

Особенности методологии формирования научно-технического задела в области создания радиолокационных систем и средств

Е.М. Ильин, А.П. Чмыхун, А.И. Полубехин,
С.Г. Брайткрайц, А.Д. Юрин, Е.А. Старожук

В статье рассмотрены особенности формирования научно-технологического задела в области радиолокационного вооружения и разработаны предложения в научно-методический аппарат, обеспечивающий формирование рационального варианта научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию радиолокационных технологий в условиях финансовых ограничений.

Ключевые слова: радиолокационные системы, радиолокационные технологии, радиолокационная станция, научно-методический аппарат.

1. Введение

Достижение геополитических целей России и обеспечение ее национальной безопасности возможно лишь при условии упреждающего развития технических систем, когда создаваемые образцы вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) по своим характеристикам не только соответствуют уровню лучших мировых аналогов, но и превышают их. При этом наиболее жесткие требования предъявляются к техническим системам двойного назначения, значительное место среди которых занимают радиолокационные средства, системы и комплексы – один из важнейших источников надежной информации.

Требования к радиолокационным системам (РЛС) непрерывно возрастают. Это обусловлено, с одной стороны, постоянным совершенствованием характеристик вооружения и военной техники (наземного, воздушного и космического базирования), в том числе и средств воздушно-космического нападения (СВКН), а с другой стороны – появлением новых задач, которые могут решаться методами радиолокации [1–6].

Поэтому проблема создания максимально информативных, помехоустойчивых, скрытных и живучих образцов радиолокационной техники военного назначения – радиолокационного вооружения (РЛВ), является важнейшей задачей современной отечественной радиопромышленности и Минобороны России.

В статье под радиолокационным вооружением понимается совокупность радиолокационных средств, систем и комплексов наземного (морского), воздушного или космического базирования, обеспечивающих решение боевых задач на основе радиотехнических методов.

2. Общие положения

Военно-политическая обстановка в мире в настоящее время и тенденции ее развития в ближайшей и среднесрочной перспективе (до 2020...2025 гг.) характеризуются возможностью втягивания Российской Федерации в локальные войны и вооруженные конфликты по всему периметру её государственной границы. При этом любой конфликт или локальная война могут перерасти в региональную, а при определённых условиях – в крупномасштабную войну. В сложившихся геополитических и социально-экономических условиях переход на инновационный тип развития ВВСТ, предусматривающий упреждающее создание необходимого научно-технологического задела, может стать одним из ключевых факторов обеспечения национальной безопасности Российской Федерации.

Поэтому основной курс в разработках отечественного РЛВ целесообразно ориентировать на создание критически важных и прорывных радиолокационных технологий (РЛТ) межвидового назначения. Под критической военной радиолокационной технологией понимается технология, обеспечивающая решение РЛС новых задач, существенный прирост тактико-технических характеристик, значительное снижение затрат на их эксплуатацию [7].

В настоящее время разработка военных радиолокационных технологий для оборонных целей ведётся в основном по заказам Минобороны России в рамках Программы развития базовых военных технологий, позиционируемой в ГПВ как 10-я Программа вооружения (10-я ПВ). В существующей редакции 10-й ПВ исследования в области радиолокации структурируются следующим образом:

- исследования и разработки в области генерирования, излучения и приёма радиолокационных сигналов;
- исследования и разработки в области обработки радиолокационной информации;
- исследования и разработки в области обеспечения живучести и защиты РЛС от внешних воздействий и поражающих факторов;
- исследования и разработки в области совершенствования РЛС на базе нетрадиционных методов радиолокации и разнопланового подхода к их построению.

Проведение данных исследований предусматривает выполнение комплекса взаимоувязанных мероприятий по решению наиболее проблемных вопросов по соответствующим направлениям. Реализация таких мероприятий, как правило, стоит дорого, и даже за рубежом ассигнования, выделяемые на их проведение, не всегда способны обеспечить возможности развития всего предлагаемого промышленностью спектра научно-технологических направлений.

Поэтому при обосновании рационального варианта научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) по каждому направлению необходимо использовать специализированный научно-методический аппарат, учитывающий особенности соответствующей области ВВСТ.

