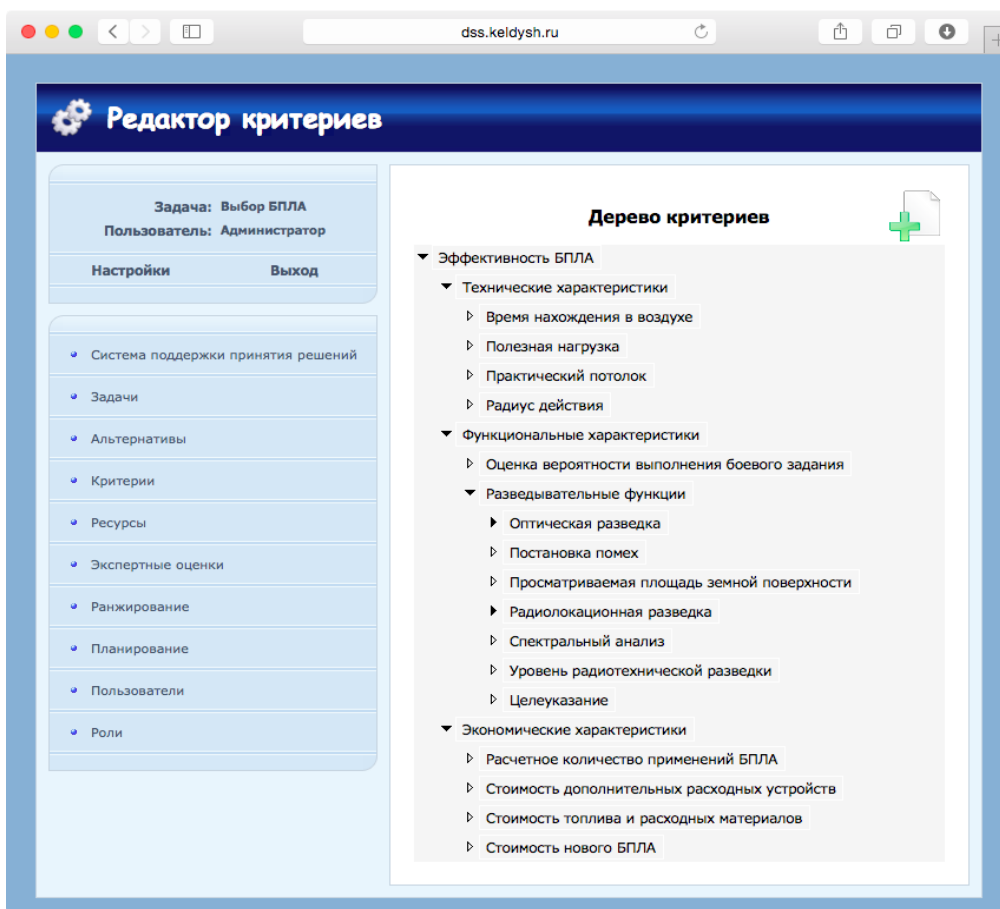


Рисунок 6 – Редактор векторного критерия

Задача выбора БПЛА

Для демонстрации эффективности предлагаемого подхода решим следующую задачу: пусть дано множество проектов БПЛА и из них необходимо выбрать несколько БПЛА в условиях ограниченности финансовых ресурсов. Каждый БПЛА характеризуется следующим векторным критерием:

1. Технические характеристики:

- 1.1. Время нахождения в воздухе, ч.
- 1.2. Радиус действия, км.
- 1.3. Полезная нагрузка, кг.
- 1.4. Практический потолок, м.
2. Экономические характеристики:
 - 2.1. Стоимость нового БПЛА, тыс.руб.
 - 2.2. Расчетное количество применений БПЛА.
 - 2.3. Стоимость дополнительных расходных устройств для обеспечения одного вылета

(стоимость пороховых ускорителей, срезных болтов и т. п.), тыс.руб.

2.4. Стоимость топлива и расходных материалов (ГСМ, технические газы и т. п.), тыс.руб.

3. Функциональные характеристики:

3.1. Оценка вероятности выполнения боевого задания, %.

3.2. Разведывательные функции:

3.2.1. Оптическая разведка:

3.2.1.1. В видимом диапазоне (нет, панорамная, детальная).

3.2.1.2. В ИК-диапазоне (есть, нет).

3.2.1.3. В УФ-диапазоне (есть, нет).

3.2.2. Целеуказание (есть, нет).

3.2.3. Радиолокационная разведка:

3.2.3.1. Передней полусферы (есть, нет).

3.2.3.2. Боковая (есть, нет).

3.2.4. Уровень радиотехнической разведки (высокий, удовлетворительный, низкий).

3.2.5. Спектральный анализ (есть, нет).

3.2.6. Просматриваемая площадь земной поверхности в 1 вылете, кв. км.

3.2.7. Постановка помех (есть, нет).

Таким образом, векторный критерий включает в себя 19 первичных показателей и 6 агрегирующих показателей. Среди них есть как качественные, так и количественные критерии. Для апробации гибридного метода использовалась готовая программная оболочка СППР «Космос», которая инвариантна по отношению к предметной области и успешно решает задачи выбора заявок на проведение космических экспериментов. На рисунке 6 показан интерфейс ввода векторного критерия эффективности. На основе введенных предпочтений для 6 тестовых проектов БПЛА было получено их ранжирование, показанное на рисунке 7.

Наименование	Эффективность БПЛА	Технические характеристики			
		Технические характеристики	Время нахождения в воздухе	Полезная нагрузка	Практический потолок
БПЛА 1	0,68229	1	1	1	1
БПЛА 6	0,460268	0,25	1	0	0
БПЛА 3	0,400809	0,75	0	1	1
БПЛА 4	0,345447	0,5	0	1	0
БПЛА 5	0,205659	0,5	0	1	1
БПЛА 2	0	0	0	0	0

Рисунок 7 – Результаты ранжирования

Для каждого из проектов БПЛА были заданы ограничения по требуемым на реализацию ресурсам. В СППР «Космос» встроена реализация алгоритма оптимизации отбора нескольких альтернатив в условиях ограниченности ресурсов. Для этого используется эвристический алгоритм оптимизации, основанный на локальной стратегии поиска [5]. Результаты отбора БПЛА приведены на ри-

сунке 8. Текущая реализация привязывает отобранные альтернативы к временной шкале начала работ по их реализации, поэтому результат показан в виде диаграммы Ганта. Для выбранных БПЛА указывается время начала работ над ними, для БПЛА, которые не попали в план, время начала работ не указано. Программа реализации СППР «Космос» с современным веб-интерфейсом позволяет

работать с ней широкому кругу ЛПР и экспертному сообществу с использованием Ин-

тернет- и интранет-каналов связи в режиме облачных вычислений.

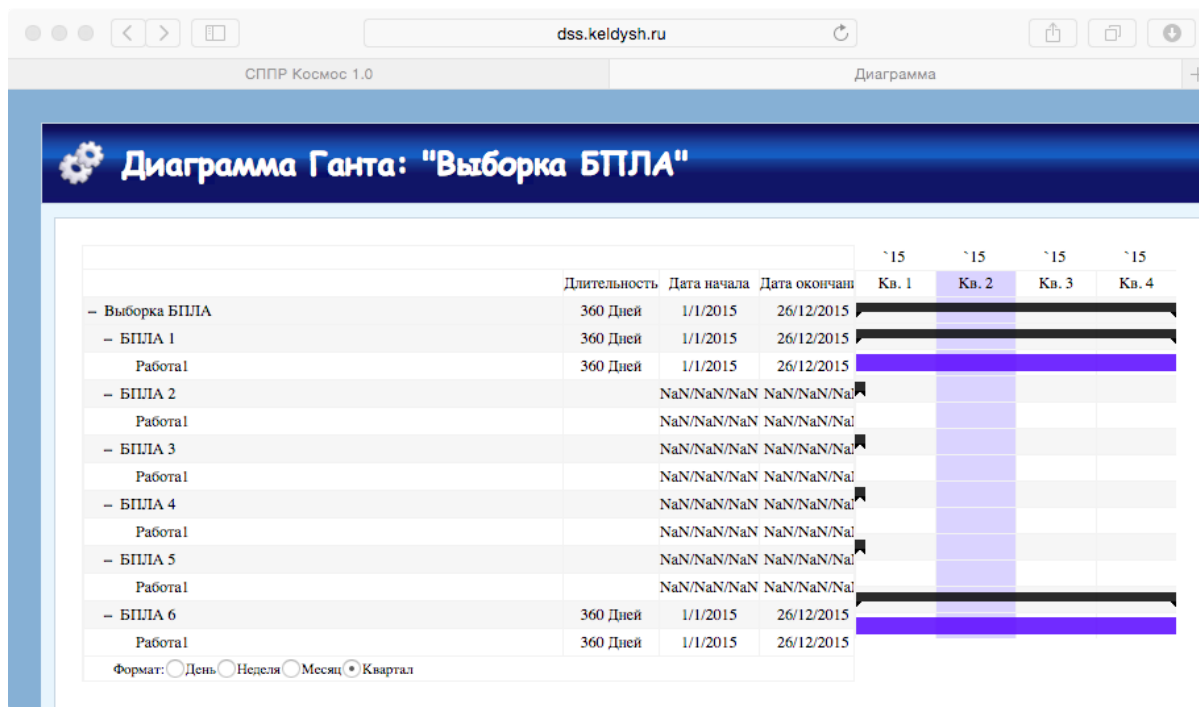


Рисунок 8 – Планирование реализации отобранных БПЛА

Заключение

1. Предложенный метод построения гибридной функции предпочтений содержит алгоритмы ввода и редактирования системы ценностей ЛПР для высокоразмерного критерия, позволяет учитывать зависимости по предпочтениям.

2. Гибридный метод является инвариантным по отношению к предметной области,

позволяет решать широкий круг военных и технических задач, связанных с многокритериальной оценкой по высоко размерному критерию, включающему в свой состав как качественные, так и количественные компоненты.

3. Реализация многокритериальных методов анализа альтернатив в СППР «Космос» позволяет решать задачу выбора вооружения и военной техники в условиях ограниченных финансовых ресурсов.

Список использованных источников

1. Буравлев А.И., Буренок В.М. Методические основы обоснования количественных параметров вооруженных сил по критерию «эффективность-стоимость» // Вооружение и экономика. – 2014. – № 4(29).

2. Подиновский В.В., Подиновская О.В. О некорректности метода анализа иерархий // Проблемы управления. – 2011. – № 1. – С. 8-13.

3. Ескин В.И., Судаков В.А. Автоматизированная поддержка решений с использованием гибридной функции предпочтений // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия «Приборостроение». – 2014. – № 3. – С. 116-124.

4. Бомас В.В., Судаков В.А. Поддержка субъективных решений в многокритериальных задачах. – М.: Изд-во МАИ, 2011. – 173 с.

5. Осипов В.П., Загреев Б.В., Судаков В.А. Система поддержки принятия решений для формирования программ исследований на МКС // Полет. – 2013. – № 10. – С. 28-41.

А.Е. Ерин, кандидат технических наук
А.С. Козырев

Целевое планирование стратегических направлений развития технической системы радиационной, химической и биологической защиты войск и населения

В статье рассмотрены вопросы совершенствования системы технических средств радиационной, химической и биологической защиты (РХБЗ) для выполнения задачи по защите личного состава войск и населения от оружия массового поражения. Предложен порядок формирования приоритетных направлений развития образцов РХБЗ при разработке предложений в проекты Государственной программы вооружения (комплексных целевых программ).

Строительство Вооруженных Сил Российской Федерации направлено на обеспечение обороны и национальной безопасности и, как в настоящее время, так и в перспективе, является гарантией государственного суверенитета. Вооруженные Силы становятся все более весомым инструментом в политических межгосударственных отношениях. Возрастает частота локальных военных конфликтов и не исключена опасность их перерастания в крупномасштабные войны, что требует принятия срочных мер по формированию современной эффективной армии, способной участвовать в эвентуальных боевых операциях различного масштаба и интенсивности.

Складывающаяся военно-политическая ситуация вокруг России требует ускоренного развития ВС РФ, изыскания дополнительных военно-экономических ресурсов государства, в частности, для перевооружения и переоснащения Российской армии на новые образцы вооружения. Вместе с тем, кризисные явления, спровоцированные США, можно рассматривать как создание экономических препятствий, затрудняющих данный процесс. В этих условиях особую роль играет правильная расстановка приоритетов в процессе целевого планирования развития системы вооружения ВС РФ, способной обеспечить максимальный прирост эффективности использования боевых подразделений в рамках имеющихся у государства ресурсов [1].

Особым видом оружия, способным значительно снизить военный и экономический потенциал страны и нанести «неприемлемый ущерб» [2], является оружие массового поражения (ОМП). Недопущение его применения осуществляется различными силами и средствами. Приоритет в данной области по-прежнему принадлежит силам ядерного сдерживания и системам противовоздушной и противоракетной обороны [3]. Защита войск от воздействия поражающих факторов ОМП обеспечивается войсками радиационной, химической и биологической защиты (РХБЗ) ВС РФ, материальной основой которых являются образцы и комплексы технических средств (ТС) РХБЗ. Уровень решения задачи РХБ защиты войск, в случае невозможности предотвратить применение ядерного, химического и биологического оружия, может определить исход ведущейся войны, так как эти виды оружия направлены на нанесение невосполнимых потерь, в том числе людских ресурсов. Сохранение людских ресурсов в условиях ведения войны, безусловно, является важнейшей стратегической задачей, требующей для своего решения разработки стратегических направлений развития системы ТС РХБЗ. Их реализация должна обеспечить достижение такого уровня защиты людей от поражающих факторов ОМП, который обеспечивает максимальное снижение последствий от его применения, и как следствие нецелесообразность со-

вершенствования и применения данного вида оружия. Необходимо отметить, что речь идет об осуществлении РХБ защиты не только личного состава войск, но и населения страны. Стратегические направления решения этой задачи являются основой для разработки комплексного подхода к планированию

проведения научных исследований военного, технического и экономического характера. Для этого систему РХБ защиты необходимо рассматривать как совокупность трех взаимодействующих элементов: «силы», «средства», «технологии» (рисунок 1).

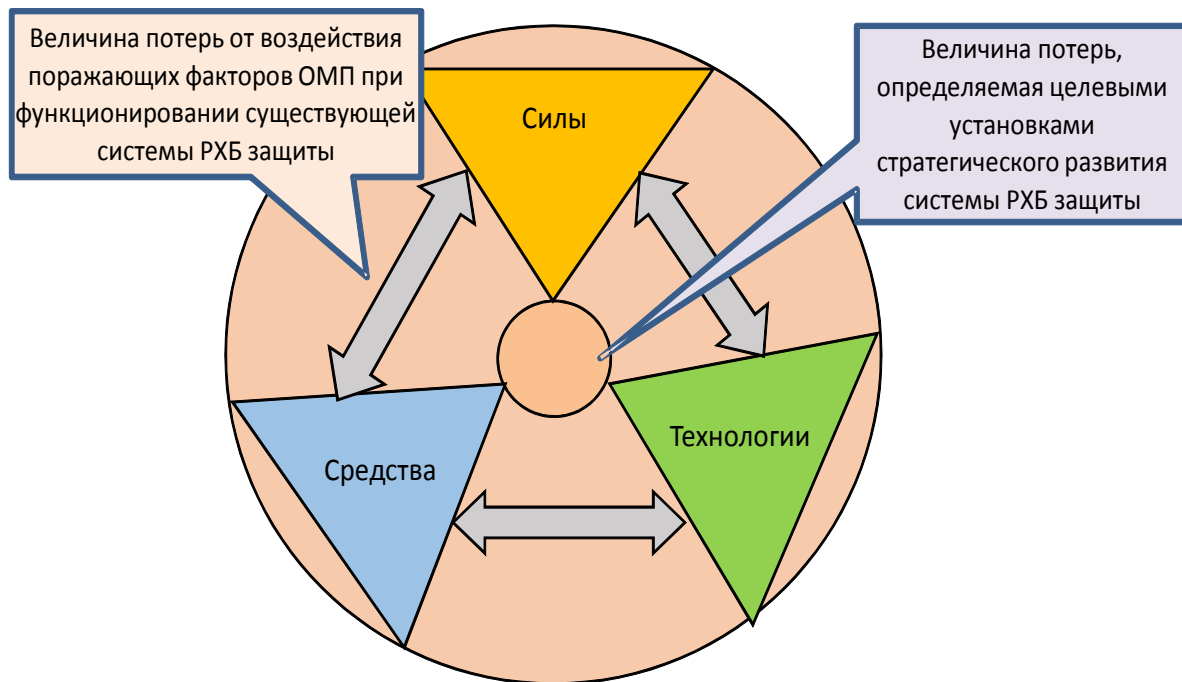


Рисунок 1 – Элементы, обеспечивающие реализацию стратегических направлений развития системы ТС РХБЗ

Под «силами» в данном случае понимаются организационные (воинские) формирования, выполняющие мероприятия РХБ защиты войск и населения. «Средства» представляют собой образцы ТС РХБЗ, применение которых определяет качество решаемой задачи. «Технологии» включают способы и принципы функционирования как образцов, так и воинских формирований. Только сбалансированность этих трех элементов внутри рассматриваемой системы обеспечит решение сформулированной стратегической задачи. Для достижения сбалансированности необходимо проанализировать состояние существующей системы РХБ защиты и определить направления ее совершенствования с целью их дальнейшей реализации в программно-плановых документах, формируемых с учетом складывающихся экономиче-

ских условий в стране. При этом из рассмотренных выше элементов первоочередную роль при разработке стратегических направлений развития играют «средства» и «технологии», которые, в свою очередь, оказывают влияние на элемент «силы», т. е. определяют трудозатраты, необходимые для обеспечения функционирования ТС РХБЗ с учетом внедряемых в них технологий. Развитие технологий и, соответственно, образцов РХБЗ осуществляется в результате выполнения программно-плановых документов, особенности формирования которых оказывают существенное влияние на его темпы и качество.

