

С.С. Смирнов, кандидат технических наук, доцент

В.Л. Лясковский, доктор технических наук, профессор

Д.В. Нестеров

Методика формирования программных мероприятий по созданию технологий и образцов оружия направленной энергии с учетом угроз безопасности Российской Федерации в военно-технической сфере

В статье предложен обобщенный алгоритм формирования предложений в программные документы по созданию технологий и образцов оружия направленной энергии с учетом угроз безопасности Российской Федерации в военно-технической сфере в условиях технологических и экономических ограничений.

Современные геополитические и геостратегические условия, состояние отечественной экономики, осложнение международных и обострение межнациональных отношений, развитие вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) ведущих зарубежных стран создают широкий спектр угроз безопасности Российской Федерации в военно-технической сфере [1].

Угроза безопасности в военно-технической сфере – направление развития средств вооруженной борьбы и военных технологий вероятного противника, которые являются критическими для обеспечения обороны и безопасности государства [2].

Обоснованное и своевременное выявление таких угроз, определение их сущности и содержания, прогнозирование возможностей возникновения угроз на ближайшую и длительную перспективу с выделением наиболее вероятных и опасных, а также формирование мер парирования данных угроз является необходимым условием для выработки рациональной военно-технической политики государства.

Одним из принципиально новых видов вооружения, способным обеспечить парирование ряда угроз безопасности Российской Федерации в военно-технической сфере, качественно повысить уровень решения существующих и перспективных задач Вооруженных Сил Российской Федерации (ВС РФ), может стать оружие направленной энергии (ОНЭ).

Необходимость создания образцов ОНЭ обусловлена двумя основными и неразрывно связанными между собой факторами. Во-первых (внешний фактор), ОНЭ на современном этапе развития системы вооружения ВС РФ может стать одним из главных «инструментов» поддержания военно-стратегического паритета в мире. Во-вторых (внутренний фактор), ОНЭ позволяет решать многие (в том числе перспективные) задачи ВС РФ, которые выполняются недостаточно эффективно (а некоторые из них и вовсе не выполняются) с использованием только традиционного ВВСТ. Поэтому роль ОНЭ в составе существующей и, особенно, перспективной системы вооружения будет непрерывно возрастать. Возрастают объемы и перечень задач системы вооружения ВС РФ, для решения которых целесообразно применение ОНЭ [3].

В настоящее время одной из проблемных задач, возникающих при формировании программных документов, является задача формирования рационального состава научно-исследовательских (НИР) и опытно-конструкторских работ (ОКР) по созданию технологий и образцов ОНЭ, обеспечивающих решение перспективных военно-технических задач ВС РФ в рамках прогнозируемых военных конфликтов при определенных технологических и экономических ограничениях.

Актуальность разработки данной методики обусловлена необходимостью развития научно-методического аппарата программно-целевого планирования работ по созданию ОНЭ в интересах повышения эффективности системы вооружения ВС РФ, а также наличием следующих факторов:

- возрастанием угроз безопасности РФ в военно-технической сфере;
- появлением новых задач ВС РФ, которые не могут быть решены с достаточной эффективностью традиционными видами ВВСТ, в том числе задач для ОНЭ;
- требованиями руководящих документов по выполнению военно-технических задач с требуемой эффективностью при минимизации затрат на их решение.

С учетом вышеизложенных факторов в статье предложен обобщенный алгоритм формирования предложений в программные документы по созданию технологий и образцов ОНЭ, включающий следующие этапы (рисунок 1).



Рисунок 1 – Обобщенный алгоритм формирования предложений в программные документы по созданию технологий и образцов ОНЭ

Этап 1. Формирование перечня угроз безопасности РФ в военно-технической сфере.

В качестве исходных данных для решения задачи формирования и оценки потенциальных угроз безопасности Российской Федерации в военно-технической сфере целесообразно использовать:

- результаты прогнозирования угроз национальной безопасности Российской Федерации на 30-летний период;
- результаты прогноза мировых тенденций развития ВВСТ на 15-летний период;
- военно-стратегические и оперативные исходные данные на 10-летний период;
- прогноз развития науки и техники в интересах обеспечения обороны страны и безопасности государства на 15-летний период.