3. Предложения в научно-методический аппарат формирования перечня критических радиолокационных технологий

Обоснование рационального варианта НИОКР должно осуществляться в обеспечение создания критических радиолокационных технологий. В самом общем виде данная задача может быть сформулирована следующим образом – необходимо разработать методику, позволяющую выделить из всего множества допустимых вариантов действий (предложений) по созданию критических военных радиолокационных технологий некоторую комбинацию

НИОКР, максимизирующую суммарную эффективность при ограничениях на выделяемые ассигнования.

Анализ существующего научно-методического аппарата показывает, что используемые в настоящее время подходы и методики не позволяют в полной мере качественно обосновывать приоритетные перечни радиолокационных технологий [8]. Это обусловлено тем, что методики определения приоритетного ряда радиолокационных технологий, разработанные видовыми научно-исследовательскими организациями Минобороны России, используются, как правило, применительно к конкретным, уже существующим РЛС (группировкам РЛС).

Существующая методология, положенная в основу выбора критических военных технологий, не может непосредственно быть использована из-за отсутствия обобщённых критериев, учитывающих проблематику выбора всего спектра самых разнообразных радиолокационных технологий. Следовательно, необходимо разработать такой состав критериев, которые были бы приемлемы для всего многообразия РЛТ независимо от их конкретных числовых значений и в то же время были связаны с обобщёнными характеристиками РЛВ и его составными элементами (т.е. отражали тактические и технические характеристики РЛВ).

Классическое представление тактических (дальность обнаружения цели с заданной эффективной площадью рассеивания, разрешающая способность по дальности, азимуту, углу места, коэффициент подавления пассивных помех и др.) и технических характеристик (длина волны, средняя мощность сигнала, ширина полосы спектра сигнала, длительность радиоимпульса и др.) в данном случае использовать нецелесообразно. Это обусловлено тем, что радиолокационные технологии в статье рассматриваются как самостоятельный объект, направленный на создание необходимого научно-технического задела для РЛВ, облик которого и, соответственно, его характеристики еще не определены, но могут изменяться в очень широких пределах (например, по используемому диапазону длин волн). Необходимо формирование и применение обобщенной качественной совокупности характеристик (критериев).

В статье под тактическими характеристиками (критериями) условно понимается обобщенная совокупность основных направлений повышения боевых возможностей радиолокационного вооружения (информативность, помехозащищенность, живучесть, степень автоматизации и т.д.).

Под техническими характеристиками (критериями) условно понимаются параметры, характеризующие функционирование основных элементов (блоков) образцов РЛВ, описываемых структурной функционально-технологической схемой (СФТС) единой межвидовой радиолокационной станции.

Исходя из анализа основных недостатков существующего научно-методического аппарата [7–9] и предложенной совокупности критериев, разрабатываемая методология должна содержать:

- методику оценки соответствия радиолокационных технологий перечню базовых и критических военных технологий до 2025 г. (одобрен ВПК при Правительстве РФ 24 сентября 2013 г.);
- методику оценки степени влияния радиолокационных технологий на тактические характеристики радиолокационного вооружения;
- методику оценки степени влияния радиолокационных технологий на технические характеристики РЛВ;
- методику формирования перечня критических военных радиолокационных технологий.

Сущность методики оценки соответствия радиолокационных технологий перечню базовых и критических военных технологий заключается в выявлении из общей совокупности радиолокационных технологий, полученных путём анкетирования предприятий промышленности, тех технологий, которые направлены на развитие критических военных технологий. Основными этапами методики являются:

- формирование массива исходных данных;

- проведение экспертного опроса;
- оценка соответствия радиолокационных технологий перечню базовых и критических военных технологий.

Сущность методики оценки степени влияния радиолокационных технологий на тактические характеристики радиолокационного вооружения заключается в определении важности радиолокационных технологий для повышения тактических характеристик перспективного радиолокационного вооружения. Для этого с использованием исходных данных, включающих возможные сценарии вооружённых конфликтов, выбранные тактические характеристики (информативность, помехозащищённость, живучесть, степень автоматизации и т.д.) и анализируемые радиолокационные технологии, проводится анкетирование экспертной группы. По результатам анкетирования методом попарного сравнения определяется значимость каждого вооруженного конфликта с точки зрения безопасности государства. Далее, учитывая полученные оценки, определяется вклад тактических характеристик радиолокационного вооружения в каждый из рассматриваемых вооружённых конфликтов. С учётом полученных оценок аналогичным образом определяется степень влияния радиолокационных технологий на используемые тактические характеристики.