Возникающие затруднения при планировании стратегических направлений, главным образом, связаны с ограниченным финансированием развития системы ТС РХБЗ, предусмотренным Государственной программой

вооружения и затрудняющим реализацию революционного развития системы путем ускорения темпов внедрения новых технологий в разрабатываемые образцы РХБЗ. Решение этого вопроса видится в разработке комплексных целевых программ по приоритетному развитию отдельных элементов системы ТС РХБЗ и повышению темпов внедрения новых технологических решений, необходимых для достижения стратегической цели. В связи с этим, для формирования комплексных целевых программ необходимо адаптировать существующее методическое обеспе-

чение разработки предложений в проекты Государственной программы вооружения к вопросам, возникающим в процессе планирования стратегического развития РХБ защиты войск и населения. Для этого требуется определить объект исследований, выбрать методы военно-экономического обоснования приоритетных направлений развития и разработать методический аппарат формирования комплексных целевых программ развития технических средств РХБЗ с целью реализации определенных приоритетов.

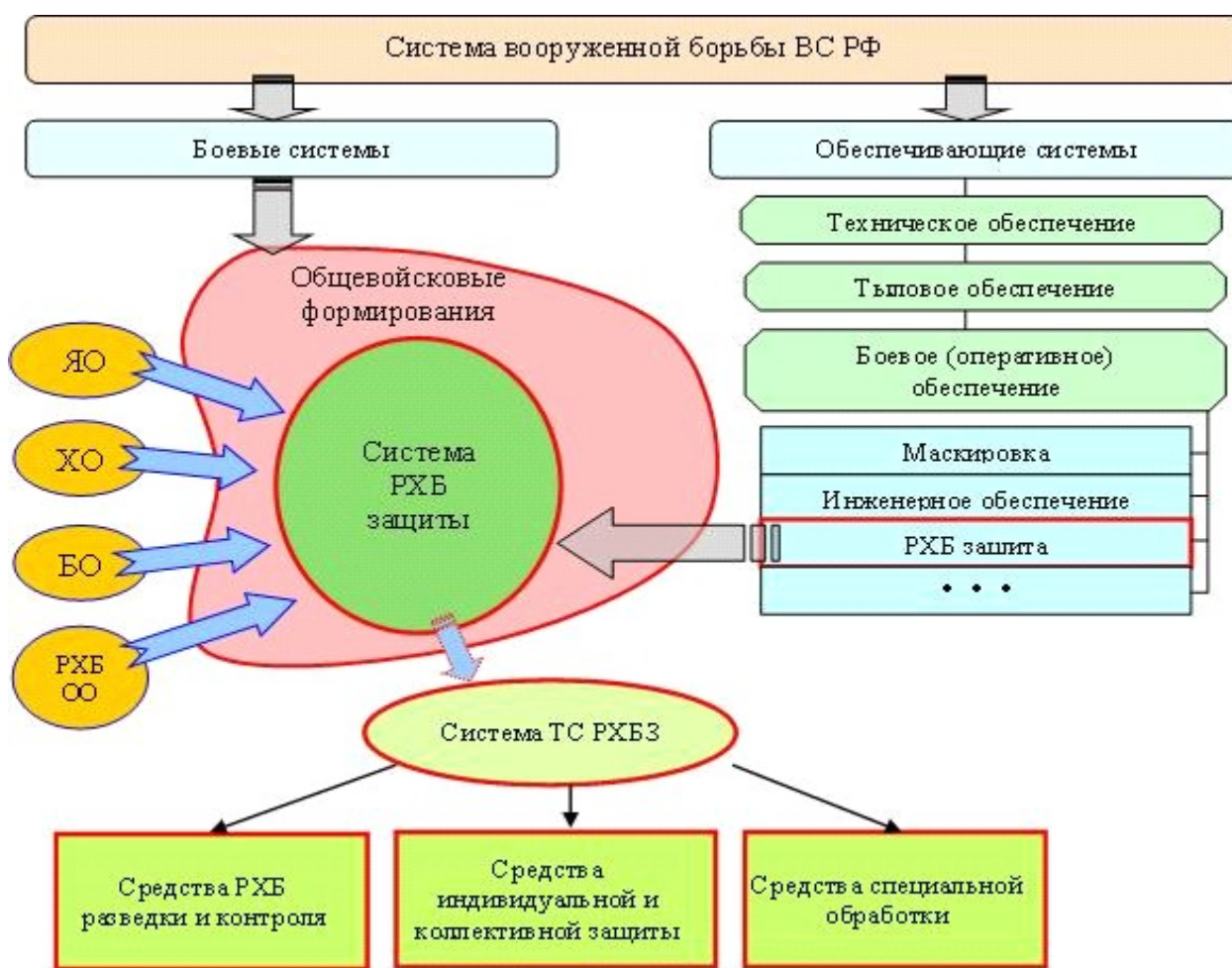


Рисунок 2 – Место и состав системы ТС РХБЗ, направленной на предотвращение потерь личного состава войск и населения

Выбор объекта исследований непосредственно связан с составом системы технических средств РХБЗ, решающей задачу по предотвращению потерь личного состава войск и населения. Представление системы РХБ защиты в качестве самостоятельного

объекта исследований невозможно без определения ее места в общей военно-технической системе ВС РФ (рисунок 2). Входящее в систему большое количество личного состава, различных систем вооружения и систем обеспечения боевых действий требует точного,

гибкого и оперативного управления. Именно этим объясняется построение данной системы по иерархическому принципу. Практически каждый иерархический уровень этой системы включает в себя личный состав, элементы систем вооружения, систем обеспечения боевых действий (в том числе системы РХБ защиты войск как вида оперативного обеспечения) [4].

Очевидно, что в современных условиях для обоснования стратегии развития системы технических средств РХБЗ все многообразие сформулированных в настоящее время задач по защите войск и объектов от ОМП необходимо рассматривать в рамках единой структурно-функциональной схемы на основе фундаментальных принципов теории управления. Систему РХБ защиты следует рассматривать как совокупность взаимосвязанных элементов, предназначенных для решения достаточно четко определенного класса задач: оценки воздействующих факторов ядерного оружия (ЯО), химического оружия (ХО), биологического оружия (БО) и последствия разрушения на РХБ опасных объектах (РХБОО), с последующим выбором и осуществлением адекватных мер защиты. Процесс функционирования системы РХБ защиты представляется как совокупность действий ее элементов, подчиненных единой цели – сохранению и (или) восстановлению боеспособности военных объектов различного уровня управления (звена войск) и объектов народного хозяйства.

Предотвращенные потери рассматриваются как величина, обратно пропорциональная величине потерь личного состава войск и населения при воздействии РХБ поражающих факторов ОМП, и определяются по результатам функционирования трех подсистем: средств РХБ разведки и контроля, средств индивидуальной и коллективной защиты и средств специальной обработки. При этом вклад той или иной подсистемы, обеспечивающей предотвращение потерь будет различен, так как выполнение мероприятий РХБ защиты имеет определенную последователь-

ность и закономерность. Вопрос определения вклада подсистем РХБ защиты и входящих в них образцов при оценке предотвращенных потерь в настоящее время решается экспертными методами и в перспективе может стать частью задачи моделирования функционирования системы ТС РХБЗ в различных условиях применения ОМП.

Размеры предотвращенных потерь, связанные с функционированием системы, зависят от ее качественного и количественного состава. Определение требований к составу и качеству составляющих ее образцов должно осуществляться, исходя из необходимости обеспечения реализации стратегических направлений.

Обоснование ресурсного обеспечения направлений развития рассматриваемой системы и ее элементов (подсистем) необходимо связать со значениями эффектов военного и экономического характера, достигаемых в результате совершенствования технических средств РХБЗ. Их величины могут выступать в качестве критериев при оценке целесообразности реализации стратегических направлений развития системы ТС РХБЗ, а также выборе приоритетности этих направлений. Методическое обеспечение военно-экономических исследований в данной области формируется с учетом отличительных особенностей рассматриваемой системы от боевых систем вооружения, которые не позволяют использовать существующие методические подходы применительно к обоснованию развития средств поражения противника. К основным особенностям можно отнести: интегрированность элементов системы в различные средства вооружения и обеспечения; зависимость степени решения задач РХБ защиты от способов действий боевых частей и подразделений; высокую специфичность направленности защиты, связанную с биологией человека. Все эти особенности требуют формирования современных взглядов на решение вопросов защиты человека в условиях воздействия на него смертельных факторов и усовершен-

ствованных подходов к оценке значимости результатов его защиты, особенно в военное время. Учитывая специфику функционирования системы ТС РХБЗ, предлагается общий

подход к военно-экономическому обоснованию стратегических направлений ее развития, представленный на рисунке 3.

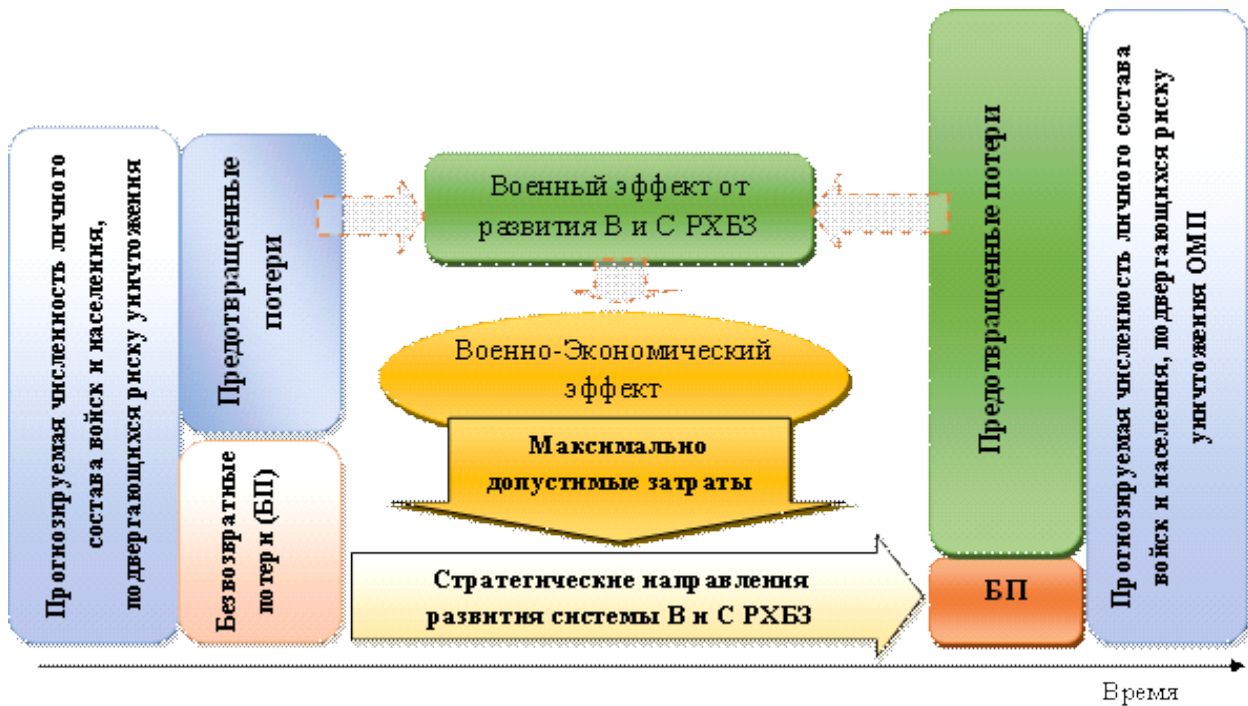


Рисунок 3 – Система показателей, необходимых для военно-экономического обоснования развития системы ТС РХБЗ

Прогнозная оценка размера предотвращенных потерь с определенной достоверностью для различного количественного и качественного состояния системы ТС РХБЗ представляет собой ожидаемый военно-экономический эффект, являющийся стоимостным выражением военного эффекта от развития рассматриваемой системы средств, определяемый в виде разности:

$$\mathcal{E}_B = \Pi_{\Pi 2} - \Pi_{\Pi 1}, \quad (1)$$

где \mathcal{E}_B – ожидаемая величина военного эффекта от развития системы технических средств РХБЗ;

$\Pi_{\Pi 2}$ – величина предотвращенных потерь, обеспечиваемых функционированием перспективной системы;

$\Pi_{\Pi 1}$ – величина предотвращенных потерь, обеспечиваемых функционированием существующей системы.

Применяемые в настоящее время модели функционирования системы ТС РХБЗ позволяют рассчитывать математическое ожидание сохранения боеспособности (работоспособности) личного состава войск, используемое при определении размера предотвращенных потерь для рассматриваемого количества личного состава типового общевойскового формирования:

$$\Pi_{\Pi} = M_{\Pi} - \mathcal{C}, \quad (2)$$

где M_{Π} – величина математического ожидания сохранения боеспособности (работоспособности) личного состава при функционировании системы ТС РХБЗ типового общевойскового формирования;

\mathcal{C} – расчетная численность личного состава войск (населения).

Военно-экономический эффект можно рассматривать как экономический эффект для государства от предотвращения безвозвратных потерь (сохранения жизни и работо-

способности людей) в результате функционирования военных систем (системы РХБ защиты). Так как единица военного эффекта, в данном случае, – это человек (как функциональный элемент военных и экономических систем), то для определения военно-экономического эффекта применяется показатель, характеризующий экономические потери государства от гибели одного человека. При этом необходимо учитывать сроки службы военнослужащих и возрастной состав населения, так как экономические потери для этих категорий будут различными.

Определение военно-экономического эффекта, достигаемого в результате совершенствования системы технических средств РХБЗ, с допустимой точностью и достоверностью составляет основу разработки методического обеспечения обоснования и формирования комплексных целевых программ по реализации приоритетных направлений развития как всей рассматриваемой системы, так и ее элементов (подсистем). Исходные данные для военно-экономического обоснования приоритетов развития и его место при разработке предложений в проекты комплексных целевых программ отражены на рисунке 4.



Рисунок 4 – Место методического обеспечения при формировании предложений в проекты комплексных целевых программ развития системы ТС РХБЗ

Как показано на рисунке 4, величина достигаемого военно-экономического эффекта в результате развития системы технических средств РХБЗ определяет объемы финансирования мероприятий по проведению фундаментальных прогнозных и поисковых исследований (ФППИ), по совершенствованию технологической базы оборонно-промышленного комплекса (ОПК), проведение НИР и ОКР

по созданию перспективных образцов и их закупку в необходимых объемах для решения задач РХБ защиты. При этом основная задача военно-экономического обоснования заключается в оценке целесообразности проведения мероприятий, выборе наиболее эффективных из них, определении верхних лимитных цен мероприятий, обеспечивающих достижение стратегической цели.

При планировании стратегического развития системы, в соответствии с составляющими ее подсистемами ТС РХБЗ, необходимо рассматривать три направления, обеспечивающие сбалансированность системы за счет недопущения технологического отставания в развитии ее ключевых образцов, принадле-

жащих разным подсистемам. Общий подход к выбору приоритетных образцов, основанный на оценке военно-экономического эффекта в рамках обоснования предложений в проекты комплексных целевых программ, схематично представлен рисунке 5.



Рисунок 5 – Порядок выбора приоритетных образцов для формирования комплексных целевых программ

Разработанный порядок предполагает определение показателя военно-экономического эффекта от внедрения каждого предлагаемого к разработке перспективного образца РХБЗ, что позволяет выбрать из всего возможного перечня планируемых к разработке средств наиболее приоритетные, исходя из величины этого эффекта. В качестве исходной информации при проведении военно-экономических исследований используются результаты выбора направлений развития ТС РХБЗ, т. е. результаты поиска технологий или технологических решений, в максимальной степени способствующих снижению потерь от поражающих факторов ОМП личного состава

войск и населения. Решение этого сложного системного вопроса основано на анализе опыта проведения учений, тренировок общевойсковых подразделений, изучении зарубежных способов защиты от ОМП, а также результатах применения расчетных и экспериментальных методов и специализированных методик. Результатом решения этого вопроса являются требования к системе, подсистемам и отдельным образцам. Достижение разработанных требований является условием разработки предложений по формированию комплексных целевых программ, как известно, представляющих собой совокупность объединенных замыслом, взаимосвязанных

по срокам, ресурсам и исполнителям мероприятий, выполняемых в ходе Государственной программы вооружения с учетом приоритетности образцов. Формирование этих программных мероприятий в полной мере должно соответствовать направлениям стратегического развития системы ТС РХБЗ и обеспечивать достижение максимального эффекта в рамках выделяемых объемов финансирования.

Таким образом, РХБ защита войск и населения направлена на снижение неприемлемого ущерба посредством сохранения человеческих ресурсов в условиях ведения войны с применением ОМП, что является, безусловно, важной и актуальной задачей для функционирования всех систем вооружения и сохранения населения РФ. Достижение такого уровня защиты от поражающих факторов ОМП, при котором не произойдет существенного снижения военного и экономического

потенциалов страны, определено как стратегическое направление развития систем и подсистем РХБ защиты. Выработка правил обоснования необходимых ресурсов для увеличения технологических и производственных возможностей ОПК, а также для разработки и реализации программ и планов военного строительства ВС РФ в наиболее приоритетных направлениях развития технических средств РХБЗ рассматривается как один из путей достижения этой цели. На сегодняшний день существующий низкий уровень значимости мероприятий, направленных на совершенствование системы ТС РХБЗ, относительно развития боевых систем вызывает необходимость поиска путей реализации стратегического направления РХБ защиты войск и населения, одним из которых является методическое обеспечение формирования комплексных целевых программ.