Задача формирования и оценки потенциальных угроз безопасности Российской Федерации в военно-технической сфере формулируется следующим образом. На основе вышеприведенных исходных данных необходимо дать количественную оценку потенциальным угрозам безопасности Российской Федерации в военно-технической сфере для каждого из рассматриваемых временных интервалов по следующим параметрам:

- вероятность возникновения потенциальной угрозы;
- степень опасности потенциальной угрозы.

Решение задачи формирования и оценки потенциальных угроз безопасности Российской Федерации в военно-технической сфере осуществляется последовательно в три этапа (рисунок 2).

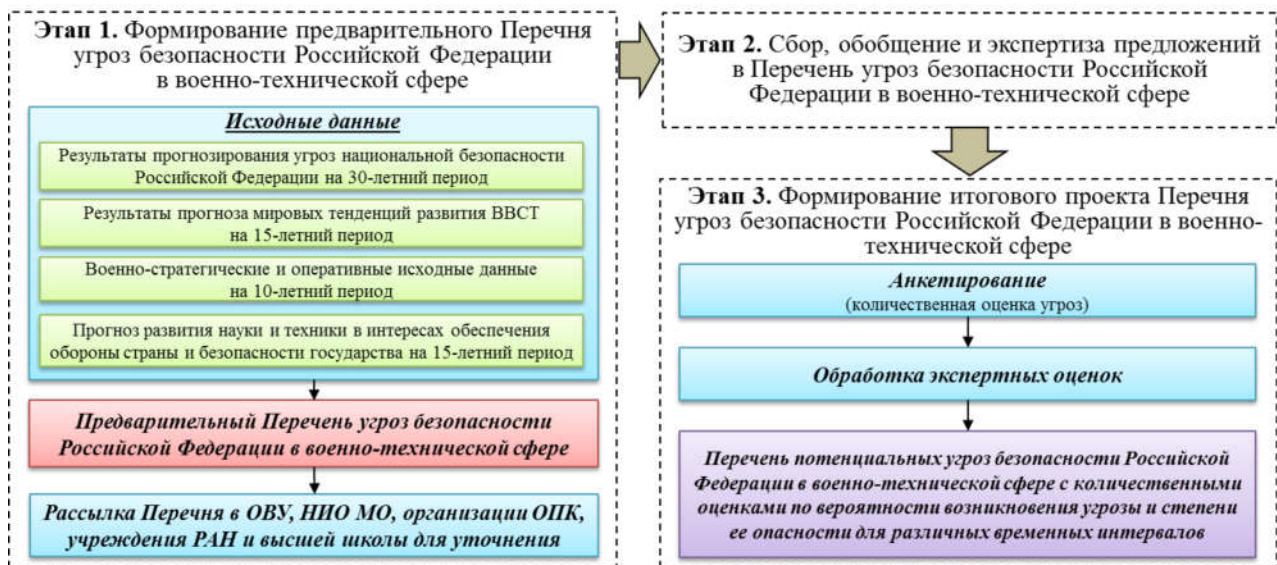


Рисунок 2 – Обобщенный алгоритм формирования и оценки угроз безопасности Российской Федерации в военно-технической сфере

1. Формирование предварительного Перечня угроз безопасности Российской Федерации в военно-технической сфере (далее – Перечень) и его рассылка в органы военного управления (ОВУ), научно-исследовательские организации (НИО) Минобороны России, организации оборонно-промышленного комплекса (ОПК), учреждения Российской академии наук (РАН) и высшей школы для уточнения.

Уточнение Перечня проводится по двум направлениям:

- уточнение формулировок угроз, содержащихся в предварительном Перечне;
- разработка предложений по включению в Перечень новых и исключению из Перечня существующих угроз.

2. Сбор, обобщение и экспертиза предложений в интересах формирования окончательного варианта Перечня.

С целью максимально полного учета мнений различных сторон и выработки единого взгляда на возникновение угроз безопасности Российской Федерации в военно-технической сфере в экспертную группу по оценке предложений в Перечень целесообразно привлекать экспертов от ОВУ, НИО Минобороны России и организаций ОПК.

Формирование экспертной группы и определение компетентности каждого эксперта (r_k) может быть выполнено на основе научно-методического подхода, предложенного в [4].

3. Формирование итогового Перечня угроз безопасности Российской Федерации в военно-технической сфере.