В результате последовательного выполнения этапов предлагаемой методики формируется перечень радиолокационных технологий, ранжированный по важности для используемых тактических характеристик РЛВ.

Сущность методики оценки степени влияния радиолокационных технологий на технические характеристики РЛВ заключается в определении важности радиолокационных технологий с точки зрения повышения технических характеристик перспективных образцов радиолокационного вооружения. В качестве исходных данных используются множество структурных функционально-технических схем (СФТС) РЛС и множество радиолокационных технологий. На основе полученных исходных данных формируется единая СФТС радиолокационной станции, независимо от ее видовой принадлежности, места базирования и функционального назначения. Затем определяется относительная важность каждого элемента полученной схемы и определяется соответствие между радиолокационными технологиями и элементами СФТС. Далее осуществляется экспертная оценка важности соответствующих радиолокационных технологий для определенных элементов СФТС, для чего используется модифицированный метод анализа иерархий.

В результате последовательного выполнения этапов данной методики формируется перечень радиолокационных технологий, ранжированный по степени влияния на выбранные в работе технические характеристики радиолокационного вооружения.

Сущность методики формирования перечня критических военных радиолокационных технологий заключается в формировании обобщенного перечня радиолокационных технологий, с учетом их важности для тактических и технических характеристик радиолокационного вооружения с целью организации их первоочередной разработки в рамках 10-й ПВ.

Методика предусматривает объединение оценок радиолокационных технологий, полученных по тактическому и техническому критериям. Затем определяются важности данных критериев и формируется взвешенная матрица. С использованием полученной матрицы на основе метода TOPSIS осуществляется определение важности радиолокационных технологий для повышения тактико-технических характеристик перспективного РЛВ. Основная идея разрабатываемой методики сводится к тому, что в пространстве критериев определяется точка, соответствующая лучшим оценкам по всем критериям (так называемое «идеальное решение») и точка с худшими оценками по всем критериям – «отрицательный идеал». В качестве решения выбирается технология, оценки которой находятся на минимальном расстоянии от «идеального решения» и наиболее удалены от «отрицательного идеала».

Отнесение технологий к разряду критических осуществляется после ранжирования радиолокационных технологий по мере убывания значения важности радиолокационных технологий для повышения тактико-технических характеристик перспективного РЛВ. Затем

экспертным путем определяется граничное значение важности и все технологии, важность которых больше этого значения, считаются критическими, а остальные – кандидатами в критические.

4. Предложения по формированию рациональной совокупности НИОКР в обеспечение перечня критических радиолокационных технологий

На первом этапе решения задачи формирования рациональной совокупности НИОКР используется подход, разработанный в [10] и базирующийся на экспертных методах.

Исходной информацией для экспертов является перечень критических радиолокационных технологий и множество НИОКР по их созданию.

По результатам опроса каждого u -го эксперта формируется матрица соответствия НИОКР перечню критических военных РЛТ:

$$Y_u = [y_{iru}], \quad (1)$$

где y_{iru} – оценка u -го эксперта о соответствии i -й НИОКР r -й критической военной радиолокационной технологии,

$$y_{iru} = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-я НИОКР соответствует (направлена на развитие) } r\text{-й} \\ & \text{критической радиолокационной технологии;} \\ 0 & \text{иначе.} \end{cases}$$

По результатам экспертного опроса каждой технологии ставится в соответствие определенный набор НИОКР.

На следующем этапе определяется комбинация НИОКР, максимизирующая суммарную эффективность при ограничениях на выделяемые ассигнования.

Для определения комбинации НИОКР, максимизирующей суммарную эффективность, необходимо иметь соответствующий набор критериев для их оценок.

В качестве наиболее целесообразных критериев для комплексной оценки приоритетности НИОКР предлагается использовать следующие:

- изменение уровня развития технологии после проведения НИОКР;
- круг потенциальных потребителей результатов НИОКР;
- ожидаемые сроки реализации НИОКР;
- дублирование направлений исследований и результатов.

Поясним смысл критерия «изменение уровня развития технологии после проведения НИОКР», остальные критерии являются вполне понятными и не требуют дополнительных разъяснений.