Список использованных источников

1. Гареев М.А. Характер современных военных и невоенных угроз безопасности России и организация обороны страны // Вестник Академии военных наук. – 2013. – № 4 (45). – С. 4-9.
2. Буренок В.М., Печатнов Ю.А. О критериальных основах ядерного сдерживания // Вооружение и экономика. – 2013. – № 1(22). – С. 21-30.
3. Федотов И.А., Степшин М.П. Приоритетные направления совершенствования защиты войск (критически важных объектов), систем управления и отдельных вопросов всестороннего обеспечения, в случае возможной реализации американским командованием концепции «Мгновенного глобального удара» // Вестник Академии военных наук. – 2013. – № 4 (45). – С. 37-40.
4. Кухоткин С.В. Применение методологии управляемых систем для повышения эффективности защиты от оружия массового поражения // Военная мысль. – 2008. – № 6. – С. 11-16.

В.А. Орлов, кандидат технических наук,
доцент

Д.М. Бывших, кандидат технических
наук, старший научный сотрудник,

Ю.Н. Ярыгин, кандидат технических
наук, старший научный сотрудник

Автоматизация процессов планирования развития техники радиоэлектронной борьбы

Излагаются результаты решения актуальной задачи автоматизации процессов планирования развития техники радиоэлектронной борьбы. Представлены основные расчетные и информационные задачи, решаемые в автоматизированном режиме при обосновании программных документов, а также структура базы данных.

В настоящее время управление развитием техники радиоэлектронной борьбы (РЭБ) осуществляется на плановой основе посредством разработки и реализации предложений в Государственную программу вооружения (ГПВ) [1, 2]. Основными этапами формирования предложений в ГПВ являются (рисунок 1): разработка исходных данных по целям, ресурсам и возможностям по реализации планов развития техники РЭБ; оценка состояния системы вооружения РЭБ на начало программного периода; определение требований к системе вооружения РЭБ на конец программного периода; определение целей разработки ГПВ и решаемых за счет ее реализации задач; разработка исходного перечня работ по созданию техники РЭБ; определение вариантов финансирования (прогноз) развития системы вооружения РЭБ; выбор (формирование) рациональных вариантов развития системы вооружения РЭБ; формирование проекта ГПВ под выделенный объем ассигнований. Эффективность планирования развития техники РЭБ в значительной степени определяется тем, насколько разработанная программа (план) близка к оптимальному варианту с точки зрения достижения целей создания техники РЭБ и оснащения войск РЭБ, использования выделяемых ассигнований и других ресурсов, обеспечения минимального

риска при реализации. Причем программа должна составляться с тем расчетом, чтобы на любом ее этапе при возникновении проблемной ситуации была обеспечена возможность корректировки выполнения ГПВ для достижения поставленных в плановом периоде целей. В современных условиях с ростом объемов обрабатываемой информации, динамичным изменением номенклатуры образцов и необходимостью корректировки в связи с этим проектов планов, с повышением требований к точности применяемых моделей и методик многократно возрастает трудоемкость процедур обоснования.

При выполнении работ взаимодействующие организации (органы военного управления, НИО МО, организации промышленности и др.) производят многократные расчеты и осуществляют информационный обмен большим количеством данных (исходными данными, нормативными и плановыми документами, результатами анализа, моделирования, технико-экономического обоснования и т. д.). Вместе с тем, в последние годы расширились и ужесточились требования к достоверности расчетов и объему информации, необходимых для принятия решений в области развития техники РЭБ. Это обусловлено:

- высокой динамикой изменения военно-политической обстановки, требующей аде-

- кватного реагирования;
- активизацией процессов реформирования ВС РФ и созданием войск РЭБ;
- возрастанием масштабов использования радиоэлектронных систем и средств в системах управления войсками, силами и оружием вероятного противника;
- изменением форм и способов боевого применения частей и подразделений РЭБ.

Поэтому выполнение требований, предъявляемых к расчетам и исходным данным, предопределяет необходимость комплексной автоматизации процессов управления развитием техники РЭБ и разработки их математи-

ческого и информационного обеспечения на основе внедрения в практику современных методов моделирования и информационных технологий.

Под математическим обеспечением понимается совокупность математических моделей (методов) и алгоритмов, применяемых в автоматизированной системе. Под информационным обеспечением – совокупность форм документов, классификаторов, нормативной базы и реализованных решений по объектам, размещению и формам существования информации, применяемой в автоматизированной системе при ее функционировании [3, 4].

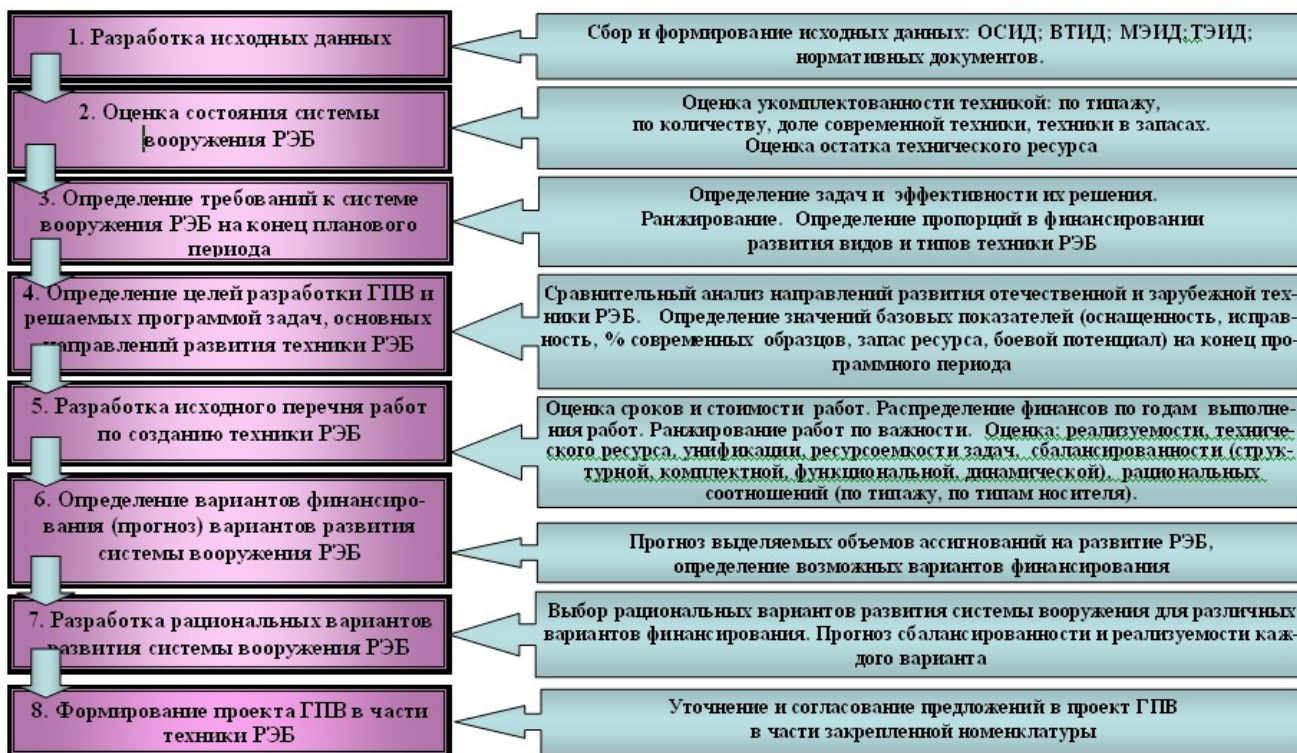


Рисунок 1 – Этапы обоснования проектов ГПВ

Содержание этапов обоснования предложений в программные документы определяет состав и структуру математического и информационного обеспечения планирования развития техники РЭБ. На рисунке 2 процесс обоснования предложений детализирован до отдельных блоков математического (расчетные задачи) и информационного (информационные задачи) обеспечения и отражены взаимосвязи между блоками. Все задачи при-

вязаны к соответствующим этапам формирования предложений в ГПВ [1, 2].

На первом этапе проводится сбор, первичная обработка, структуризация и внесение невычисляемых (исходных) данных в базу данных. Основными информационными массивами, необходимыми для обоснования и формирования ГПВ, являются следующие.

Оперативно-стратегические исходные данные (ОСИД) – угрозы военной безопасности РФ, выводы из оценки состояния и пер-

спектив строительства вооруженных сил ведущих зарубежных государств, прогнозируемые сценарии развязывания военных конфликтов и ведения военных действий против РФ и ее союзников, система форм применения ВС РФ для парирования угроз безопасности РФ военными методами, состав и структура ВС РФ и выполняемые ими задачи, сценарии применения ВС РФ по отражению и разгрому агрессора, типовые боевые эпизоды (ТБЭ) в ходе боевых действий, сценарии ведения РЭБ в различных формах применения ВС РФ, способы и формы применения сил и средств войск РЭБ ВС РФ в предстоящий плановый период [1] (на рисунке 2 представлены блоком «ТБЭ, модели ТБЭ, сценарии»). Эти данные используются при проведении моделирования РЭБ в ТБЭ с целью определения

эффективности вариантов системы вооружения РЭБ.

Военно-технические исходные данные (ВТИД) – тенденции развития информационно-управляющих систем ведущих зарубежных государств, технический облик их радиоэлектронных объектов и отдельных РЭС – объектов РЭБ в прогнозируемом периоде, новые автоматизированные системы управления войсками и оружием (облик, ТТХ) [1], данные о наличии, техническом состоянии образцов техники РЭБ в войсках РЭБ ВС РФ (на рисунке 2 представлены блоками «Прогноз перспектив развития РЭС противника», «Образцы, стоящие на вооружении, сроки эксплуатации»). Эти данные используются при формировании перечня задач РЭБ, формировании требований к системе вооружения РЭБ, оценке ее состояния и эффективности.

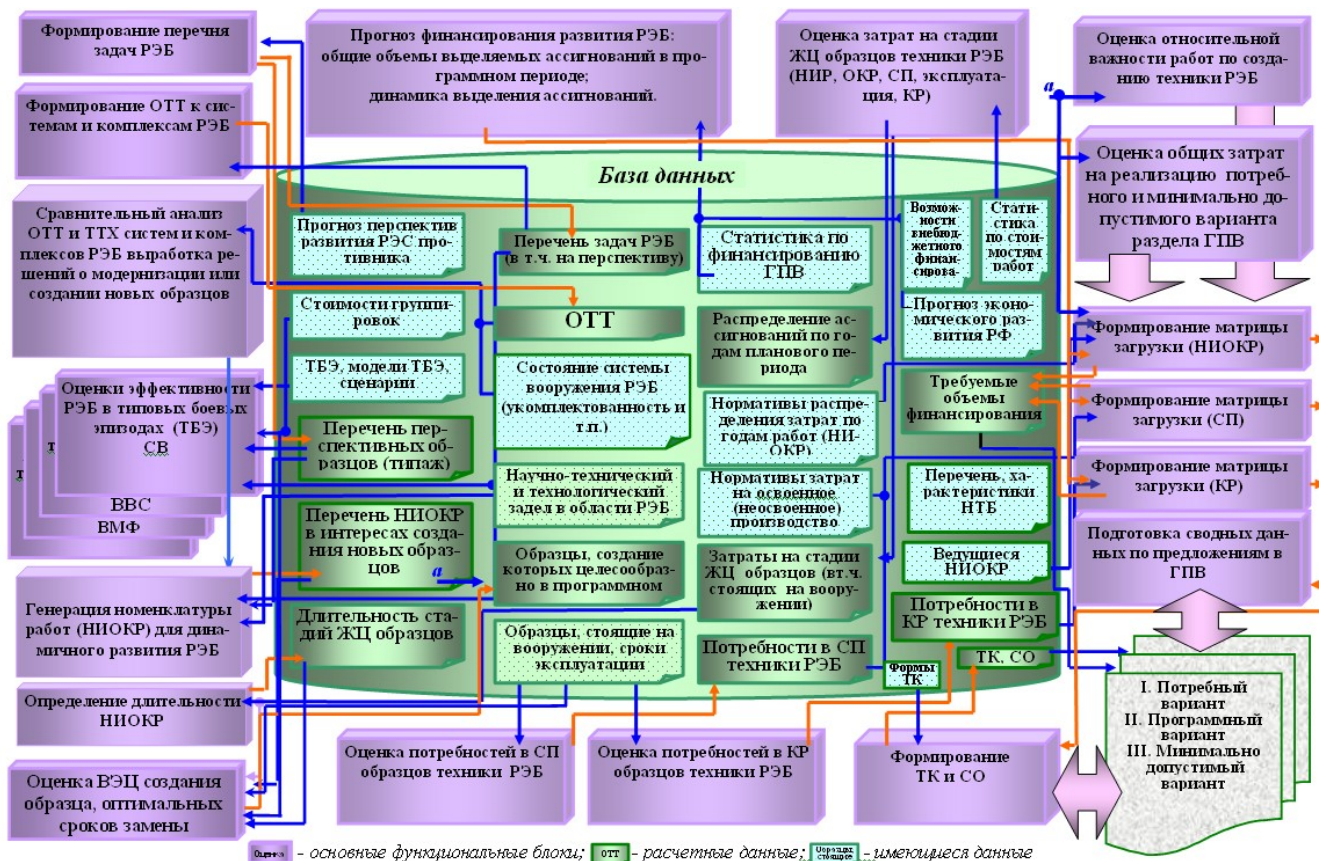


Рисунок 2 – Укрупненная блок-схема процесса обоснования ГПВ

Макроэкономические исходные данные (МЭИД) – прогноз экономического развития РФ, статистические данные по финансированию ГПВ в части техники РЭБ и технологий

РЭБ (на рисунке 2 представлены блоками «Прогноз экономического развития РФ», «Статистика по финансированию ГПВ»). Эти данные используются при прогнозировании

объемов выделяемых ассигнований на разделы ГПВ в части техники РЭБ.

Технико-экономические исходные данные (ТЭИД) – статистика по затратам на проведенные и ведущиеся работы на стадиях жизненного цикла (ЖЦ) образцов техники РЭБ, нормативы для расчетов стоимостей работ (минимальный размер оплаты труда, цены на расходные материалы, ЗИП, электроэнергию, ГСМ и т. п.), стоимости техники РЭБ (на рисунке 2 представлены блоками «Статистика по стоимостям работ», «Нормативы распределения затрат по годам работ (НИОКР)», «Нормативы затрат на освоенное (неосвоенное) производство»). Эти данные используются при прогнозировании стоимости и длительности работ по созданию и эксплуатации техники РЭБ.

Научно-технические исходные данные (НТИД) – накопленный научно-технический и технологический задел в области РЭБ, сведения о научно-технических достижениях за рубежом (на рисунке 2 представлены блоком «Научно-технический и технологический задел в области РЭБ»). Эти данные используются при формировании исходного поля НИОКР в интересах динамичного развития технологий и техники РЭБ.

Исходные данные о ресурсах ОПК – перечень научно-технических баз (НТБ), производственных и ремонтных баз, их специализация, научно-технический и технологический уровень, возможности в стоимостном выражении (на рисунке 2 представлены блоком «Перечень, характеристики НТБ»). Эти данные используются при оценке реализуемости предложений по проведению работ в интересах создания и эксплуатации техники РЭБ.

Справочные данные – содержание и формы выходных документов по обоснованию предложений в проект ГПВ, нормативно-правовая база, директивные документы МО РФ и т. п. (на рисунке 2 представлены блоком «Формы ТК и СО»).

На втором этапе проводится оценка состояния системы вооружения РЭБ на начало

программного периода (количество и техническое состояние техники РЭБ, потребность в ремонте, эффективность системы вооружения РЭБ, ее соответствие современным требованиям и т. п.) [1,2].

Оценка состояния техники РЭБ, находящейся в войсках, является важнейшим элементом исследований, так как является отправной точкой процесса изменения состояния системы вооружения РЭБ в плановом периоде. На основе полученных оценок в последующем определяются пропорции в объеме ассигнований, которые необходимо выделить на развитие того или иного вида (типа) техники РЭБ. В процессе оценки должна быть получена следующая информация: укомплектованность (по количеству и номенклатуре) организационно-штатных формирований ВС РФ техникой РЭБ; обеспеченность войск современными образцами; техническая готовность (исправность) находящихся в войсках и запасах изделий техники; остаток технического ресурса изделий, находящихся в войсках; потребность в поставках, проведении капитального ремонта, различных видов технического обслуживания, стоимости серийного производства (СП) и капитального ремонта (КР), эксплуатации.

На рисунке 2 этот этап представлен блоками: информационным – «Состояние системы вооружения РЭБ (укомплектованность и т. п.)», данные из этого блока используются функциональными блоками (расчетными задачами) – «Оценка потребностей в СП образцов техники РЭБ», «Оценка потребностей в КР образцов техники РЭБ». Результаты расчетов заносятся в базу данных (БД) (информационные блоки «Потребности в СП образцов техники РЭБ», «Потребности в КР образцов техники РЭБ» для последующего использования на этапе разработки рациональных вариантов развития системы вооружения РЭБ (этап 7).