На данном этапе проводится количественная оценка угроз безопасности Российской Федерации в военно-технической сфере на предмет вероятности возникновения угрозы и степени ее опасности для различных временных интервалов и формируется итоговый перечень потенциальных угроз безопасности Российской Федерации в военно-технической сфере.

На данном этапе каждый эксперт заполняет анкету, фрагмент которой приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Форма анкеты для экспертной оценки потенциальных угроз безопасности Российской Федерации в военно-технической сфере

№ п/п	Наименование угрозы безопасности РФ в военно-технической сфере	Период существования угрозы	Вероятность возникновения угрозы	Степень опасности угрозы
1	Выбирается из перечня угроз безопасности РФ в военно-технической сфере	2021-2025		
		2026-2030		
		2031-2035		
		2036-2040		
2

Оценка степени опасности угрозы выбирается в интервале от 0 до 1 или выставляется в соответствии с вербально-числовой шкалой, приведенной в таблице 2.

Таблица 2 – Вербально-числовая шкала для оценки степени опасности угрозы

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

Оценочные значения вероятности возникновения и оценки степени опасности угрозы предоставляются по каждому временному интервалу.

Далее для каждой потенциальной угрозы безопасности Российской Федерации в военно-технической сфере рассчитываются итоговые значения вероятности возникновения и степени опасности угрозы для каждого из рассматриваемых временных интервалов на основе экспертного метода (при условии нормировки значений компетентности экспертов $\sum_{k=1}^K r_k = 1$) по следующим формулам:

$$p_z(t_m) = \sum_{k=1}^K r_k \cdot u_{zk}(t_m), \tag{1}$$

$$s_z(t_m) = \sum_{k=1}^K r_k \cdot \mu_{zk}(t_m), \tag{2}$$

где $p_z(t_m)$ – вероятность возникновения z-й угрозы на интервале времени t_m ;

t_m – рассматриваемый интервал времени t_m , ($m = \overline{1, M}$);

$u_{zk}(t_m)$ – оценка вероятности возникновения z-й угрозы на интервале t_m k-м экспертом;

$s_z(t_m)$ – степень опасности z-й угрозы на интервале времени t_m ;

$\mu_{zk}(t_m)$ – оценка степень опасности z-й угрозы на интервале времени t_m k-м экспертом;

r_k – коэффициент компетентности k-го эксперта;

k – количество экспертов ($k = \overline{1, K}$).

В результате выполнения первого этапа формируется перечень потенциальных угроз с количественными оценками по вероятности возникновения угрозы и степени ее опасности для различных временных интервалов.

Этап 2. Обоснование требований к образцам ОНЭ.

На данном этапе специалисты ОВУ, НИО Минобороны, организаций ОПК обосновывают требования к составу, структуре, принципам функционирования образцов ОНЭ, их оперативно-тактическим и техническим характеристикам.

Этап 3. Формирование ранжированного перечня образцов ОНЭ, соответствующих требованиям.

На данном этапе формируется перечень образцов ОНЭ, который необходим для парирования угроз безопасности РФ в военно-технической сфере с заданной эффективностью. Далее производится ранжирование вошедших в перечень образцов ОНЭ по критерию степени парирования угроз:

$$\psi_i(t_m) = \frac{\sum_{z=1}^Z p_z(t_m) \cdot s_z(t_m) \cdot \epsilon_{iz}}{\sum_{z=1}^Z p_z(t_m) \cdot s_z(t_m)}, \quad (3)$$

где z – количество угроз ($z = \overline{1, Z}$);

ϵ_{iz} – показатель парирования i -м образцом ОНЭ z -й угрозы,

$\epsilon_{iz} = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-м образцом ОНЭ возможно парирование } z\text{-й угрозы;} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$

Результат выполнения данного этапа – перечень образцов ОНЭ, ранжированный по критерию степени парирования угроз на момент времени t_m .

Этап 4. Оценка уровня готовности научно-технического задела для создания образцов ОНЭ.

Для оценки уровня готовности научно-технического задела (НТЗ) строится структурная функционально-технологическая концепция образца ОНЭ и определяются коэффициенты относительной важности входящих в его состав подсистем (v_j , причем $\sum_{j=1}^J v_j = 1$) [5].