В практике программно-целевого планирования технологий используется понятие «уровня готовности технологии» [9, 11]. В соответствии с этим понятием используется градация зрелости технологий. Интерпретация данной градации применительно к критическим военным РЛТ представлена в табл. 1.

Анализ данных табл. 1 показывает, что изменение между градациями TRL по сути отражает изменение уровня развития технологии.

Система показателей для комплексной оценки приоритетности НИОКР с учётом вышеизложенного представлена в табл. 2.

Определение важности НИОКР с использованием представленной системы показателей не представляет особого труда и может быть выполнено на основе процедур, предложенных в [8].

Для выбора рациональной совокупности НИОКР по созданию критических РЛТ в условиях ограниченного финансирования можно использовать точные и приближенные методы. Точные методы (полный перебор, метод ветвей и границ и др.) позволяют найти наилучшее решение, но требуют перебора большого количества вариантов. Кроме того, возможен состав исходных данных, при котором метод ветвей и границ и другие точные методы сводятся к полному перебору, что делает нецелесообразным применение этих методов при большой размерности исходной задачи (размерность данной задачи оценивается значениями r, m).

В подтверждение данного обстоятельства произведем оценку алгоритмической сложности решения задачи обоснования программных мероприятий по созданию критических военных РЛТ методом полного перебора. В общем случае количество вариантов решения данной задачи рассчитывается по формуле $Q_1 = 2^{rm}$.

Таблица 1. Возможные градации уровня зрелости критических радиолокационных технологий

	Уровни готовности (зрелости) критических военных радиолокационных технологий								
	Первый уровень готовности (TRL1)	Второй уровень готовности (TRL2)	Третий уровень готовности (TRL3)	Четвертый уровень готовности (TRL4)	Пятый уровень готовности (TRL5)	Шестой уровень готовности (TRL6)	Седьмой уровень готовности (TRL7)	Восьмой уровень готовности (TRL8)	Девятый уровень готовности (TRL9)
Состояние разработки технологий	Проводятся исследования новых явлений, законов, физико-химических эффектов и закономерностей	Оценивается возможность создания новой технологии. Теоретические и компьютерные исследования	Технология находится на стадии разработки. Проводятся аналитические, экспериментальные (лабораторные) исследования элементов критической военной РЛТ. Концепция технологии определена	Критическая РЛТ подходит к стадии разработки. Проводятся исследования по созданию в лабораторных условиях макетов и проверка их работоспособности	Критическая РЛТ готова для использования в экспериментальных образцах. Положения концепции технологии подтверждены	Критическая РЛТ готова для испытаний в эксп. образцах. Проводятся испытания эксп. образца в лабораторных условиях, близких к реальным	Критическая РЛТ испытана на экспериментальных образцах и готова для внедрения в образцы РЛВ. Концепция технологии продемонстрирована. Эксп. образец РЛВ на базе технологии создан	Критическая РЛТ (типовые подсистемы, модули и блоки) испытана в реальных условиях и готова для широкого применения. Опытный образец РЛВ на базе технологии создан	Критическая военная РЛТ практически испытана и используется в образцах РЛВ. Образец РЛВ
Стадия разработки технологии	Фундаментальные исследования	Поисковые исследования	Прикладные исследования					ОКР	
Технологический риск	Абсолютно высокий	Чрезвычайно высокий	Очень высокий		Высокий		Средний	Низкий	Очень низкий
Стоимостной множитель	$\alpha_1 = 3.7$	$\alpha_2 = 3.1$	$\alpha_3 = 2.57$	$\alpha_4 = 2.02$	$\alpha_5 = 1.94$	$\alpha_6 = 1.74$	$\alpha_7 = 1.47$	$\alpha_8 = 1.21$	$\alpha_9 = 1$
Затраты на развитие технологий	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9

Таблица 2. Система показателей для комплексной оценки приоритетности НИОКР

№ п/п	Показатель оценки НИР	Вербальное описание оценок	Вербально-числовая шкала
1	Изменение уровня развития технологии после проведения НИОКР	изменение <i>TRL</i> на более чем пять градаций	3
		изменение <i>TRL</i> на пять градаций	2
		изменение <i>TRL</i> на три градации	1
2	Круг потенциальных потребителей результатов НИОКР	в результатах НИОКР заинтересованы все виды ВС, а также гражданские организации	3
		в результатах НИОКР заинтересованы несколько видов ВС (родов войск)	2
		в результатах НИОКР заинтересован один вид ВС (род войск)	1
3	Ожидаемые сроки реализации НИОКР	НИОКР со сроками реализации результатов от 1 до 3 лет	3
		НИОКР со сроками реализации результатов от 4 до 6 лет	2
		НИОКР со сроками реализации результатов более 6 лет	1
4	Дублирование направлений исследований и результатов НИОКР	не дублирует ранее проведенные исследования	3
		частичное дублирование ранее проведенных исследований	2
		дублирует ранее проведенные исследования	1