На третьем этапе проводится определение требований к системе вооружения РЭБ на конец планового периода: какие задачи РЭБ она должна будет выполнять, с какой эффек-

тивностью, каким должен быть уровень оснащенности организационно-штатных формирований и т. п. [1]. На рисунке 2 этот этап представлен функциональными блоками «Формирование перечня задач РЭБ», «Формирование требований к системам и комплексам РЭБ» и информационными блоками – результатами решения этих задач – «Перечень задач РЭБ», оперативно-тактические требования – «ОТТ».

При этом система задач РЭБ описывается на уровне задач организационно-технических систем РЭБ, что дает возможность оценить не только важность той или иной задачи в отдельности, но и во взаимосвязи с другими, обеспечивая тем самым функциональную замкнутость и сбалансированность задач системы вооружения РЭБ. После декомпозиции системы задач осуществляется их ранжирование по приоритетам с учетом важности для национальной обороны, вероятности их возникновения, взаимосвязи с другими задачами и факторами [1].

На четвертом этапе определяются принципы развития системы вооружения РЭБ в плановом периоде и на этой основе – цели разработки ГПВ и задачи, которые должны быть решены за счет ее реализации [1].

В частности, исходя из обоснованных на предыдущем этапе «Перечня задач РЭБ», «ОТТ», а также «Оценок эффективности РЭБ в ТБЭ» определяются требуемые уровни ТТХ перспективных образцов техники РЭБ, их типаж (информационный блок «Перечень перспективных образцов (типаж)»).

Пятый этап предусматривает формирование на основе разработанных принципов, целей и требований к системе вооружения РЭБ и образцам техники РЭБ исходного перечня работ по созданию техники РЭБ, которую предполагается включить в ГПВ (функциональный блок «Генерация номенклатуры работ (НИОКР) для динамичного развития РЭБ»).

На основе сравнительного анализа состояния существующей системы вооружения РЭБ

и требований к ней на конец планового периода (расчетная задача «Сравнительный анализ ОТТ и ТТХ систем и комплексов РЭБ, выработка решений о модернизации или создании новых образцов») выявляются «узкие» места в обеспечении решения задач РЭБ на конец планового периода. Необеспеченность задачи (задач) РЭБ соответствующим образцом (образцами) позволяет сделать вывод о необходимости модернизации или создании нового образца (образцов). Сопоставительный анализ с имеющимся научно-техническим заделом (используются данные из информационного блока «Научно-технический и технологический задел в области РЭБ») позволяет выработать решения о необходимости постановки ОКР или целевого комплекса работ по созданию образца, состав которого определяется уровнем научных наработок по этому направлению (расчетная задача «Генерация номенклатуры работ (НИОКР) для динамичного развития РЭБ»), результаты заносятся в информационный блок «Перечень НИОКР в интересах создания новых образцов».

Затем определяются технико-экономические показатели работ: стоимость, длительность, распределение затрат по годам проведения работы, военно-экономическая целесообразность (ВЭЦ) создания образцов, рациональные сроки проведения и т. п. Для этого решаются расчетные задачи: «Определение длительности НИОКР», «Оценка ВЭЦ создания образца, оптимальных сроков замены», «Оценка затрат на этапах ЖЦ образца». Используются информационные блоки: «Перечень НИОКР в интересах создания новых образцов», «Длительность стадий ЖЦ образцов», «Затраты на стадии ЖЦ образцов», «Нормативы распределения затрат по годам работ (НИОКР)».

На основе показателей ВЭЦ отбираются «Образцы, создание которых целесообразно в плановом периоде».

Проводится ранжирование работ по важности (расчетная задача «Оценка относитель-

ной важности работ по созданию техники РЭБ»). Приоритетность работ заносится в БД (в таблицу информационного блока «Перечень НИОКР в интересах создания новых образцов»). При определении приоритетности работ фактически проводится сведение различных показателей работ (разного рода эффектов от реализации работ и реализуемости работ) к одному – приоритетности. В дальнейшем приоритеты используются при формировании оптимального плана НИОКР на стадии формирования оптимального плана НИОКР (на рисунке 2 – функциональный блок «Формирование матрицы загрузки (НИОКР))»).

На **шестом этапе** предусматривается определение вариантов финансирования развития систем вооружения РЭБ [1, 5]. Рассматриваются, как правило, три основных варианта (рисунок 2): I. Потребный вариант; II. Программный вариант; III. Минимально допустимый вариант. Объемы финансирования на варианты I и III определяются, исходя из соответствующего уровня эффективности систем вооружения РЭБ – потребный вариант обеспечивает динамичное развитие систем и достижение ОТТ, минимально допустимый – поддержание эффективности на достигнутом уровне. На рисунке 2 соответствующее математическое обеспечение представлено функциональным блоком «Оценка общих затрат на реализацию потребного и минимально допустимого вариантов раздела ГПВ». Прогноз объема ассигнований на вариант II проводится исходя из сложившихся реалий финансирования ГПВ. На рисунке 2 представлен блоком «Прогноз финансирования развития техники РЭБ: общие объемы выделяемых ассигнований в плановом периоде; динамика выделяемых ассигнований», при разработке прогноза используются данные информационных блоков «Прогноз экономического развития РФ», «Статистика по финансированию ГПВ».

Многовариантность выступает, с одной стороны, как способ преодоления неопределенностей, объективно имеющих на всех

этапах исследований по обоснованию предложений в ГПВ, с другой – как метод обеспечения рационального использования выделяемых на развитие системы вооружения РЭБ ресурсов [5].

Седьмой этап. На этапе разрабатываются рациональные варианты развития системы вооружения РЭБ, выраженные в предложениях по составу работ ГПВ – НИОКР, СП, КР. На рисунке 2 этап представлен функциональными блоками «Формирование матрицы загрузки исследований и разработок (НИОКР)», «Формирование матрицы загрузки (СП)», «Формирование матрицы загрузки (КР)», «Подготовка сводных данных по предложениям в ГПВ». Используются данные информационных блоков «Требуемые объемы ассигнований», «Распределение ассигнований по годам планового периода», «Перечень, характеристики НТБ», «Ведущиеся НИОКР», «Перечень НИОКР в интересах создания новых образцов», «Потребности в СП образцов техники РЭБ», «Потребности в КР образцов техники РЭБ».

На заключительном **восьмом этапе** производится формирование предложений в проект ГПВ в части техники РЭБ. Проводится оформление предложений на основе результатов предыдущего этапа (на рисунке 2 – блок «I. Потребный вариант; II. Программный вариант; III. Минимально допустимый вариант»). Также оформляются приложения к проекту – тематические карточки (ТК) и справки-обоснования (СО) на работы, предлагаемые в ГПВ (на рисунке 2 – функциональный блок «Формирование ТК и СО», используются данные информационного блока «Формы ТК и СО»).

Как следует из сказанного, математическое обеспечение по обоснованию развития техники РЭБ построено по принципу вычленения из общего процесса принятия решений относительно самостоятельных блоков, соответствующих функциональным подзадачам общего процесса обоснования.

С точки зрения используемых моделей, алгоритмов, методов, выбираемых критериев и показателей выделяются следующие особенности.

На этапах определения требований к системе вооружения РЭБ, определения целей разработки ГПВ и решаемых программой задач, разработки исходного перечня работ (этапы 3-5) ситуация характеризуется наличием высокой степени неопределенности информации как о противнике, так и о своих возможностях различного вида (технических, производственных, экономических и т. д.). В этих условиях исследования целесообразно основывать на методах, адекватных по уровню точности располагаемым исходным данным. Именно такими являются методы имитационного моделирования, используемые для оценки эффективности РЭБ на моделях ТБЭ, и логико-формальные методы исследования, используемые при формировании номенклатуры работ по развитию систем вооружения РЭБ. Основу этих методов составляет понятие лингвистической переменной, значениями которой являются не числа, а «слова» или «словосочетания». В качестве инструмента построения алгоритмов используются языки искусственного интеллекта, такие как предикатные, реляционные, фреймовые и т. д., позволяющие формально записывать качественные результаты предшествующих исследований и получать новые выводы за счет использования операций порождения, характерных для этих языков. В частности, при проведении исследований по формированию исходного поля задач РЭБ могут использоваться языки типа RX-кодов, а при генерации вариантов систем вооружения РЭБ и соответствующих вариантов предложений по перспективным образцам техники РЭБ в их составе для включения в проект раздела ГПВ – языки конструктивной логики.

В общем случае оценка эффективности как систем вооружения, так и образцов техники осуществляется по группе показателей разного уровня: от информационных, инфор-

мационно-боевых до боевых. Информационные показатели характеризуют эффективность функционирования, в основном, образцов техники РЭБ (качество решения задачи РЭБ) на уровне конфликта «РЭС противника – средство РЭБ» и определяются, как правило, вероятностными характеристиками (вероятность разведки, вероятность срыва наведения и т. п.). Информационно-боевые показатели характеризуют влияние систем вооружения РЭБ или многофункциональных комплексов РЭБ на вероятностно-временные характеристики функционирования радиоэлектронных средств боевого обеспечения или сложных радиоэлектронных объектов в системах управления войсками и оружием противника. Информационные и информационно-боевые показатели непосредственно связаны с боевыми показателями, позволяющими оценивать влияние систем вооружения РЭБ на боевые возможности войск противника в операции (бою): огневую мощь, ударную силу и маневренные возможности. Оценка эффективности перспективных технологий РЭБ проводится также на основе оценок возможных эффектов от реализации технологий в системах вооружения РЭБ.

Оценка затрат представляет собой в общем случае прогноз абсолютных значений показателя полных затрат как на работы по созданию образцов техники и технологий РЭБ, так и на систему вооружения РЭБ в целом. При этом прогноз показателей затрат для каждого предлагаемого образца техники из состава системы вооружения РЭБ проводится на все соответствующие для него стадии и этапы жизненного цикла, начиная от момента проведения исследований по обоснованию и заканчивая снятием с вооружения и утилизацией. При ограниченных объемах статистических данных по стоимостям используемые методы – это, преимущественно, методы аналогов.

На этапе определения вариантов финансирования (этап 6) при прогнозировании возможных объемов выделяемых ассигнований

на развитие РЭБ, используются методы анализа трендов, статистические методы пролонгации рядов данных.

На этапе разработки рациональных вариантов (этап 7) основной проблемой является учет множественного эффекта реализации вариантов номенклатуры работ, а также учет реализуемости вариантов – в различных аспектах: научно-техническом, производственном, технологическом и т. д. Фактически многокритериальная задача сводится к однокритериальной методом анализа иерархий (функциональный блок «Оценка относительной важности работ по созданию техники РЭБ»). При этом формируется ряд предпочтительности. Образцы техники (варианты систем) с наибольшими значениями данных показателей считаются наиболее целесообразными с точки зрения их создания в программный период. Использование одного интегрального критерия – приоритета значительно упрощает решение оптимизационной

задачи формирования рациональных планов работ НИОКР, СП и КР.

Используемые критерии и показатели органично сочетаются с общей методологией обоснования системы вооружения ВС РФ [1]. Однако детальный анализ методической базы показал, что ее возможности по проведению всего комплекса технико-экономических расчетов для подготовки научно-обоснованных предложений в программы и планы, направленные на развитие техники РЭБ, ограничены. Многие ранее разработанные модели и методики требовали доработки. В связи с этим были сформулированы задачи на программирование основных функциональных блоков процедуры обоснования предложений в ГПВ. С учетом специфики методологии программного планирования развития техники РЭБ наиболее важными и актуальными для разработки подсистемы математического обеспечения приняты расчетные задачи, перечень которых представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Первоочередные расчетные задачи

№ задачи	Тип задачи	Наименование задачи
P1	расчетная	Оценка потребностей ВС РФ в поставках и капитальном ремонте образцов техники РЭБ
P2	расчетная	Генерация номенклатуры НИОКР в интересах динамичного развития техники РЭБ
P3	расчетная	Прогноз макроэкономических показателей ГПВ (общих объемов выделяемых ассигнований и их распределения по годам планового периода)
P4	расчетная	Прогноз экономических показателей образцов техники РЭБ (оценка затрат на создание и эксплуатацию образцов) ¹⁾
P5	расчетная	Оценка приоритетности работ по созданию образцов техники РЭБ ²⁾
P6	расчетная	Формирование оптимального плана НИОКР, проводимых в рамках ГПВ в интересах развития техники РЭБ
P7	расчетная	Формирование оптимального плана СП и КР образцов техники РЭБ

¹⁾ Коробейников А.С., Аносов Р.С., Боев А.С., Бывших Д.М. и др. Программа определения контрактных цен на проведение научно-исследовательских работ по созданию радиоэлектронной техники специального назначения // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014616427; Орлов В.А., Аносов Р.С., Боев А.С., Бывших Д.М. и др. Программа расчета контрактных цен пуско-наладочных работ техники РЭБ // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014662383; Орлов В.А., Аносов Р.С., Боев А.С., Бывших Д.М. и др. Программа расчета затрат на эксплуатацию техники РЭБ // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014662187.

²⁾ Орлов В.А., Аносов Р.С., Боев А.С., Бывших Д.М. и др. Программа определения приоритетности технологий РЭБ // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014662384.

Информационное обеспечение, как уже отмечалось, направлено на получение (формирование) необходимой информации в тре-

буемом виде. Оно обеспечивает системное единство классификации и кодирования технико-экономической информации, унифици-

рованной системы документации и информационной базы. В состав информационного обеспечения входят два комплекса: компоненты немашинного информационного обеспечения (классификаторы технико-экономической информации и документы) и внутримашинного информационного обеспечения (экранные формы для ввода первичных данных в ЭВМ или вывода информации, структура информационной базы: входных, выходных файлов, базы данных).

Центральным компонентом информационного обеспечения является база данных,

через которую осуществляется обмен данными различных задач. База данных [6] обеспечивает интегрированное использование данных различных информационных блоков в функциональных блоках (рисунок 2).

С учетом специфики методологии программного планирования развития техники РЭБ наиболее важными и актуальными для разработки подсистемы информационного обеспечения приняты информационные задачи, перечень которых представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Первоочередные информационные задачи

№ задачи	Тип задачи	Наименование задачи
И1	информационная	Оценка состояния существующей системы вооружения РЭБ
И2	информационная	Оценка состояния научно-технического и технологического задела в области РЭБ в РФ и за рубежом
И3	информационная	Сравнительный анализ потенциала существующей системы вооружения РЭБ и оперативно-тактических требований к этой системе
И4	информационная	Формирование и корректировка приложений к проекту ГПВ (ТК и СО на НИОКР)
И5	информационная	Подготовка сводных данных по предложениям в ГПВ

Таким образом, усложнение процедур обоснования перспектив развития техники РЭБ, необходимость учета большого числа факторов и обработки большого объема информации при формировании оптимальных программ развития обусловили разработку новых методик и автоматизацию процессов планирования. Оценка

полученных результатов от разработки автоматизированной системы подтвердила целесообразность ее создания. Основными эффектами являются повышение оперативности расчетов и формирования выходных документов, повышение качества обоснования, возможность корректировки результатов в приемлемые сроки.

Список использованных источников

1. Буренок В.М., Мудров В.И., Ляпунов В.М. Теория и практика планирования и управления развитием вооружения. – М.: Граница, 2005.
2. Викулов С.Ф. Военно-экономический анализ. – М.: Воениздат, 2001. – 350 с.
3. Норенков И.П., Маничев В.Б. Основы теории и проектирования САПР: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1990. – 335 с.
4. Влах И., Сингхал К. Машинные методы анализа и проектирования электронных схем / Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1988. – 560 с.
5. Лавринов Г.А. Состояние и тенденции развития методов военно-экономического обеспечения реализации планов развития вооружения и военной техники // Вооружение и экономика. – 2012. – № 4 (20). – С.72-85.
6. Гарсиа-Молина Г., Ульман Дж., Уидом Дж. Системы баз данных. Полный курс. – М.: Вильямс, 2003. – 1088 с.

А.Г. Подольский, доктор экономических наук, профессор
А.А. Косенко, кандидат технических наук, старший научный сотрудник

К оценке трудоемкости разработки продукции военного назначения

Показана необходимость формирования принципов обоснования трудоемкости разработки продукции военного назначения. Изложены суть и содержание принципов, которыми при этом целесообразно руководствоваться.

Развитие продукции военного назначения¹ (ПВН) осуществляется в соответствии с государственной программой вооружения и государственным оборонным заказом. Одним из основных показателей, используемых для формирования указанных документов, являются прогнозные затраты на реализацию программных мероприятий и заданий государственного оборонного заказа.

Методическое обеспечение прогнозирования затрат постоянно совершенствуется [2-12]. Кроме того, принят ряд законодательных и нормативных правовых актов, направленных на совершенствование ценообразования на ПВН. Однако вопросы обоснования трудоемкости работ по созданию и развитию продукции военного назначения, к сожалению, не нашли должного отражения. Недостаточное внимание указанному вопросу уделяется и в публикациях, посвященных определению затрат на создание ПВН [1, 13]. В то же время именно от качества обоснования трудоемкости создания продукции военного назначения в существенной степени зависит эффективность расходования бюджетных средств.

В связи с этим весьма актуальной является разработка основополагающих принципов оценки трудоемкости разработки ПВН.

1 К продукции военного назначения относятся вооружение, военная и специальная техника, материальные средства, комплектующие изделия (работы, услуги), научно-исследовательские, опытно-конструкторские работы, а также военное и вещевое имущество, закупаемое по государственному оборонному заказу [1].

Основой развития продукции военного назначения является ее разработка, для проведения которой привлекаются трудовые коллективы многих организаций оборонно-промышленного комплекса и затрачиваются значительные бюджетные средства. Так, Минобороны России в 2015 году «может потратить 270-290 млрд руб. на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию перспективного оружия и техники»².