Таблица 3 – Вербально-числовая шкала для оценки готовности технологий

№ уровня	Описание уровня готовности технологии	Интервал значения
1	Выявлены и изложены основные принципы разработки технологии	0,00-0,10
2	Сформулирована концепция технологии и область ее применения	0,11-0,21
3	Определены аналитические и экспериментальные критические функции (свойства) или/и характеристики технологии	0,22-0,32
4	Проверена работоспособность технологии подсистемы на математической модели или в лабораторных условиях	0,33-0,43
5	Проверена работоспособность технологии в прототипе подсистемы в лабораторных условиях	0,44-0,54
6	Проведены испытания технологии в экспериментальном образце подсистемы в лабораторных условиях	0,55-0,65
7	Проведены испытания технологии в экспериментальном образце подсистемы на испытательной базе ОПК	0,66-0,76
8	Определен окончательный облик подсистемы, в которой применяется новая технология, проведены полигонные испытания	0,77-0,87
9	Подтверждение эффективности действующей подсистемы, в которой применяется новая технология, во время решения боевых задач	0,88-1,00

Далее с использованием вербально-числовой шкалы (таблица 3) [6] определяется уровень готовности отдельных технологий, реализуемых в подсистемах образца ОНЭ, на момент времени t_m :

$$q_{jl}(t_m) = \sum_{k=1}^K x_{lk}(t_m) \cdot r_k, \quad (4)$$

где $q_{jl}(t_m)$ – уровень готовности l -й технологии j -й подсистемы образца ОНЭ на момент времени t_m ;

j – количество подсистем в образце ОНЭ ($j = \overline{1, J}$);

l – количество технологий в подсистеме ($l = \overline{1, L}$);

$x_{lk}(t_m)$ – количественное значение оценки готовности l -й технологии k -м экспертом на момент времени t_m .

После этого определяется средний уровень готовности НТЗ на момент времени t_m для разработки подсистем образца ОНЭ:

$$s_j(t_m) = \frac{\sum_{l=1}^L q_{jl}(t_m)}{L}. \quad (5)$$

Далее рассчитывается обобщенная количественная оценка уровня готовности НТЗ для создания к моменту времени t_m образца ОНЭ в целом ($D_{ОНЭ}(t_m)$) и определяется степень соответствия НТЗ ($\xi(t_m)$) потребному (в качестве потребного принимается 8 уровень готовности):

$$D_{ОНЭ}(t_m) = \sum_{j=1}^J v_j \cdot s_j(t_m), \quad (6)$$

$$\xi(t_m) = \frac{D_{ОНЭ}(t_m)}{0,77} \cdot 100. \quad (7)$$

В результате выполнения четвертого этапа формируется перечень образцов ОНЭ, необеспеченных соответствующим НТЗ (технологиями). В данный перечень включаются образцы ОНЭ, уровень готовности НТЗ которых меньше 100%.

Этап 5. Формирование состава научно-исследовательских и технологических работ по созданию технологий ОНЭ.

Сущность данного этапа заключается в отборе наиболее значимой совокупности предложений, направленных на создание технологий ОНЭ, обеспечив тем самым концентрацию финансовых и материальных ресурсов на наиболее приоритетных направлениях. То есть необходимо из всего множества допустимых вариантов предложений по созданию технологий ОНЭ выделить некоторый перечень НИР, максимизирующий суммарную эффективность мероприятий на момент времени t_m при ограничениях на выделяемые ассигнования.

Решение данной задачи базируется на экспертных методах и включает в себя 2 этапа, изображенных на рисунке 2.

1. Определение соответствия между перечнем технологий, необходимых для разработки образцов ОНЭ, и мероприятиями по их созданию.

В качестве исходных данных выступают:

- перечень технологий ОНЭ;
- исходный перечень НИР по созданию технологий ОНЭ, предлагаемых предприятиями ОПК, учреждениями РАН и высшей школы к открытию.