В табл. 3 представлены результаты оценки трудоемкости решения поставленной задачи для $r=1 \dots 10$ и $m=1 \dots 10$.

Таблица 3. Результаты оценки трудоемкости решения поставленной задачи

$\begin{matrix} m \\ r \end{matrix}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024
2	4	16	64	256	1024	4096	16384	65536	262144	1048576
3	8	64	512	4096	32768	262144	2097152	16777216	$1.34 \cdot 10^8$	$1.07 \cdot 10^9$
4	16	256	4096	65536	1048576	16777216	$2.68 \cdot 10^8$	$4.29 \cdot 10^9$	$6.87 \cdot 10^{10}$	$1.1 \cdot 10^{12}$
5	32	1024	32768	1048576	33554432	$1.07 \cdot 10^9$	$3.44 \cdot 10^{10}$	$1.1 \cdot 10^{12}$	$3.52 \cdot 10^{13}$	$1.13 \cdot 10^{15}$
6	64	4096	262144	16777216	$1.07 \cdot 10^9$	$6.87 \cdot 10^{10}$	$4.4 \cdot 10^{12}$	$2.81 \cdot 10^{14}$	$1.8 \cdot 10^{16}$	$1.15 \cdot 10^{18}$
7	128	16384	2097152	$2.68 \cdot 10^8$	$3.44 \cdot 10^{10}$	$4.4 \cdot 10^{12}$	$5.63 \cdot 10^{14}$	$7.21 \cdot 10^{16}$	$9.22 \cdot 10^{18}$	$1.18 \cdot 10^{21}$
8	256	65536	16777216	$4.29 \cdot 10^9$	$1.1 \cdot 10^{12}$	$2.81 \cdot 10^{14}$	$7.21 \cdot 10^{16}$	$1.84 \cdot 10^{19}$	$4.72 \cdot 10^{21}$	$1.21 \cdot 10^{24}$
9	512	262144	$1.34 \cdot 10^8$	$6.87 \cdot 10^{10}$	$3.52 \cdot 10^{13}$	$1.8 \cdot 10^{16}$	$9.22 \cdot 10^{18}$	$4.72 \cdot 10^{21}$	$2.42 \cdot 10^{24}$	$1.24 \cdot 10^{27}$
10	1024	1048576	$1.07 \cdot 10^9$	$1.1 \cdot 10^{12}$	$1.13 \cdot 10^{15}$	$1.15 \cdot 10^{18}$	$1.18 \cdot 10^{21}$	$1.21 \cdot 10^{24}$	$1.24 \cdot 10^{27}$	$1.27 \cdot 10^{30}$

В табл. 4 представлены результаты оценки временных затрат решения поставленной задачи, полученные на основе данных из табл. 3 при условии, что на формирование и анализ одного варианта решения отводится 10 секунд. Затраты на решение задачи в табл. 4 приведены в часах.