Трудоемкость является основным параметром, определяющим расходы по таким статьям калькуляции, как основная и дополнительная заработная плата, отчисления на социальное страхование. В этих условиях повышение уровня обоснованности трудоемкости разработки перспективного образца способствует росту эффективности расходования бюджетных средств.

Отсутствие принципов может привести как к необоснованному завышению трудоемкости разработки, так и к преднамеренному ее занижению.

Наличие единой для заказывающих органов и организаций промышленности системы принципов определения трудоемкости разработки ПВН, во-первых, будет способствовать повышению объективности формирования начальной цены контракта (контрактной цены), во-вторых, позволит избежать как необоснованного завышения стоимости работ, выполняемых субподрядными организа-

2 Независимое военное обозрение. – 2015. – № 1 (846).

циями, а также единственным исполнителем, так и преднамеренного ее занижения с целью получения заказа, что может привести к срыву планов создания ПВН.

Результаты проведенного анализа практической деятельности в данной области исследований позволили разработать принципы оценки трудоемкости разработки перспективных образцов продукции военного назначения. Суть основных из них изложена ниже.

1. Декомпозиция разрабатываемого образца ПВН на подсистемы и элементы.

Перспективный образец ПВН, как правило, является сложной технической системой,

состоящей из совокупности подсистем и элементов различной степени сложности и совершенства. При этом их разработка связана со специфическими особенностями, требующими при обосновании трудоемкости индивидуального подхода.

В связи с этим для оценки трудоемкости разработки перспективного образца ПВН целесообразно исходить не только из вида продукции, но и из ее состава, представляя ее как совокупность подсистем и элементов. Причем декомпозиция образца на подсистемы и элементы в зависимости от вида образца и степени проработки его облика может быть различной, что иллюстрируется рисунком 1.

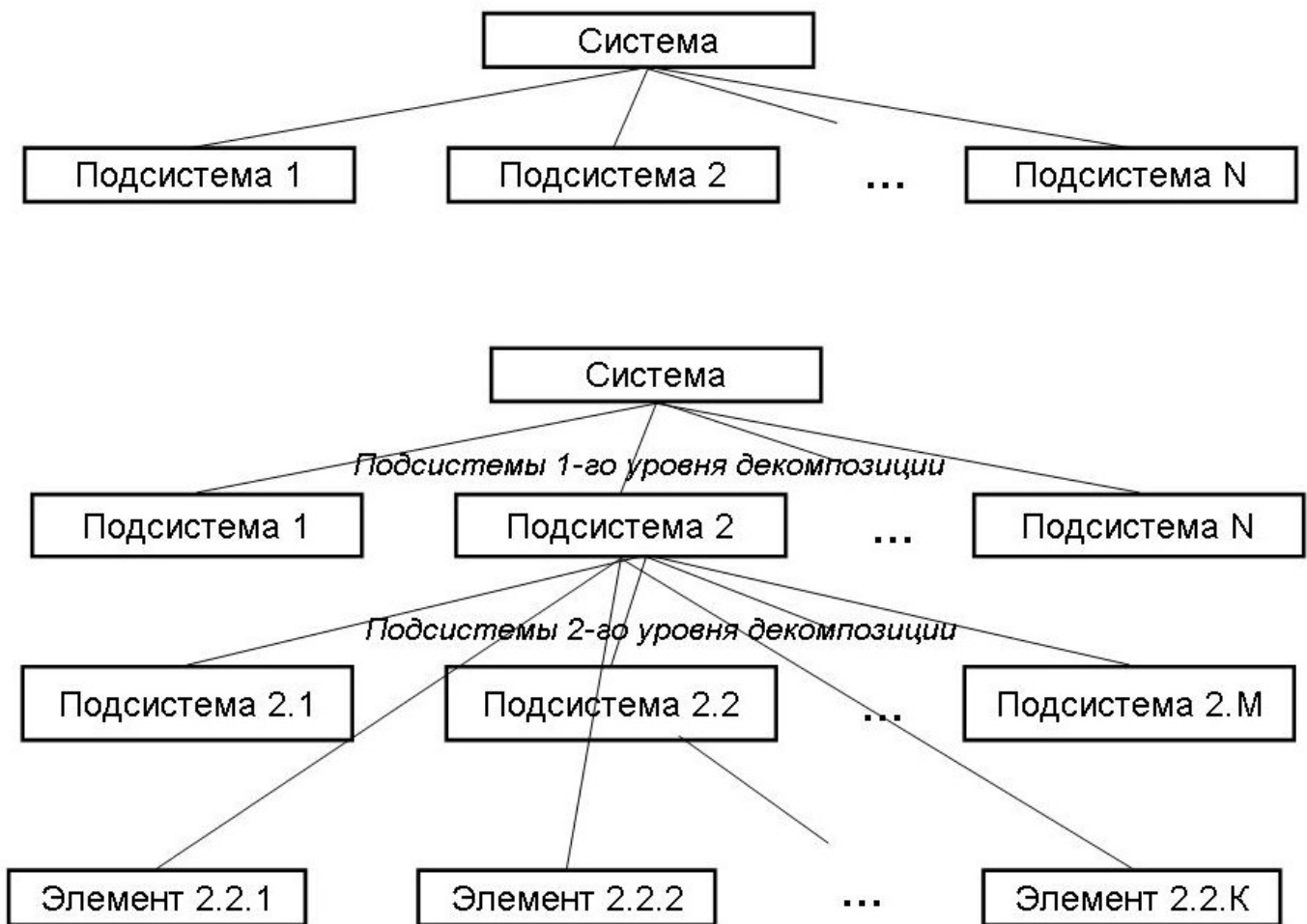


Рисунок 1 – Возможные схемы декомпозиции образца на подсистемы и элементы

В процессе разработки образца ПВН отдельные его подсистемы (элементы) могут заимствоваться из созданных образцов, а другие могут подвергаться различному уровню совершенствования. При этом можно вы-

делить четыре характерных варианта разработки подсистем (элементов), три из которых связаны с их модернизацией («незначительная», «средняя» и «глубокая»), а один – с раз-

работкой подсистем (элементов) нового поколения¹.

При разработке подсистемы (элемента) нового поколения в ее конструктивно-компоновочных решениях происходят изменения по сравнению с аналогом (однотипной подсистемой), в результате которых реализуется совокупность научно-технических нововведений, связанных с приданием подсистеме принципиально новых свойств (возможностей).

Под «глубокой» модернизацией подсистемы (элемента) понимается замена большей части ее составных частей на составные части нового поколения, в которых реализуется совокупность научно-технических нововведений, приводящих к значительному улучшению характеристик подсистемы (элемента).

Под «незначительной» модернизацией (модификацией) подсистемы (элемента) понимается доработка ее отдельных составных частей, приводящая к незначительному улучшению характеристик подсистемы (элемента).

Под «средней» модернизацией подсистемы (элемента) понимается замена отдельных ее составных частей на составные части нового поколения, в которых реализуется совокупность научно-технических нововведений, приводящих к улучшению характеристик подсистемы (элемента). Занимает промежуточное положение между «глубокой» и «незначительной» модернизацией.

В процессе накопления статистической информации о фактической трудоемкости разработки подсистем (элементов) в различных вариантах целесообразно создать каталог значений трудоемкостей, данные которого можно использовать, во-первых, в качестве приближенной оценки трудоемкости разработки, во-вторых, как базовую оценку при прогнозировании трудоемкости разработки перспективных подсистем (элементов).

Следует отметить, что разработка образца включает работы, связанные как с разработкой отдельных подсистем и их элементов, так и с их синтезом. Поэтому обоснование трудоемкости разработки ПВН должно включать обоснование трудоемкости работ, связанных с разработкой отдельных подсистем и их элементов, а также работ общесистемного характера, связанных с координацией деятельности отдельных трудовых коллективов и работников.

Кроме того, для повышения обоснованности трудоемкости разработки отдельных подсистем (элементов) различной функциональной направленности требуется учитывать специфику работ, которая отражается в значениях параметров соответствующих экономико-математических моделей, используемых для прогнозирования.

Анализ информации, содержащейся в табличной форме (рисунок 2), позволяет выявить основные составные части образца, характеристики которых планируется улучшить по сравнению с образцом, разработка которого завершена ранее или проводится в текущее время, а также степень их улучшения, на что и затрачиваются трудовые ресурсы. В таблице содержатся данные о подсистемах (элементах) перспективного образца, которые должны подвергнуться совершенствованию, а также данные о степени совершенствования составных частей перспективного образца по отношению к одноименным подсистемам (элементам) образца-аналога. Для этого может быть использован показатель относительного приращения технического совершенства составных частей перспективного образца по отношению к одноименным составным частям образца-аналога.

Указанный показатель характеризует результативность использования трудовых ресурсов для совершенствования составных частей образца. Значение приращения технического совершенства составной части образца используется, во-первых, для оценки целесообразности использования трудовых ресур-

1 Концепция государственного регулирования цен на продукцию военного назначения (одобрена решением ВПК при Правительстве РФ, протокол от 29 августа 2007 г. № СИ-П7-11прВПК).

сов для разработки подсистемы (элемента) перспективного образца в соответствующем

варианте, во-вторых, для определения трудоемкости ее разработки.

Наименование составной части образца	Вариант разработки составной части перспективного образца	Характеристики составных частей образца						Относительное приращение технического совершенства составной части образца
		1-я характеристика			Важность для заказчика улучшения характеристики	2-я характеристика	...	
		Наименование	Значение					
			для перспективного образца	для образца-аналога	Аналогично столбцам 3 - 6	...		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Подсистема 1								
Подсистема 2								
Подсистема 2.1								
Подсистема 2.2								
Элемент 2.2.1								
Элемент 2.2.2								
...								
Подсистема 3								
...								

Рисунок 2 – Форма данных по составным частям перспективного образца и образца-аналога, характеризующих результативную сторону использования трудовых ресурсов

2. Обоснование трудоемкости каждого этапа разработки ПВН.

Процесс разработки образца включает следующие этапы:

- разработка технического проекта (ТП);
- разработка эскизного проекта (ЭП);
- разработка рабочей конструкторской документации (РКД);
- изготовление опытных образцов;
- испытания опытных образцов;
- корректировка РКД;
- доработка опытных образцов по РКД, откорректированной по результатам испытаний;
- прочие работы.

Чем совершеннее планируемый к созданию образец, тем более сложные задачи решаются при проектировании и разработке конструкторской и технологической документации, тем больший объем информации требуется собрать и обработать, а также тем более сложные модели (методики) необходимо разработать и провести эксперименты (испы-

тания) для обоснования и подтверждения возможности достижения характеристик ПВН.

Важное значение для обеспечения обоснованности трудоемкости разработки и результативности использования трудовых ресурсов имеет учет варианта разработки образца, который, в свою очередь, зависит от вариантов разработки его составных частей. По аналогии с вариантом разработки подсистем (элементов) можно выделить четыре варианта разработки образца, три из которых связаны с модернизацией существующего образца («незначительная», «средняя» и «глубокая») и один с разработкой образца нового поколения.

Каждый вариант разработки образца характеризуется, с одной стороны, суммарными трудозатратами, а с другой – характеристиками, возможность достижения которых обоснована в ходе проектных работ, или характеристиками, достигнутыми в результате разработки рабочей конструкторской документации и ее корректировки и подтвержденными испытаниями опытных образцов, отражающи-

ми результативность использования трудовых ресурсов.

Показателем, характеризующим результативность использования трудовых ресурсов, является относительное приращение технического совершенства образца, позволяющее учесть не только величину улучшения отдельных характеристик образца, но и важность ее для заказчика.

Трудоёмкость процесса изготовления опытных образцов зависит от количества входящих в образец подсистем и элементов, от видов и размеров (массы) используемых материалов, применяемых технологий и требований к качеству.

Трудоёмкость испытаний в существенной степени зависит от количества испытаний, специфики их подготовки, проведения и анализа результатов.

Поскольку трудовые ресурсы используются для достижения результата, определенного заказчиком, то приращение затрат трудовых ресурсов должно быть сопоставимо с прира-

щением результативности их использования. Для проведения указанного сопоставления применяется показатель, характеризующий относительное изменение трудоёмкости выполнения каждого из этапов разработки, который сравнивается с относительным приращением технического совершенства образца, возможность достижения которого обоснована или подтверждена.

Значительное превышение приращения трудозатрат на выполнение какого-либо этапа разработки относительного приращения технического совершенства образца должно быть проанализировано с целью подтверждения (неподтверждения) целесообразного использования трудовых ресурсов в запланированном размере.

Для этого используются систематизированные данные по ранее выполненным аналогичным работам и результаты прогнозной оценки трудоёмкости выполнения планируемых этапов разработки. Эти данные представлены в табличной форме (рисунок 3).

Наименование образца	Трудоёмкость разработки									Суммарная трудоёмкость изготовления всех опытных образцов	Суммарная трудоёмкость испытания опытных образцов	Трудоёмкость корректировки РКД	Суммарная трудоёмкость доработки опытных образцов	Суммарная трудоёмкость прочих работ	Относительное приращение технического совершенства образца									
	ЭП			ТП			РКД																	
	Перспективный образец	Образец-аналог	Относительное приращение трудоёмкости относительно образца-аналога	Перспективный образец	Образец-аналог	Относительное приращение трудоёмкости относительно образца-аналога	Перспективный образец	Образец-аналог	Относительное приращение трудоёмкости относительно образца-аналога															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	

ЭП – эскизный проект,
 ТП – технический проект,
 РКД – рабочая конструкторская документация.

Рисунок 3 – Характеристика этапов разработки образца

Анализ данных, представленных в таблице, позволяет, во-первых, сопоставить распределение трудоемкости разработки перспективного образца и образца-аналога по различным этапам, во-вторых, выявить этапы разработки, требующие наибольших удельных трудозатрат и, при необходимости, провести их верификацию.

В-третьих, осуществить сравнительный анализ изменения трудоемкости выполнения отдельных этапов разработки перспективного образца относительно одноименных этапов разработки образца-аналога, разработка которого завершена или проводится в текущее время, и планируемого приращению технического совершенства образца ПВН.

3. Учет при обосновании трудоемкости разработки эскизного и технического проектов, рабочей конструкторской документации, а также ее корректировки основных отличительных особенностей разрабатываемых подсистем (элементов) перспективного образца и образца-аналога

Образец ПВН представляет собой, как было отмечено, совокупность подсистем и элементов различного функционального назначения, обладающих специфическими конструктивными решениями. Это, в свою очередь, оказывает влияние как на состав научно-технической и производственно-технологической базы организаций, так и на сам процесс разработки. При этом от уровня совершенства продукции и ее структуры в существенной степени зависит количество работников, их специализация и квалификация, а также продолжительность работ и применяемое оборудование и технологии.

Так, те подсистемы существующего образца, которые не подвергаются изменению, не требуют затрат времени и финансовых ресурсов на их разработку. В то же время при разработке перспективных образцов всегда имеются подсистемы, характеристики которых планируется улучшить по сравнению с достигнутыми в аналогах.

Это может быть осуществлено посредством изменения конструкции (принципов функционирования) как всей подсистемы, так и ее составных частей. Кроме того, в образце могут появиться составные части, придающие ему новые свойства и возможности, которые отсутствовали в ранее разработанных образцах.

Оценка трудоемкости будет выполнена тем точнее, чем больше особенностей конструкции, применяемых материалов и принципов функционирования образца и его составных частей будут учтены. Особенности непосредственно связаны с вариантами разработки составных частей перспективного образца и показателями приращения их технического совершенства (рисунок 2).

Для объективного обоснования трудоемкости разработки перспективного образца необходимо провести сопоставительный анализ трудоемкости разработки всех подсистем перспективного образца и их элементов с одноименными подсистемами (элементами) образца-аналога. Необходимые для этого данные приведены в таблице на рисунке 4.

В ходе сопоставительного анализа, во-первых, должен быть подтвержден баланс суммарной трудоемкости каждого этапа разработки образца, учитываемого в указанной таблице, и трудоемкости разработки его составных частей, а, во-вторых, – соответствие роста (уменьшения) трудоемкости разработки перспективного образца и его составных частей (подсистем, элементов) по отношению к трудоемкости образца-аналога и его составных частей и дано обоснование основных причин, вызывающих указанное расхождение.

Таким образом, информация, содержащаяся в таблицах на рисунках 1, 2 и 3, взаимно дополняет друг друга, позволяя провести всесторонний качественный анализ и количественное сопоставление трудоемкости разработки эскизного и технического проектов, рабочей конструкторской документации, а также ее корректировки для перспективного образца и образца-аналога, а также их составных частей (подсистем и элементов).

Составная часть образца (СЧО)	Этапы разработки (корректировки) документации															
	Эскизный проект				Технический проект				Рабочая конструкторская документация				Корректировка рабочей конструкторской документации			
	Трудоёмкость разработки СЧО		Обоснование основных причин расхождения трудоёмкостей в столбцах 2 и 3	Относительное изменение трудоёмкости	Трудоёмкость разработки СЧО		Обоснование основных причин расхождения трудоёмкостей в столбцах 2 и 3	Относительное изменение трудоёмкости	Трудоёмкость разработки СЧО		Обоснование основных причин расхождения трудоёмкостей в столбцах 2 и 3	Относительное изменение трудоёмкости	Трудоёмкость разработки СЧО		Обоснование основных причин расхождения трудоёмкостей в столбцах 2 и 3	Относительное изменение трудоёмкости
	в составе перспективного образца	в составе образца-аналога			в составе перспективного образца	в составе образца-аналога			в составе перспективного образца	в составе образца-аналога			в составе перспективного образца	в составе образца-аналога		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Рисунок 4 – Характеристика этапов разработки перспективного образца

4. Проведение при обосновании трудоёмкости изготовления опытных образцов ПВН сравнительного анализа трудоёмкости изготовления составных частей планируемого к разработке образца и его аналога.