По результатам опроса каждого k -го эксперта формируется матрица соответствия НИР перечню технологий ОНЭ:

$$НИР_k = [NIR_{nlk}],$$

где NIR_{nlk} – оценка k -го эксперта о соответствии n -й НИР l -й технологии ОНЭ;

$$NIR_{nlk} = \begin{cases} 1, & \text{если } n\text{-я НИР направлена на развитие } l\text{-й технологии;} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

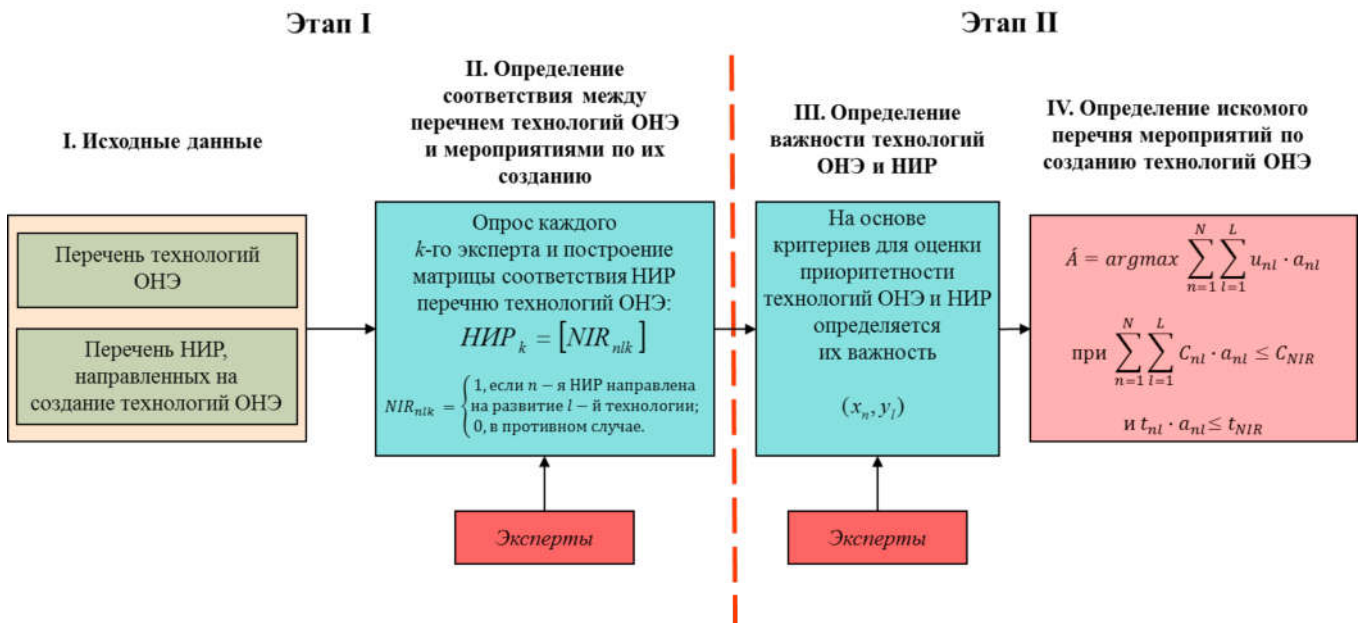


Рисунок 3 – Обобщенная схема формирования рационального перечня НИР по созданию технологий ОНЭ

Возможный вид матрицы приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Возможный вид матрицы определения соответствия НИР перечню технологий ОНЭ по результатам заполнения одним экспертом

	Технология 1	Технология 2	...	Технология T
NIR_1	1	0	...	1
NIR_2	1	1	...	0
...
NIR_N	0	1	...	0

Оценка влияния с учетом компетентности экспертов рассчитывается по формуле:

$$NIR_{nl} = \sum_{k=1}^K NIR_{nlk} \cdot r_k \quad (8)$$

В соответствии с полученными оценками определяется перечень НИР, направленных на развитие технологий ОНЭ. Каждой технологии ставится в соответствие определенный набор НИР.

2. Определение перечня НИР, максимизирующего суммарную эффективность мероприятий по созданию технологий ОНЭ для заданных объемов ассигнований.

На данном этапе первоначально производится оценка важности технологий ОНЭ (x_l) и НИР (y_n), направленных на создание данных технологий.