Таблица 4. Результаты оценки затрат времени на решение задачи

$\begin{matrix} m \\ n \end{matrix}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.006	0.11	0.022	0.044	0.009	0.18	0.36	0.71	1.42	2.85
2	0.11	0.044	0.18	0.71	2.85	11.4	45.5	182.2	728.8	$2.91 \cdot 10^3$
3	0.022	0.18	1.42	11.4	91.1	728.8	$5.83 \cdot 10^3$	$4.66 \cdot 10^4$	$3.72 \cdot 10^5$	$2.97 \cdot 10^6$
4	0.047	0.71	11.4	182.2	$2.91 \cdot 10^3$	$4.66 \cdot 10^4$	$7.44 \cdot 10^5$	$11.92 \cdot 10^6$	$19.1 \cdot 10^7$	$3.06 \cdot 10^9$
5	0.09	2.85	91.1	$2.91 \cdot 10^3$	$9.32 \cdot 10^4$	$2.97 \cdot 10^6$	$9.56 \cdot 10^7$	$3.06 \cdot 10^9$	$9.78 \cdot 10^{10}$	$3.14 \cdot 10^{12}$
6	0.18	11.4	728.8	$4.66 \cdot 10^4$	$2.97 \cdot 10^6$	$1.91 \cdot 10^7$	$12.23 \cdot 10^9$	$7.81 \cdot 10^{11}$	$5.00 \cdot 10^{13}$	$3.19 \cdot 10^{15}$
7	0.36	45.5	$5.83 \cdot 10^3$	$7.44 \cdot 10^5$	$9.56 \cdot 10^7$	$12.23 \cdot 10^9$	$15.65 \cdot 10^{11}$	$20.04 \cdot 10^{13}$	$2.56 \cdot 10^{15}$	$3.28 \cdot 10^{18}$
8	0.71	182.2	$4.66 \cdot 10^4$	$11.92 \cdot 10^6$	$3.06 \cdot 10^9$	$7.81 \cdot 10^{11}$	$20.04 \cdot 10^{13}$	$5.11 \cdot 10^{16}$	$1.31 \cdot 10^{18}$	$3.36 \cdot 10^{21}$
9	1.42	728.7	$3.72 \cdot 10^5$	$1.91 \cdot 10^7$	$9.78 \cdot 10^{10}$	$5.0 \cdot 10^{13}$	$2.56 \cdot 10^{15}$	$1.31 \cdot 10^{18}$	$6.72 \cdot 10^{21}$	$3.44 \cdot 10^{24}$
10	2.84	$2.91 \cdot 10^3$	$2.97 \cdot 10^6$	$3.06 \cdot 10^9$	$3.14 \cdot 10^{12}$	$3.19 \cdot 10^{15}$	$3.28 \cdot 10^{18}$	$3.36 \cdot 10^{21}$	$3.44 \cdot 10^{24}$	$3.53 \cdot 10^{27}$

Анализ результатов, представленных в табл. 4, позволяет сделать вывод, что решение задачи методом полного перебора при больших размерностях исходных данных займет недопустимо большой промежуток времени. Так, поиск решения за время менее 1000 часов возможен только для размерности исходных данных, соответствующей закрашенным ячейкам в табл. 4. Следовательно, необходимо искать другие методы решения задачи, которые позволят находить решение для задач больших размерностей в приемлемые сроки.

Для решения задачи формирования программных мероприятий по созданию критических радиолокационных технологий может использоваться подход, основанный на методе максимального элемента [12], обеспечивающий на основе отбора наиболее важных критических радиолокационных технологий формирование программных мероприятий по их созданию, удовлетворяющих заданным финансовым ограничениям.

При наличии упорядоченного по важности перечня критических радиолокационных технологий указанная задача сводится к отбору критических РЛТ, имеющих наибольшее значение W_r , и формированию состава программных мероприятий только по разработке этих технологий путем постановки наиболее важных НИОКР (W_i) по каждой технологии в рамках выделенных ассигнований.

В этом случае значение целевой функции определяется как:

$$\Pi(X) = \sum_{i=1}^I \sum_{r=1}^R x_{ir} W_i W_r \rightarrow \max, \text{ при } C(X) = \sum_{i=1}^I \sum_{r=1}^R C_{ir} \leq C^{(\text{доп})}. \quad (3)$$

В результате определения целевой функции определяется искомая комбинация мероприятий по созданию критических военных РЛТ (X_{ir}^{raz}), обеспечивающая в случае их выполнения на плановом периоде повышение тактико-технических характеристик перспективного РЛВ:

$$M : X^{raz} = \max_{X \in X^{(\text{доп})}} \Pi(X). \quad (4)$$

Разработанная методика позволяет из всего множества поступивших предложений по созданию критических военных радиолокационных технологий сформировать наиболее приоритетную совокупность мероприятий по их созданию, максимизирующую суммарную эффективность при заданных объемах финансирования 10-й Программы вооружения.

5. Заключение

В работе сформированы предложения в научно-методический аппарат формирования научно-технического задела по созданию радиолокационного вооружения, позволяющие из всего множества поступивших предложений по созданию критических радиолокационных технологий сформировать наиболее приоритетную совокупность мероприятий по их созданию, максимизирующую суммарную эффективность при заданных объемах финансирования государственной программы вооружения.