Указанный принцип предусматривает, во-первых, проведение декомпозиции опытного образца на составные части, учет видов испытаний, которым подвергаются составные части образца и образец в целом, во-вторых, выявление тех особенностей конструкции составных частей перспективного образца и образца в целом, используемых для их изготовления материалов, оборудования и технологий, которые способствуют как росту, так и снижению трудоёмкости изготовления по отношению к аналогу.

На основе анализа особенностей определяются значения коэффициентов, интегрально характеризующих изменение трудоёмкости изготовления составных частей опытного образца и образца в целом. При этом учитывается, что одноименные составные части опытного образца и образец в целом могут быть подвергнуты различным видам испытаний, которые отличаются продолжительностью, количеством участвующих в их проведении специалистов, составом и количеством

расходуемых материалов, а также применяемым оборудованием и стендами.

Так как для планируемого к разработке образца на момент оценки трудоёмкости его изготовления еще отсутствует конструкторская и технологическая документация, то информация, позволяющая сформировать заключение о качественном влиянии особенностей конструкции перспективного образца, видов применяемых материалов и технологий на изменение трудоёмкости изготовления перспективного опытного образца и его составных частей относительно образца-аналога, носит приближенный характер.

Вследствие этого, а также ввиду невозможности построить модель, которая бы позволяла учитывать все факторы, влияющие на трудоёмкость изготовления опытного образца и его составных частей, количественная оценка степени указанного влияния носит неопределенный характер, причем неопределенность по мере перехода на более низкие уровни декомпозиции образца может возрастать.

Кроме того, возможности сравнительного анализа перспективного образца и образца-аналога и их составных частей ограничены объемом имеющихся данных по трудоёмко-

сти изготовления образца-аналога и его составных частей, принадлежащих различным уровням декомпозиции, которые могут быть использованы для обоснования трудоемкости изготовления перспективного образца.

В связи с этим для повышения уровня обоснованности прогнозной трудоемкости пер-

спективного образца необходима соответствующая информационная база (рисунок 5). При этом для обеспечения компактного представления информации нумерация объектов испытаний является общей как для составных частей образца, так и образца в целом.

Наименование объекта перспективного образца	1-й изготовленный объект						2-й изготовленный объект	...	
	Виды испытаний	Аналог		Особенности конструкции объекта перспективного образца, используемых для его изготовления материалов, оборудования и технологий, способствующие		Значение коэффициента, характеризующего изменение трудоемкости изготовления объекта перспективного образца относительно аналога	Трудоемкость изготовления объекта перспективного образца	Аналогично столбцам 2 - 8	
		Наименование	Трудоемкость изготовления	росту трудоемкости изготовления	снижению трудоемкости изготовления				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Подсистема 1									
Подсистема 2									
Подсистема 2.1									
Подсистема 2.2									
Элемент 2.2.1									
Элемент 2.2.2									
...									
Подсистема 3									
...									
Перспективный образец									

Рисунок 5 – Характеристика трудоемкости изготовления опытных образцов и их составных частей

Создание указанной базы данных позволит в удобном для пользователя виде хранить в систематизированном виде информацию по каждой составной части (подсистеме, элементу) образца-аналога, а также учитывать основные особенности изготовления перспективного опытного образца и его составных частей, оказывающие влияние на изменение трудоемкости однотипных составных частей при переходе от образца-аналога (составной части образца-аналога) к перспективному образцу (составной части перспективного образца).

Реализация данного принципа на практике позволит обеспечить объективность и обоснованность оценки трудоемкости изготовления перспективных опытных образцов.

5. Комплексирование трудоемкостей испытаний составных частей образца и образца в целом, а также учет цели и задач, поставленных при обосновании трудоемкости испытаний опытных образцов ПВН.

В общем случае испытания могут быть связаны с проверкой различных свойств образца и его составных частей, оценкой тактико-технических характеристик, а также

их функциональных возможностей в различных условиях применения (эксплуатации). При этом испытания могут иметь различную продолжительность, а в их проведении может принимать участие различное количество специалистов и применяться разнообразные аппаратура и оборудование, что влияет на трудоемкость испытаний.

В связи с этим при обосновании трудоемкости проведения испытаний образцов ПВН должны учитываться основные особенности различных видов испытаний и их количество, а также фактические данные по трудоемкости

ранее выполненных испытаний при разработке образцов-аналогов и их составных частей.

Таблица на рисунке 5 представляет собой форму, в которой в систематизированном виде содержится информация, позволяющая обосновать трудоемкости проведения испытаний образцов ПВН и их составных частей. При этом для обеспечения компактного представления информации нумерация испытаний является общей как для составных частей образца, так и образца в целом.

Наименование объекта перспективного образца	1-е испытание объекта						Трудоемкость испытания объекта перспективного образца	2-испытание объекта	...
	Виды испытаний и их характеристика (цель и задачи)	Аналог		Особенности испытания объекта перспективного образца, способствующие		Значение коэффициента, характеризующего изменение трудоемкости испытания объекта перспективного образца относительно аналога			
		Наименование	Трудоемкость испытания	росту трудоемкости испытания	снижению трудоемкости испытания				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Подсистема 1									
Подсистема 2									
Подсистема 2.1									
Подсистема 2.2									
Элемент 2.2.1									
Элемент 2.2.2									
...									
Подсистема 3									
...									
Перспективный образец									

Рисунок 6 – Характеристика трудоемкости испытаний опытных образцов и их составных частей

Практическая реализация предложенных принципов методического обеспечения определения трудоемкости разработки перспективных образцов в интересах формирования государственной программы вооружения и государственного оборонного заказа позво-

лит повысить уровень обоснованности трудоемкости планируемых к разработке образцов, а следовательно, будет способствовать повышению эффективности расходования бюджетных средств, выделяемых на развитие продукции военного назначения.

Список использованных источников

1. Боков С.И., Подольский А.Г. Принципы оценки трудоемкости научно-исследовательских работ, выполняемых в интересах развития электронной компонентной базы // Вооружение и экономика. – 2015. – № 1 (30).
2. Лавринов Г.А., Подольский А.Г. Ценообразование на продукцию военного назначения: от затратной к ценностной концепции // Вооружение и экономика. – 2012. – № 1 (17).
3. Лавринов Г.А., Подольский А.Г. К вопросу о военно-экономической эффективности использования финансовых ресурсов при планировании создания продукции военного назначения // Вооружение и экономика. – 2012. – № 2 (18).
4. Лавринов Г.А., Хрусталева Е.Ю., Подольский А.Г. Анализ факторов, влияющих на ценообразование продукции военного назначения // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2012. – № 28 (118).
5. Подольский А.Г. К вопросу определения финансового риска при ценообразовании на продукцию военного назначения // Вооружение и экономика. – 2011. – № 3 (15).
6. Буренок В.М., Лавринов Г.А., Подольский А.Г. Оценка стоимостных показателей высокотехнологичной продукции. – М.: Граница, 2012.
7. Лавринов Г.А., Подольский А.Г. О государственном управлении ценообразованием на продукцию военного назначения // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2014. – № 44 (281).
8. Лавринов Г.А., Подольский А.Г. К вопросу о реформировании системы ценообразования на продукцию военного назначения // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2014. – № 7 (193).
9. Лавринов Г.А., Подольский А.Г. Инструменты управления ценообразованием при разработке и реализации плановых документов по созданию продукции военного назначения // Вооружение и экономика. – 2013. – № 1 (22).
10. Лавринов Г.А., Подольский А.Г. Управление ценообразованием на продукцию военного назначения при реализации ценностной концепции // Инновации. – 2013. – № 8 (178).
11. Боков С.И. Новые экономические подходы к формированию работ в межведомственной системе // Научно-технический сборник «Известия». – М.: ВА РВСН. – 2012. – № 250. – С. 69-77.
12. Балабан Е.И., Гальченко А.В., Тегин В.А. Применение ценометрического метода определения стоимости серийных образцов боевой техники для выполнения долгосрочного исследовательского прогноза ее закупок // Вооружение и экономика. – 2015. – № 1 (30).
13. Боков С.И. Расчет трудоемкости и объема материальных затрат (ценообразования системных научно-исследовательских работ в сфере управления развитием электронной компонентной базы) // Промышленная политика в Российской Федерации. – 2012. – № 4-6. – С. 46-49.

А.В. Бычков, кандидат военных наук
 А.Х. Курбанов, доктор экономических наук, доцент

Анализ проблемных вопросов функционирования центров материально-технического обеспечения военных округов (флотов) Министерства обороны Российской Федерации

В настоящее время обеспечение потребителей Министерства обороны Российской Федерации вооружением, военной и специальной техникой, материальными средствами осуществляется через центры материально-технического обеспечения военных округов. В работе определены и рассмотрены основные проблемные вопросы их функционирования, предложены практические рекомендации повышения эффективности логистических процессов, связанных с обеспечением военных потребителей материальными средствами.

С сентября 2012 года в соответствии с директивой Министра обороны Российской Федерации и указаниями Генерального штаба Вооруженных Сил Российской Федерации (ВС РФ) в системе материально-технического обеспечения (МТО) военных округов (флотов) сформированы Центры материально-технического обеспечения (ЦМТО) (по одному в каждом округе и на каждом флоте, всего 7). Филиалы Комплексных баз материально-технического обеспечения округов, воинские части и организации МТО ВС РФ, арсеналы 1 и 2 разряда, базы ракетного топлива и горючего, ремонтные мастерские технических средств

службы горючего, отделы хранения технических средств воспитания, склады имущества и средств связи, лаборатории ветеринарно-санитарной экспертизы, склады инженерного имущества, имущества РХБЗ, авиационно-технические базы, автомобильные батальоны (в ЦМТО флотов) и другие воинские части и организации вошли в состав сформированных Центров.

Центральными органами управления МТО ВС РФ была спланирована поэтапная разработка нормативно-правовой базы ЦМТО с целью встраивания их в существующую систему МТО (рисунок 1).



Рисунок 1 – Календарный план разработки нормативно-правовой базы ЦМТО

В настоящее время ЦМТО осуществляют свою деятельность в соответствии с Положением о ЦМТО, утвержденным заместителем командующего войсками округа (ЗКВО по МТО). Они предназначены для приема, хранения и выдачи (отпуска) различных видов материальных средств (МС), поставляемых предприятиями промышленности, и обеспечения ими объединений, соединений, воинских ча-

стей и организаций ВС РФ и других федеральных органов исполнительной власти, дислоцированных на территории округа (флота) и прикрепленных к ним на довольствие, организации учета и отчетности по всем видам МС, а также для выполнения иных задач, предусмотренных различными нормативными правовыми актами [7] (рисунок 2).

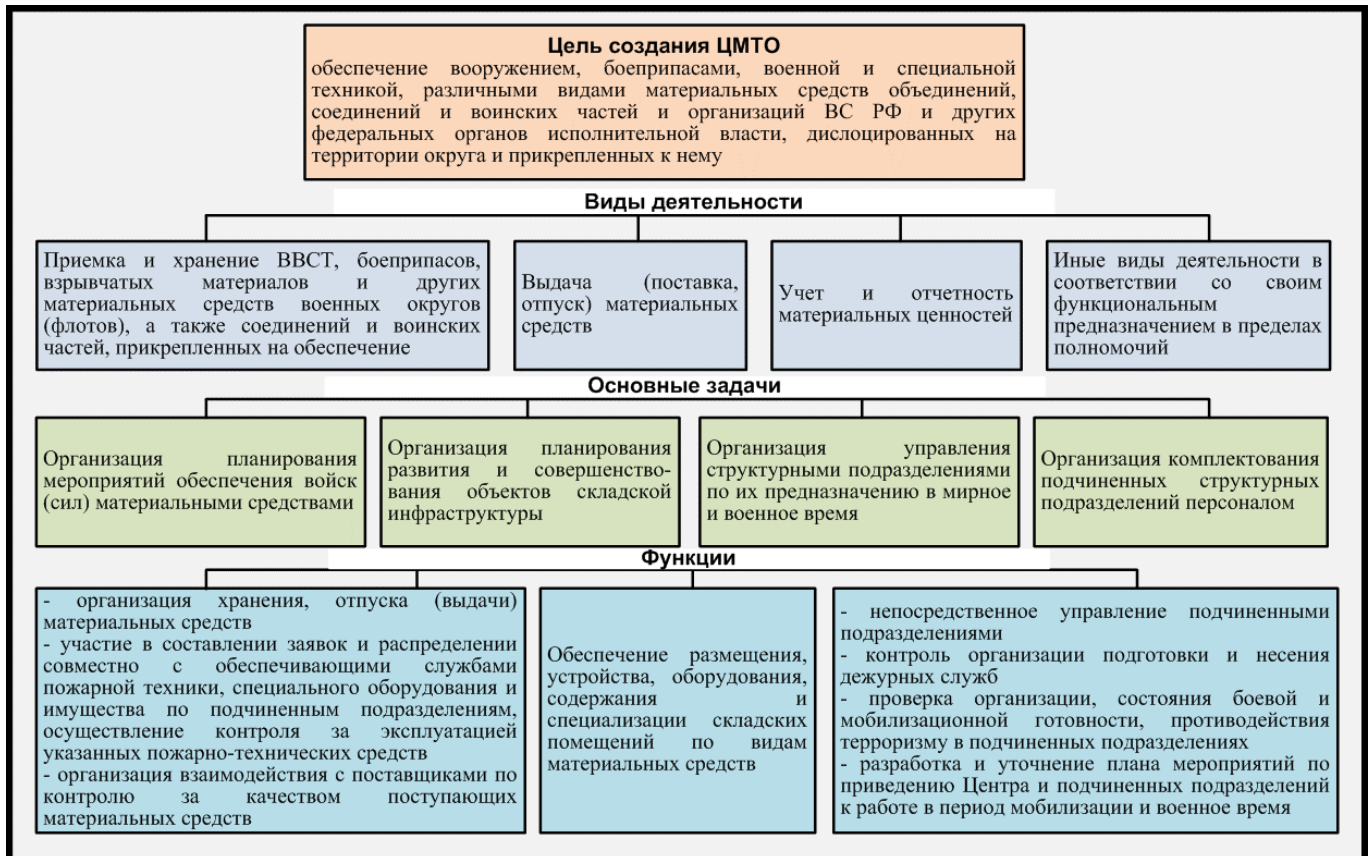


Рисунок 2 – Цели, задачи и функции ЦМТО

Основываясь на результатах анализа практической деятельности ЦМТО, проведенного авторами в ходе личного участия в контрольных мероприятиях в составе рабочей группы ЦОВУ МТО ВС РФ по проверке одного из ЦМТО в 2014 году; проведя изучение и обобщение отчетно-аналитических материалов, подготовленных НИИ (ВСИ МТО ВС РФ) ВА МТО им. генерала армии А. В. Хрулева, научных исследований посвященных проблемам развития ведомственной системы стационарных объектов хранения [1, 2, 4, 5, 6, 8 и др.] и нормативно-правовых документов, регламентирующих функционирование Центров [8],

были определены проблемные вопросы, связанные с функционированием ЦМТО в современных условиях. К наиболее значимым из них следует отнести:

- 1) противоречия в практике исполнения принятой схемы документооборота для ЦМТО и довольствующих управлений и служб;
- 2) увеличение продолжительности управленческого цикла реализации решений по обеспечению войск материальными средствами;
- 3) частичное дублирование функций по МТО войск между ЦМТО и довольствующими управлениями и службами военного округа.

Несмотря на огромную работу, проделанную в направлении оптимизации системы снабжения войск, пока все же нет единого понимания о целях, задачах и структуре ЦМТО. Возможно, это следствие упрощенного, формального подхода к его созданию.

Рассмотрим указанные проблемные вопросы более подробно, постараемся разобраться в возможных их причинах и

следствиях, выработать направления повышения эффективности функционирования логистической системы стационарных объектов хранения системы МТО ВС РФ.

Документооборот в ЦМТО в соответствии с Положением о ЦМТО и с «Порядком документооборота в ЦМТО», утверждаемыми ЗКВО по МТО, должен осуществляться следующим образом (рисунок 3).

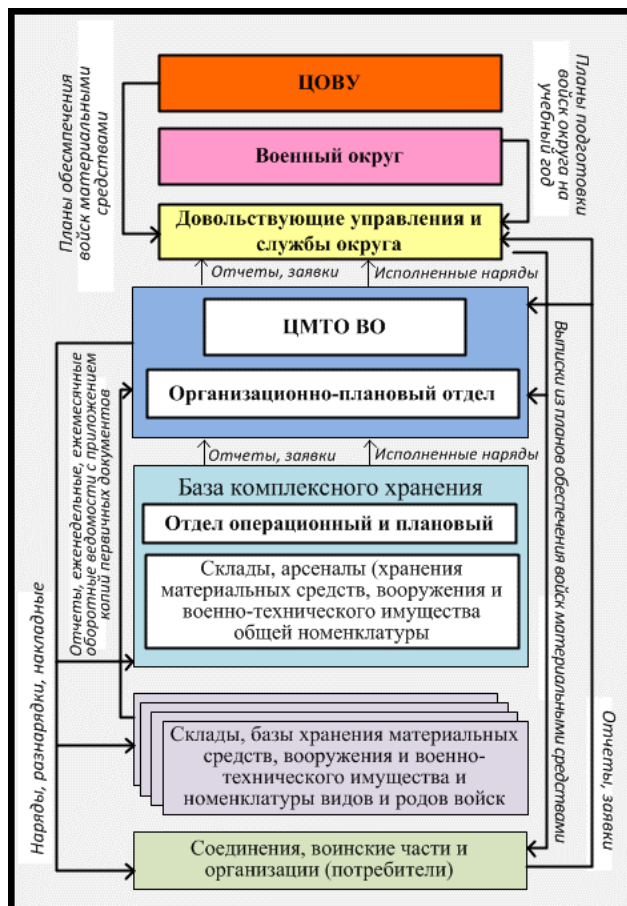


Рисунок 3 – Схема документооборота в ЦМТО

Движение (прием, выдача) МС осуществляется на основании плана подготовки войск округа на учебный год и планов обеспечения войск МС, разрабатываемых по закрепленной номенклатуре начальниками довольствующих ЦОВУ, управлений и служб округа. Выписки из этих планов, а также копии государственных контрактов и договоров на поставку МС, а также указания по распределению МС в виде нарядов, разнарядок доводятся начальниками служб округа до управления ЦМТО.