При наличии упорядоченного по важности перечня технологий ОНЭ формируется состав мероприятий по созданию технологий, имеющих наибольшее значение x_l , путем постановки наиболее важных НИР (y_n) по каждой технологии в рамках выделенных объемов ассигнований и допустимых сроков выполнения:

$$\hat{A}(t_m) = \operatorname{argmax} \sum_{n=1}^N \sum_{l=1}^L u_{nl} \cdot a_{nl}(t_m) \quad \text{при} \quad \sum_{n=1}^N \sum_{l=1}^L c_{nl} \cdot a_{nl}(t_m) \leq C_{NIR} \quad \text{и} \quad T_{nl} \cdot a_{nl}(t_m) \leq T_{NIR}, \quad (9)$$

где $u_{nl} = f(x_n, y_l)$ – важность n -й НИР по созданию l -й технологии ОНЭ;

C_{nl} – стоимость n -й НИР по созданию l -й технологии ОНЭ;

C_{NIR} – ассигнования, выделяемые на проведение НИР;

T_{nl} – срок выполнения n -й НИР по созданию l -й технологии ОНЭ;

T_{NIR} – допустимые сроки выполнения НИР;

$a_{nl} = \begin{cases} 1, & \text{если } n\text{-я НИР по созданию } l\text{-й технологии на момент } t_m \text{ запланирована;} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$

Для решения данной задачи может быть применен метод «комплексных жадных алгоритмов» [7].

Результат выполнения данного этапа – перечень НИР по созданию технологий ОНЭ.

Этап 6. Формирование наилучшего варианта образцов ОНЭ.

На данном этапе формируется наилучший вариант образцов ОНЭ (перечень ОКР), обеспечивающий максимальный коэффициент парирования угроз безопасности РФ в военно-технической сфере на момент времени t_m с учетом выделенных объемов ассигнований и допустимых сроков выполнения ОКР:

$$P(t_m) = 1 - \prod_{i=1}^l (1 - \psi_i(t_m) \cdot g_i) \rightarrow \max \text{ при } \sum_{i=1}^l C_i \cdot g_i \leq C_{\text{выд}} \text{ и } T_i^{\text{ОКР}} \cdot g_i \leq T_{\text{доп}}^{\text{ОКР}}, \quad (10)$$

где C_i – потребный объем ассигнований на проведение ОКР по созданию i -го образца ОНЭ;

$C_{\text{выд}}$ – объем ассигнований, выделяемый на проведение ОКР по созданию образцов ОНЭ;

$T_i^{\text{ОКР}}$ – срок выполнения ОКР по созданию i -го образца ОНЭ;

$T_{\text{доп}}^{\text{ОКР}}$ – допустимый срок выполнения ОКР;

$g_i = \begin{cases} 1, & \text{если создание } i\text{-го образца ОНЭ предусмотрено;} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$

Таким образом, представленная в данной статье методика позволяет оценить потенциал отечественной науки по возможности парирования возникающих угроз безопасности Российской Федерации в научно-технической сфере, а также сформировать программные мероприятия по созданию технологий и образцов ОНЭ.

Список использованных источников

1. Ляпоров В.Н., Лобов С.А. Военные угрозы безопасности России и ее союзникам. – Тверь, 2015.
2. Лясковский В.Л., Смирнов С.С., Пронин А.Ю. Методика формирования портфеля фундаментальных и поисковых исследований с учетом прогнозируемых угроз безопасности Российской Федерации в военно-технической сфере // Вооружение и экономика. – 2014. – № 3.
3. Буренок В.М., Леонов А.В., Пронин А.Ю. Военно-экономические и инновационные аспекты интеграции нетрадиционных видов оружия в состав системы вооружения. – М.: Граница, 2014.
4. Лясковский В.Л., Смирнов С.С., Пронин А.Ю. Выбор экспертов для оценки проектов программных документов // Компетентность. – 2017. – № 4.
5. Буренок В.М., Ивлев А.А., Корчак В.Ю. Развитие военных технологий XXI века: проблемы, планирование, реализация. – Тверь: Купол, 2009.
6. Смирнов С.С., Горбунов В.В. Методический подход к оценке достаточности научно-технического задела для разработки перспективного вооружения // Вооружение и экономика. – 2013. – № 2 (23).
7. Алфимов С.М., Горбунов В.В., Лясковский В.Л. Методика формирования межведомственной координационной программы фундаментальных, поисковых и прикладных исследований в области обороны и обеспечения безопасности государства // Вооружение и экономика. – 2017. – № 1 (38).