Литература

1. *Зиновьев А.В.* Обобщенный анализ применения средств воздушного нападения ОВС НАТО при проведении военной операции в Югославии «Решительная сила» и в других локальных войнах в 1990-х годах: учебное пособие. Саратов: СГТУ, 2003.
2. *Лавренов С.Я.* Война XXI века: Стратегия и вооружение США. М.: ООО «Издательство АСТ», 2005.
3. *Зиновьев А.В.* Обобщенный анализ применения средств воздушного нападения ОВС НАТО при проведении военной операции в Югославии «Решительная сила» и в других локальных войнах в 1990-х годах: учебное пособие. Саратов: СГТУ, 2003.
4. Современное вооружение в войне / под ред. В.В. Панова, С.М. Прядилова. М.: Вооружение. Политика. Конверсия, 1994.
5. Средства воздушного нападения зарубежных стран: программы развития высокоточного оружия: аналитический обзор по материалам открытой печати / под ред. Б.Ф. Чельцова, С.В. Ягольников. 2 ЦНИИ МО РФ. 2003.
6. *Корляков В.В.* Радиолокация на современном этапе. ВКО. № 6. 2006.
7. *Ивлев А.А., Николаев А.И., Макуха В.С., Полубехин А.И.* Возможная методика определения перечня критических радиолокационных технологий. Радиооптические технологии в приборостроении. Тезисы докладов IV научно-технической конференции. М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2007.
8. *Полубехин А.И.* Методический подход к программно-целевому планированию развития радиолокационных технологий, используемых при создании перспективных образцов вооружения и военной техники. 46 ЦНИИ МО РФ. сборник трудов молодых ученых. 2009.
9. *Буренок В.М., Ивлев А.А., Корчак В.Ю.* Программно-целевое планирование и управление созданием научно-технического задела для перспективного и нетрадиционного вооружения. М.: Издательский дом «Граница». 2007.
10. *Саати Т.* Принятие решений. Метод анализа иерархий: пер. с англ. М.: Радио и связь, 1989.
11. *Буренок В.М., Ивлев А.А., Корчак В.Ю.* Развитие военных технологий XXI века: проблемы, планирование, реализация. Тверь.: Изд. ООО «Купол». 2009.
12. *Берзин Е.А.* Оптимальное распределение ресурсов и элементы синтеза систем. М.: Советское радио, 1974.

Статья поступила в редакцию 13.03.2015

Ильин Евгений Михайлович

д.ф.-м.н., профессор, ведущий аналитик инновационного технологического центра МГТУ им. Н.Э. Баумана (105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1), тел. 8(499) 263-68-46, e-mail: evgil45@mail.ru

Чмыхун Александр Петрович

к.т.н., главный инженер Управления перспективных межвидовых исследований и специальных проектов (119160, г. Москва, Москворецкая наб., д. 9а), тел. 8(495) 696-00-63.

Полубехин Александр Иванович

к.т.н., руководитель инновационного технологического центра МГТУ им. Н.Э. Баумана (105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1), тел. 8(499) 263-68-46, e-mail: polub1980@mail.ru

Брайткрайц Сергей Гариевич

д.т.н., старший научный сотрудник инновационного технологического центра МГТУ им. Н.Э. Баумана (105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1), тел. 8(499) 263-68-46, e-mail: braitkrait_e@mail.ru

Юрин Александр Дмитриевич

к.т.н., доцент, старший научный сотрудник инновационного технологического центра МГТУ им. Н.Э. Баумана (105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1), тел. 8(499) 263-68-46, e-mail: yurin.mstu@gmail.com

Старожук Евгений Андреевич

к.э.н., проректор по экономике и инновациям МГТУ им. Н.Э. Баумана (105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1), e-mail: estarozhuk@yandex.ru

Details of methodology of forming scientific-technology reserve in radar systems area

**Eugene M. Il'yin, Alexander P. Chmyhun, Alexander I. Polubekhin,
Sergey G. Braytkrayts, Alexander D. Yurin, Eugene A. Starozhuk**

This article is devoted to details of scientific technology reserve in radar armament area and methodology of its forming. Proposals for creation of rational version of scientific research staff are presented, taking into account financial constraints.

Keywords: radar technology, radar station, scientific-methodological system.