В довольствующие управления и службы округа структурными подразделениями ЦМТО направляются отчетно-заявочные документы в порядке и сроках, установленных Табелем срочных донесений, утвержденного приказом ЗМО РФ 2014 года № 545. Эти документы являются исходными данными для текущего и перспективного планирования материально-технического обеспечения войск. Здесь они анализируются, проверяется правильность их составления, осуществляется контроль законности расходования МС, под-

готовавливаются и направляются в управление ЦМТО заключения по этим отчетам.

Вторые экземпляры отчетно-заявочных документов направляются в управление ЦМТО, где в соответствующих отделениях учета формируются и ведутся регистры учета, в которых отражается движение МС за свои структурные подразделения и в целом за Центр.

О ходе выполнения плана поставок должностные лица структурных подразделений ЦМТО еженедельно (о движении МС, в виде оборотной ведомости с приложением копий первичных документов – ежемесячно) докладывают на базу комплексного хранения, которая, в свою очередь, представляет в управление ЦМТО сводный доклад о ходе поставок МС по государственным контрактам за свои подразделения, где в результате формируется сводная ведомость данных о поступивших МС и проводится анализ выполнения Плана поставок.

Однако на практике складывается следующая ситуация. Вторые экземпляры отчетных документов, направленные в управление ЦМТО, принимают характер простых «уведомлений», в дальнейшей работе органов управления МТО не находят применения и не используются. Табелем срочных донесений органов военного управления МТО ВС РФ отправка начальником ЦМТО донесений и отчетов в адрес вышестоящих органов управления (за исключением «Отчета о состоянии объектов ЦМТО и об укомплектованности личным составом, военной техникой, средствами механизации, табельными МС», форма 1/БС/КБМТО, который представляется ЗКВО по МТО ежегодно, к 20 декабря) не предусматривается. И даже заключение по отчетам своих структурных подразделений управление ЦМТО разрабатывает не самостоятельно, а дает их на основании заключений, полученных от управлений и служб округа, фактически дублируя их. ЗКВО по МТО в своей деятельности, при принятии различного рода решений, оперирует данными, предоставляемыми

ми управлениями МТО округа, а не управлением ЦМТО.

Фактически сложилась ситуация, при которой в вопросах ведения учета и отчетности управление ЦМТО представляет собой замкнутую систему, не имеющую собственных каналов передачи накапливаемой им информации в вышестоящие инстанции, необходимой для определения потребности в ВВСТ и МС. Начальник ЦМТО не принимает решения по перемещению запасов, по списанию МС, не организует реализацию фондов и расход лимитов, расчеты с поставщиками, не ведет учет лицевых счетов обеспечиваемых воинских частей по соответствующим службам, не разрабатывает схемы прикрепления на обеспечение МС к складам по видам обеспечения. А по некоторым вопросам (например, контроля за выполнением плана поставок МС), по сути, является дублером управлений, служб, отделов, ведающих обеспечением войск (сил) МС, которые согласно приказу МО РФ 2013 года № 300, безусловно, отвечают за ведение учета МС. В ЦМТО не достигаются цели учета МС в ВС РФ в части формирования полной и достоверной информации об их наличии, движении и качественном (техническом) состоянии, предотвращения отрицательных результатов хозяйственной деятельности и выявления внутренних резервов, подготовки исходных данных для составления документов отчетности.

Что касается второго проблемного вопроса, то увеличение продолжительности управленческого цикла реализации решений по обеспечению войск материальными средствами обусловлено переподчинением баз и складов военного округа Центру МТО. В существовавшей ранее системе решение на обеспечение принималось по схеме: начальник довольствующего управления (службы) – склад (база) – склад соединения, а в сложившейся в настоящее время системе цикл управления запасами более затянут и осуществляется по следующей схеме: начальник довольствующего управления (службы) – на-

начальник штаба МТО военного округа – начальник ЦМТО – отделение (учета и отчетности складов соответствующей номенклатуры МС) – БКХ – склад (отдел хранения) – склад соединения. Порядок получения имущества со складов слишком усложнен и затратен по времени (наряд, выписанный службой, с получателем направляется на склад, затем в территориальное управление финансового обеспечения (УФО), к которому прикреплен склад, после оформления документов в УФО получатель снова возвращается на склад и только потом осуществляется получение имущества) [7].

Частичное дублирование функций по МТО войск между ЦМТО и довольствующими управлениями и службами военного округа (третий проблемный вопрос) выражено в том,

что в настоящее время фактически сформировались две управленческие структуры, по которым циркулирует информация с данными учета, необходимыми для принятия решения по МТО войск. Первый: воинская часть – склад – военный округ – ЦОВУ и обратно, по которому передаваемая информация носит объективный характер, является достоверной, отражающей истинное положение дел, обладает достаточной полнотой для принятия решений, точна, актуальна. Второй: воинская часть – склад – БКХ – ЦМТО и обратно, по которому информация не в полной мере обладает перечисленными выше свойствами и практически лишена функциональной направленности, аккумулируется без дальнейшей реализации. В упрощенном виде это отражено на рисунке 4.

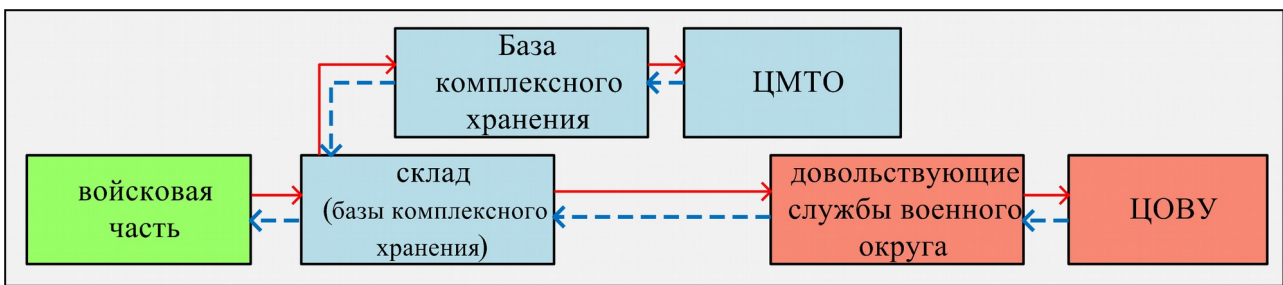


Рисунок 4 – Направления циркуляции информации в системе МТО

Очевидно, что сложившаяся схема снабжения войск в такой форме не логична, излишне забюрократизирована и снижает эффективность органов военного управления, участвующих в системе снабжения войск.

В целом причинами недостаточной работоспособности механизмов функционирования ЦМТО, по нашему мнению, явились:

предложенная концепция ЦМТО предварительно не была воплощена в пилотном проекте на базе одного из округов или флотов с целью выявления потенциальных сложностей и значимых факторов, которые могли бы повлиять на функционирование ЦМТО в будущем в масштабе всех ВС РФ;

при планировании этапов формирования ЦМТО не определялись объем, сроки и порядок проведения контрольных мероприятий,

позволяющих определить степень выполнения плана (итоговые совещания по каждому этапу, проверка фактического положения дел, практические конференции, командно-штабные тренировки и др.), индикаторы качества выполненных мероприятий;

не был разработан единый концептуальный документ, а также дополнительные нормативно-правовые акты, закладывающие обоснованную, проработанную нормативно-правовую базу функционирования ЦМТО, вертикального и горизонтального взаимодействия Центров с органами военного управления;

при разработке организационно-штатной структуры управления ЦМТО не применялся достаточно развитый и доступный научно-методический аппарат формирования подоб-

ных систем, учитывающий объем перерабатываемой информации, количество и сроки обрабатываемых документов, интеграцию подразделений и должностных лиц управления;

должностные лица, участвующие в системе снабжения, не в полной мере были ознакомлены с целями и предназначением ЦМТО, замыслом на их формирование, поэтому идеология и концепция этой структуры не нашли у них должного понимания, что в реальности привело к отсутствию у них заинтересованности и инициативы в последовательной реализации данной идеи;

не были определены место и роль начальника ЦМТО по отношению к руководителям довольствующих управлений и служб округа (флота) и структура их взаимоотношений, что само по себе приводит к вполне обоснованному столкновению служебных интересов этих должностных лиц, по мнению которых Центр необоснованно и неоправданно «вмешивается» в отлаженные, сложившиеся годами механизмы функционирования подчиненных им служб;

наблюдается некоторое снижение оперативности в обеспечении войск по внезапно возникающим задачам, ввиду того, что у начальника ЦМТО и начальников довольствующих служб отмечаются некоторые противоречия целевых установок: фактически, ЦМТО преследует цель не допустить сбоя в своей работе, обезопасить себя от потенциальных утрат и недостатков, нецелевого расхода МС (т. е. система довольно обоснованно защищает себя от внешних воздействий и потрясений, боится «разрушения» или энтропии), а начальники довольствующих управлений и служб в первую очередь преследуют другую цель: в максимально короткие сроки, наиболее полно выполнить поставленные задачи и удовлетворить потребность войск в МС, которые они распределяют лично и отдают указания о движении запасов должностным лицам, подчиненным непосредственно себе, исходя из сложившейся обстановки;

воздействие субъективного фактора, вызвавшееся в предполагаемой потере или значительном сжатии так называемого «аппаратного веса» должностных лиц, отвечающих за снабжение войск, осуществляющих распределение МС между потребителями (в результате чего наблюдается устойчивая тенденция завуалированного перманентного сопротивления с их стороны, искусственного затягивания и создания надуманных барьеров по реализации стратегии ЦМТО);

в связи с отсутствием единого нормативного акта, определяющего правовой статус ЦМТО, объективно возникает двойственность подчинения всей цепочки должностных лиц – руководителей структурных подразделений Центра: с одной стороны, формально, начальник какого-либо склада подчинен начальнику ЦМТО, через начальника БКХ, с другой стороны, фактически, этот же начальник склада взаимодействует с начальником довольствующего управления или службы по вопросам операционной деятельности склада, что объективно порождает неопределенность его, начальника склада, должностного положения по вертикали;

сложилась парадоксальная ситуация, при которой ни одной из сторон (довольствующим службам и ЦМТО) не выгодно инициировать и форсировать процесс передачи снабженческих функций: довольствующая служба не желает утрачивать свою функциональность и «аппаратный вес», а ЦМТО, по ряду причин (недостаточное количество, качество и низкая квалификация персонала, непосредственно ведущего учет, возможная ответственность за срыв материально-технического обеспечения войск и т. д.), в существующем виде не способен организовать в полном объеме процесс снабжения войск.

В целом при положительном конечном решении о переходе в заключительную фазу формирования ЦМТО и переводе на более эффективную схему снабжения войск необходимо предпринять следующие шаги:

разработать единый, согласованный со всеми заинтересованными сторонами, научно обоснованный нормативный распорядительный документ, однозначно трактуемый всеми участниками процесса материально-технического обеспечения войск, регламентирующий предназначение, подчиненность, права и обязанности, схему и сроки документооборота, единые формы документов, административные процедуры, порядок применения по назначению в военное время и другие вопросы;

передачу снабженческих функций от довольствующих служб к ЦМТО, осуществить в рамках пилотного проекта на базе одного из округов или флотов, причем оперативное сопровождение эксперимента целесообразно осуществлять рабочей группой из числа специалистов центральных органов управления МТО ВС РФ, определить реперные точки, позволяющие оценить характер динамики и выявить положительные и отрицательные стороны данной концепции, спланировать конкретные сроки и объем контрольных мероприятий, назначить конкретное должностное лицо, являющееся координатором пилотного проекта и ответственное за реализацию;

разработать научно-методический аппарат оценки оперативной и военно-экономической эффективности проводимых мероприятий и функционирования ЦМТО;

организовать формирование единого информационного унифицированного пространства, в котором размещены все элементы ЦМТО и органы управления МТО с рацио-

нальной архитектурой информационной логистики;

спланировать систематическое проведение научно-практических конференций, семинаров, круглых столов с целью обобщения, систематизации полученного опыта, поиска решений по возникшим проблемным вопросам, выработки единого понимания целей, задач ЦМТО, оперативного реагирования на возникающие трудности.

Разрешение рассмотренных нами проблем и противоречий позволило бы обеспечить эффективное функционирование созданных ЦМТО. Однако есть задачи еще более серьезные – существующую систему складской логистики МО РФ нельзя охарактеризовать как экономически эффективную в связи с использованием устаревших технологий хранения и обслуживания МС, низким уровнем механизации технологических процессов, естественным износом существующей инфраструктуры хранения и, как следствие, высоким уровнем эксплуатационных издержек. Поэтому в 2013 году было принято решение о строительстве Производственно-логистических комплексов и интегрирование их, совместно с ЦМТО, в общую систему МТО ВС РФ [3]. Это является перспективным направлением развития рассматриваемой нами системы в среднесрочной и долгосрочной перспективе, многоплановой сложной задачей, требующей научно обоснованного, комплексного подхода и скоординированной, на основании единого замысла и под единым руководством, работы должностных лиц органов военного управления.

Список использованных источников

1. Ворушилин Л.В., Горьков П.А., Курбанов А.Х. Теоретические основы анализа объектов логистической инфраструктуры региона в интересах военной организации государства // Логистика. – 2014. – № 9.
2. Канке А.А. Логистика складского хозяйства // Маркетинг. – 2014. – № 1 (134).
3. Концепция создания производственно-логистических комплексов в интересах Министерства обороны России. – Москва, 2013.

4. Крекотнев Р.Н., Курбанов А.Х., Пахомов В.И. Риски государственно-частного партнерства при реализации проектов строительства объектов военно-логистической инфраструктуры // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. – 2014. – № 2.

5. Плотников В.А., Курбанов А.Х., Курбанов Т.Х. Модель военно-экономического обоснования стационарной системы хранения материально-технических средств тыла для ВС РФ нового облика // Вооружение и экономика. – 2013. – № 1(13).

6. Плотников В.А., Фокин Н.Л. Экономическое обоснование решений по развитию инфраструктурных систем (на примере складской базы) // Экономика и управление. – 2008. – № 2.

7. Положение о Центре материально-технического обеспечения военного округа (флота). Типовой проект. – Москва, Департамент планирования и координации МТО МО РФ, 2012.

8. Тусуева Т. С. Развитие складской логистики в регионе // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 1-1.

Андрющенко Михаил Сергеевич
кандидат технических наук
ОАО «ВНИИТрансмаш», г. Санкт-Петербург
125msa@mail.ru

Бочкарев Алексей Викторович
старший научный сотрудник 46 ЦНИИ МО РФ
boch_aleksey@mail.ru



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

Бывших Дмитрий Михайлович
кандидат технических наук, старший научный сотрудник
старший научный сотрудник НИИЦ РЭБ ВУНЦ ВВС «ВВА»
biwshih2013@yandex.ru

Бычков Антон Вячеславович
кандидат военных наук
старший преподаватель кафедры Военной академии материально-технического обеспечения
anton-bychkov@mail.ru



Еланцев Григорий Анатольевич
старший научный сотрудник 46 ЦНИИ МО РФ
grifoni@mail.ru

Ерин Андрей Евгеньевич
кандидат технических наук, доцент
заместитель начальника управления 33 ЦНИИИ МО РФ
aeerin@rambler.ru

Козырев Андрей Сергеевич
заместитель начальника отдела 46 ЦНИИ МО РФ
andreykozirev@mail.ru



Косенко Алексей Андреевич
кандидат технических наук, старший научный сотрудник
ведущий научный сотрудник 46 ЦНИИ МО РФ
authors@viek.ru



Курбанов Артур Хусаинович
доктор экономических наук, доцент
профессор кафедры Военной академии материально-технического
обеспечения
kurbanov-83@ya.ru



Найденов Владимир Герасимович
доктор технических наук, старший научный сотрудник
старший научный сотрудник 46 ЦНИИ МО РФ
Naidenov@nrtb.ru



Нестеров Виктор Антонович
доктор технических наук, профессор
профессор Московского авиационного института
authors@viek.ru



Обносов Борис Викторович
доктор технических наук, профессор
заведующий кафедрой Московского авиационного института (нацио-
нального исследовательского университета)
kaf701mai@mail.ru



Орлов Владислав Александрович
кандидат технических наук, доцент
главный научный сотрудник НИИЦ РЭБ ВУНЦ ВВС «ВВА»
authors@viek.ru



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

Степанов Виктор Владимирович
доктор технических наук, старший научный сотрудник
ОАО «ВНИИТрансмаш», г. Санкт-Петербург
125msa@mail.ru



Судаков Владимир Анатольевич
доктор технических наук, доцент
старший научный сотрудник Института прикладной математики
им. М.В. Келдыша РАН
vsudakov@bk.ru



Цырендоржиев Самбу Рабданович
кандидат военных наук, доцент
старший научный сотрудник 46 ЦНИИ МО РФ
alkhanay@mail.ru

Ярыгин Юрий Николаевич
кандидат технических наук, старший научный сотрудник
старший научный сотрудник НИИЦ РЭБ ВУНЦ ВВС «ВВА»
authors@viek.ru

Сколько стоит национальная безопасность: к вопросу о расходах на обеспечение безопасности личности и государства

А.И. Буравлев

Анализ военных расходов и расходов на обеспечение национальной безопасности многих развитых и развивающихся стран показывает, что они зависят от уровня внешних и внутренних угроз, а также экономических возможностей страны и составляют порядка 4.6% валового внутреннего продукта (ВВП). Вместе с тем, внутри этого диапазона между странами, находящимися, казалось бы, в одинаковых геополитических условиях наблюдаются резкие колебания по расходам на национальную безопасность. В данной статье рассмотрен методический подход к оценке затрат на обеспечение безопасности личности и государства на основе социально-психологического аспекта оценки внешних и внутренних угроз и минимизации экономического риска. Получена математическая модель для оценки вероятности безопасности личности и государства, связанная с уровнем угроз и экономическими возможностями страны для их компенсации.

национальная безопасность; военные расходы; показатели уровня военных расходов; вероятность безопасности индивида; риск безопасности индивида; валовой внутренний продукт; среднедушевые доходы индивида

How much is national security: the question of the costs of protecting the security of individuals and states

A.I. Buravlyov

Analysis of military expenditure and expenditure on national security many developed and developing countries shows that they depend on the level of external and internal threats, and economic opportunities of the country and account for about 4.6% of the gross domestic product (GDP). However inside that range between countries, it would seem, in the same geopolitical conditions large variations in

spending on national security. This article describes the methodological approach to estimating the cost of providing human security and the state on the basis of socio-psychological aspect of the assessment of the external and internal threats and minimize economic risk. Mathematical model for estimating the probability of human security and the state associated with the level of threats and economic opportunities of the country for their compensation. Research model showed fairly good agreement of the obtained results with existing expertise.

national security; military spending; level of military spending; likelihood of security of the individual; security risk of an individual; gross domestic product; income of the individual

Методический подход обоснования баланса военных и невоенных мер при решении задачи стратегического сдерживания в дядерный период

С.Р. Цырендоржиев

В статье предложены основы методического подхода обоснования сдерживающего ущерба для предотвращения развязывания и эскалации военных конфликтов в дядерный период их развития. В отличие от известных в настоящее время подходов, величина сдерживающего ущерба ставится в зависимость как от необходимости обеспечения военной безопасности РФ, так и от психологических оценок величины этого ущерба противостоящей стороной. При этом величина сдерживающего ущерба соответствует уровню военной угрозы, т. е. «дозировается» и учитывает возможность снижения агрессивных намерений противостоящего субъекта военно-политических отношений по разрешению конфликта силовыми методами. Предлагаемый подход обеспечивает обоснование баланса военных и невоенных мер, при котором обеспечивается военная безопасность России на уровне не ниже заданного, стратегическую и военную стабильность в международных отношениях в зонах ее геополитических интересов.

сдерживающий ущерб; баланса военных и невоенных мер

Methodical approach justify the balance of military and non-military measures to solve the problem of strategic deterrence in the pre-nuclear period

S.R. Tsyrendorzhiev

In the article the basics methodical approach justify a restraining order to prevent damage to the outbreak and escalation of military conflicts in the pre-nuclear period of their development. In contrast to the currently known approaches, the deterrent value of the damage is conditioned both by the need to ensure the military security of the Russian Federation, and on estimates of the psychological damage that the opposing side. The proposed hike provides a justification for the balance of military and non-military measures, which will ensure the military security of Russia at a level not below a predetermined, strategic and military stability in international relations in the areas of its geopolitical interests.

chilling damage; balance of military and non-military measures

Подход к математической формализации задач обоснования требований к воздушным мишеням и оценки показателей степени адекватности имитации ими летательных объектов при испытаниях сложных систем вооружения

В.Г. Найденов, А.В. Бочкарев

В статье предложен новый подход к формализации задач обоснования требований к воздушным мишеням и оценки показателей степени адекватности имитации ими летательных объектов при испытаниях сложных систем вооружения, основанный на использовании математического аппарата функционального анализа. Это позволяет при решении задач такого типа представлять значения требований к мишеням и показателей их качества в виде точек в многомерных функцио-

нальных пространствах с метриками, значения которых могут характеризовать показатели степени сходства мишеней и целей. Данный подход может быть успешно применен для совершенствования научно-методического аппарата программно-целевого планирования развития средств мишенных комплексов полигонов, предназначенных для испытаний сложных систем вооружения.

система вооружения; воздушные мишени; вооружение, военная и специальная техника

Approach to the study of problems of formalization of requirements for air simulators and evaluation indicators of the degree of adequacy of simulation of flying objects for testing of complex weapons systems

V.G. Naydyonov, A.V. Bochkarev

This paper proposes a new approach to the study of problems of formalization of requirements for air simulators and evaluation indicators of the degree of adequacy of simulation of flying objects for testing of complex weapons systems based on the use of the mathematical apparatus of functional analysis. It allows at the solution of tasks of this type represent the values of requirements to simulators and indicators of their quality in the form of points in multidimensional space with the metrics, the values of which can characterize the parameters of similarity of targets and objectives. This approach can be successfully applied to improve the scientific and methodical apparatus program planning development of means the simulator's complexes intended for testing of complex weapons systems.

arms system; air simulators; samples weapons, military and special equipment

Обработка информации в мультисенсорных системах высокоточного оружия

М.С. Андрющенко, В.В. Степанов

В статье рассмотрены возможные пути построения систем обработки данных в зарубежных мультисенсорных системах обнару-

жения и наведения ВТО, в том числе, основные положения классификации вариантов реализации мультисенсорных систем с использованием технологии Sensor Data Fusion и формализованные оценки вероятностных характеристик обнаружения по правилу Демпстера. В качестве конкретного примера рассмотрено построение системы обнаружения кассетного боевого элемента PI SADARM.

высокоточное оружие; кассетный боевой элемент; мультисенсорные системы; обработка информации; теория свидетельств Демпстера-Шейфера; правило Демпстера

Multi-sensor Data Fusion Technology Applied to Precision Weapons

M.S. Andrushenko, V.V. Stepanov

This paper explores the possibility of applying Sensor Data Fusion technology to the development of precision weapons and smart missiles. This technology integrates information from multiple sensors and extracts tactical information to detect, track and destroy targets at any time, in any place and under all weather conditions. The paper explores the use of evidence theory and a method for combining multi-sensor observation by Dempster's rule. The article reviewed scheme and detection system design of PI SADARM smart missile.

precision weapons; smart missile; Multi-sensor Data Fusion; multiple sensors; Dempster-Shafer evidence theory; Dempster's rule

Применение программного средства Arena для имитационного моделирования стохастических сетевых графов

Г.А. Еланцев

В статье рассмотрен подход, основанный на имитационном моделировании стохастического сетевого графа, описывающего процесс разработки образца вооружения, военной и специальной техники, который позволяет определять статистическую функцию распределения продолжительности разработки.

сетевой граф; жизненный цикл; имитационное моделирование

Application of software arena for simulation of stochastic network graphs

G.A. Elantsev

The article describes an approach based on simulation of stochastic network graph that describes the process of developing models of weapons, military and special equipment, which allows to determine the statistical distribution function of the duration of the development.

network graph; life cycle; simulation

Многокритериальная оценка военной техники с использованием гибридной функции предпочтений на примере беспилотных летательных аппаратов

В.А. Несеров, В.А. Судаков, Б.В. Обносков

В работе рассматривается использование гибридной функции предпочтений для многокритериальной оценки образцов вооружений и военной техники. Предложенный метод формирования функций предпочтения, позволяет учесть зависимость по предпочтениям, не требует существенных затрат времени на построение пользователем функций предпочтений, работает с векторным критерием произвольной размерности. Пользователь выделяет в пространстве критериев непересекающиеся области. Для них задается строгое отношение предпочтения. В практических задачах ранжирования альтернатив часто несколько недоминируемых альтернатив попадают в одну область. В этом случае предлагается воспользоваться количественным методом сопоставления альтернатив внутри заданной области. Программная реализация гибридного метода анализа альтернатив в позволяет решать задачу выбора вооружений и военной техники в условиях ограниченных финансовых ресурсов.

военная техника; отношения доминирования; система поддержки принятия решений; векторный критерий;

качественные и количественные методы поддержки принятия решений; гибридная функция предпочтений; беспилотные летательные аппараты

Multi-criteria evaluation of military equipment with hybrid function preferences for example, unmanned aerial vehicles

V.A. Nesterov, V.A. Sudakov, B.V. Obnosov

In this paper describes how to use hybrid functions preferences for multicriteria evaluation models of arms and military equipment. The proposed method of formation of preference functions, allows you to take into account the dependence on preferences, does not require a significant investment of time to build the user preferences functions, works with vector criterion of arbitrary dimension. The user allocates space criteria disjoint regions. For them, given the strict preference relation. In practical problems of ranking alternatives often several non-dominated alternatives fall into one area. In this case, proposed to use a quantitative method of comparing alternatives in a given area. Software implementation of a hybrid method allows the analysis of alternatives to solve the problem of the choice of weapons and military equipment in conditions of limited financial resources.

military equipment; relationship of domination; decision-support system; vector criterion; qualitative and quantitative methods for decision support; hybrid function of preferences; unmanned aerial vehicles

Целевое планирование стратегических направлений развития технической системы радиационной, химической и биологической защиты войск и населения

A.E. Erin, A.S. Kozыrev

В статье рассмотрены вопросы совершенствования системы технических средств радиационной, химической и биологической защиты (РХБЗ) для выполнения задачи по защите личного состава войск и населения от оружия массового поражения. Предложен порядок формирования приоритетных направле-

ний развития образцов РХБЗ при разработке предложений в проекты Государственной программы вооружения (комплексных целевых программ).

оружие массового поражения; технические средства радиационной, химической и биологической защиты; военно-экономический эффект; целевое планирование

Target planning strategic directions development of a technical system of radiation, chemical and biological protection of troops and population

A.E. Erin, A.S. Kozыrev

The paper deals with improving the system of technical means of radiation, chemical and biological protection (NBC) for the task of protection of military personnel and the public from weapons of mass destruction. Proposed order of formation of the priorities of the samples NBC in developing the proposals in the draft state arms program, implemented through integrated programs.

weapons of mass destruction; technical means of radiation, chemical and biological protection; military and economic effect; target planning

Автоматизация процессов планирования развития техники радиоэлектронной борьбы

V.A. Orlov, D.M. Byvshich, Y.N. Yarygin

Излагаются результаты решения актуальной задачи автоматизации процессов планирования развития техники радиоэлектронной борьбы. Представлены основные расчетные и информационные задачи, решаемые в автоматизированном режиме при обосновании программных документов, а также структура базы данных.

автоматизированная система; государственная программа вооружения; техника радиоэлектронной борьбы

Automation of planning processes of the art electronic warfare

V.A. Orlov, D.M. Byvshich, Y.N. Yarygin

Results of the solution of an actual problem of automation of processes of planning of development of technology of electronic warfare are stated. The main settlement and information tasks solved in the automated mode at justification of program documents, and also structure of a database are presented.

automated system; state program of arms; technician of electronic warfare

К оценке трудоемкости разработки продукции военного назначения

А.Г. Подольский, А.А. Косенко

Показана необходимость формирования принципов обоснования трудоемкости разработки продукции военного назначения. Изложены суть и содержание принципов, которыми при этом целесообразно руководствоваться.

продукция военного назначения; бюджетные средства; программное мероприятие; задание; трудоемкость; подсистема; элемент

To assess the complexity of the development of military products

A.G. Podolskiy, A.A. Kosenko

The necessity of formation of the principles of justification of the complexity of the development of military products. The essence and content of the principles that it is expedient to follow.

military products; budgetary resources; software; event; job; labor; subsystem; element

Анализ проблемных вопросов функционирования Центров материально-технического обеспечения военных округов (флотов) Министерства обороны Российской Федерации

А.В. Бычков, А.Х. Курбанов

В настоящее время обеспечение потребителей Министерства обороны Российской Федерации вооружением, военной и специальной техникой, материальными средствами осуществляется через Центры материально-технического обеспечения военных округов. В работе определены и рассмотрены основные проблемные вопросы их функционирования, предложены практические рекомендации повышения эффективности логистических процессов, связанных с обеспечением военных потребителей материальными средствами.

вооруженные силы; логистика; материально-техническое обеспечение; центр материально-технического обеспечения

Analysis of problematic issues functioning of the center of logistics military districts (fleets) of the Ministry of Defence of the Russian Federation

A.V. Bychkov, A.H. Kurbanov

Currently providing consumers with the Ministry of Defence of the Russian Federation weapons, military and special equipment, material resources through centers logistical military districts. The paper identified and dealt with major issues of their operation, practical recommendations increase the efficiency of logistics processes related to the provision of military materiel consumers.

armed forces; logistics; logistics; center logistics

Правила представления авторами рукописей

1. Для опубликования в журнале «Вооружение и экономика» (далее – Журнал) принимаются научные статьи и рецензии преимущественно по тематике военно-технической политики, экономики военного строительства, программно-целевого планирования вооружения, военной и специальной техники и государственного оборонного заказа, экономической и военно-экономической безопасности, военных финансов, военно-социальной политики, правовых основ экономики военного строительства, подготовки научных кадров.

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

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

20.01.07 – Военная экономика, оборонно-промышленный потенциал;

08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством;

08.00.10 – Финансы, денежное обращение и кредит;

20.02.03 – Военное право, военные проблемы международного права;

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

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

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

Рассмотрение статьи начинается с момента получения полного комплекта материалов

в электронном виде. Принятие окончательного решения об опубликовании возможно не ранее получения оригиналов прилагаемых документов.

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

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

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

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

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

Каждая иллюстрация должна быть вставлена в виде отдельного объекта «изображение» («рисунок») в одном из общепринятых растровых графических форматов (JPEG, TIFF, BMP, GIF, PNG). Рекомендуется формат GIF с прозрачным фоном. Размер каждой иллюстрации не должен превышать 800x600 точек. Допускается приложение отдельных файлов, содержащих включенные в статью иллюстра-

ции. Подпись к рисунку не должна быть включена в рисунок.

Не рекомендуется применять сложное оформление таблиц: разнообразное обрамление, объединение и разбиение ячеек и т. п. В случае необходимости их использования таблицу рекомендуется оформлять в виде рисунка.

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

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

4. Статья должна оканчиваться списком использованных источников, в котором указываются только авторские произведения, подлежащие включению в систему Российского индекса научного цитирования (более подробную информацию о данной системе см. на сайте Электронной научной библиотеки: <http://www.elibrary.ru>). Список оформляется в соответствии с «ГОСТ Р 7.0.5-2008. Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления». Образцы оформления библиографических ссылок в соответствии с упомя-

нутым стандартом приведены [на сайте Журнала](#).

5. К рукописи должны быть приложены в отдельных файлах:

- заполненная карточка статьи по приведенной ниже форме;
- заполненная карточка автора (если авторов несколько, составляется на каждого автора) по приведенной ниже форме;
- заключение комиссии о возможности открытого опубликования статьи, утвержденное и заверенное печатью организации. В состав комиссии должен входить представитель службы защиты государственной тайны;
- фотография автора (авторов) в одном из общепринятых графических форматов: портретная, без посторонних людей в кадре, размер фотографии не менее 300 пикселей по горизонтали и 400 пикселей по вертикали (представляется по желанию);
- два экземпляра договора между издателем электронного научного журнала «Вооружение и экономика» и автором (авторами), подписанных авторами. Если авторы не желают заключать договор в письменной форме, то договор на тех же условиях считается заключенным в устной форме. Направляя на адрес редакционной коллегии рукопись, автор тем самым соглашается с условиями данного договора;
- документ об оплате рецензирования статьи (см. [Порядок рецензирования рукописей](#)).

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

Порядок рецензирования рукописей

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

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

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

Способы оплаты:

- наличными по месту нахождения Академии проблем военной экономики и финансов по квитанции установленного образца;
- безналичным переводом на банковский счет со следующими реквизитами:

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

ИНН 7716161379.

Р/с 40703810538050100402 в Московском банке Сбербанка РФ.

БИК 044525225.

Кор./счет 3010181040000000225.

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

4. В течение недели с момента получения рукописи и прилагаемых материалов, оформленных в соответствии с требованиями Пра-

вил 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 одного месяца с момента поступления к нему рукописи. Если по каким-либо причинам рецензент не в состоянии провести экспертную оценку рукописи в установленный срок, он должен сообщить об этом главному редактору (заместителю главного редактора). Главный редактор (заместитель главного редактора) в этом случае вправе продлить рецензирования работы на срок до одного месяца либо передать рукопись на рецензирование другому рецензенту.

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

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

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

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

Рецензии представляются редакцией по запросам Минобрнауки России.

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

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

редакционной коллегии производится не раньше, чем по истечении срока, указанного в п. 9 настоящего Порядка.

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

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

Карточка статьи

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

[Карточка статьи.doc](#)

Карточка автора

Фамилия	
Имя	
Отчество ^{*)}	
Ученая степень ^{*)}	
Ученое звание ^{*)}	
Место работы	
Должность	
Контактный телефон	
Адрес электронной почты	
SPIN-код ^{*)}	
Дополнительная информация ^{**)}	

^{*)} При наличии.

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

[Карточка автора.doc](#)

Условия подписки на полнотекстовую версию

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