

А.В. Леонов, доктор экономических наук, профессор
А.Ю. Пронин, кандидат технических наук

Модифицированный метод оценки влияния научно-технологических достижений на создание перспективного вооружения

В данной статье предложен метод многоэтапного многоконтурного моделирования процесса оценки влияния научно-технологических достижений на создание перспективного вооружения. Использование метода позволяет обеспечить комплексное решение задачи обоснования приоритетных направлений фундаментальных научных исследований в условиях возможных финансово-экономических ограничений и преодолеть методические трудности, связанные с непосредственной оценкой влияния научно-технологических достижений на создание перспективных образцов вооружения.

В современных условиях в соответствии с задачами, поставленными перед Министерством обороны Президентом Российской Федерации, развитие отечественной системы вооружения в значительной степени ориентировано на создание качественно новых, в том числе нетрадиционных, видов вооружения (высокоточного, лазерного, радиочастотного, кинетического, гиперзвукового, робототехнического, информационного). Разработка перспективного вооружения во многом определяется наличием целостного научно-технического задела¹.

Научно-технический задел (НТЗ) представляет собой совокупность результатов фундаментальных, прогнозных и поисковых научных исследований, прикладных и технологических научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), выполненных в интересах модернизации существующих, создания и производства принципиально новых, в том числе нетрадиционных, образцов вооружения.

В общем виде схема создания НТЗ для разработки перспективного вооружения показана на рисунке 1.

Для каждого горизонта планирования развития вооружения необходимо обеспечивать опережающую подготовку НТЗ по ключевым научным направлениям и технологиям, на основе которых могут быть созданы принципиально новые виды вооружения или последующие поколения технических средств вооруженной борьбы в интересах обеспечения обороны страны и безопасности государства [1].

При этом следует исходить из того, что развитие вооружения (переход на новый качественный уровень) возможно только путем отбора для последующей реализации научно-технических достижений (инноваций), отвечающих комплексу требований со стороны Министерства обороны Российской Федерации к перспективным образцам вооружения, так и возможностям предприятий ОПК к их реализации.

Учитывая, что стоимость работ на каждой последующей стадии жизненного цикла образца вооружения возрастает примерно на порядок, накопление научно-технических результатов на ранних стадиях развития перспективного образца всегда предпочтительнее, чем на более

1 Путин В.В. Быть сильными: гарантии национальной безопасности для России // Российская газета. – 2012. – 17 февраля; Борисов Ю.И. В создании перспективного вооружения нельзя рассчитывать на сиюминутный результат // Военно-промышленный курьер. – 2017. – № 9 (673).

поздних стадиях. Обусловлено это тем, что, с одной стороны, отказ от реализации недостаточно эффективных результатов на ранних стадиях менее затратен, а с другой – результаты ранних стадий развития имеют более высокий потенциал широкого (универсального) использования, чем научно-технические решения, полученные на последующих стадиях жизненного цикла [2].



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

В этих условиях крайне важным представляется обеспечить не только эффективное управление созданием перспективного образца вооружения на всех этапах его разработки, но и рациональное использование имеющихся в наличии ограниченных финансовых ресурсов.

Именно поэтому в последние годы все большую актуальность приобретают модели, с помощью которых представляется возможным установить взаимосвязь требований, предъявляемых заказчиком к перспективному вооружению, и потребностей в проведении фундаментальных научных исследований (ФНИ), направленных на создание НТЗ, с учетом финансовых ограничений [3, 4].

Следует отметить, что общими недостатками существующих моделей являются: их весьма разрозненный характер, касаются они, в основном, отдельных этапов, опираются на различные исходные данные, не позволяют дать комплексную военно-экономическую оценку вариантам совместного использования новых и существующих технологий, а также оценку возможности выполнения НИОКР в течение заданного времени, особенно в условиях риска и постоянного секвестирования бюджетных средств.

В современных экономических условиях особую актуальность приобретает задача рационального планирования фундаментальных работ и выбора тех направлений исследований, которые оказывают наибольшее влияние на качество создаваемого вооружения.

Имеющиеся научно-методические разработки в данной области посвящены лишь отдельным составляющим поставленной задачи, в частности: координации научно-технологических программ, обоснованию научно-технологических приоритетов, экономической оценке научно-технологических программ, определению исполнителей фундаментальных и прикладных исследований и др.

В этой связи возникла необходимость в разработке методического инструментария, позволяющего в условиях финансовых ограничений обеспечить комплексное решение задачи обоснования приоритетных направлений ФНИ исходя из анализа функционально-технологических особенностей перспективного вооружения и предъявляемых к нему требований.

Для решения этой задачи предлагается использовать функционально-технологические модели (ФТМ) основных классов образцов вооружения [4, 5]. Функционально-технологические модели представляют собой многоуровневую декомпозицию образца на составные части, в том числе функционально-технологические блоки (ФТБ) и элементы. Под «основным классом» понимается искусственно выделенная группа перспективных образцов вооружения, обладающая максимальной структурно-функциональной общностью [6]. Учитывая, что перспективные образцы вооружения становятся базовыми для создания других образцов (например, на основе универсальной боевой платформы «Армата» планируется создание нескольких образцов бронетанковой техники), предлагаемый подход является вполне правомерным. Определяющую роль в достижении высокого технического уровня ФТБ играет процесс формирования НТЗ с широким использованием научно-технических достижений, которые являются результатом проводимых фундаментальных исследований.

На основе анализа структурных функционально-технологических особенностей перспективных образцов вооружения предполагается обеспечить сквозное планирование и управление их созданием, начиная с фундаментальных исследований. Таким образом, ФТМ являются наиболее рациональной формой представления информации о структурных особенностях разрабатываемых образцов вооружения.

Отечественный и зарубежный опыт однозначно свидетельствует в пользу того, что разработка и применение типовых ФТМ при проведении ФНИ позволяет повысить эффективность работ по созданию перспективного вооружения и обосновать потребный объем ассигнований на их создание.

Однако построение ФТМ перспективного образца вооружения в отечественной практике не применяется, а соответствующий ГОСТ 2.711-82 «Схема деления изделия на составные части» не регламентирует схему деления, а только предполагает необходимость ее разработки. Именно поэтому даже однотипные образцы вооружения могут быть декомпозированы на «непересекающиеся» и имеющие мало общего составные части.

В связи с этим для обеспечения системности анализа потребностей в ФНИ и единого понимания различными специалистами (в том числе заказчиками) структурных и функционально-технологических особенностей перспективных образцов вооружения предложен соответствующий метод.

Сущность предлагаемого метода заключается в обосновании рационального состава приоритетных ФНИ на основе установления взаимосвязи требований, предъявляемых заказчиком к технико-экономическим характеристикам разрабатываемых перспективных образцов вооружения, и потребностей в проведении ФНИ, направленных на создание НТЗ.

Общая постановка решения данной задачи заключается в следующем.

Известно: множество планируемых к созданию перспективных образцов вооружения и требований к ним; множество (перечень) функционально-технологических моделей основных классов перспективных образцов вооружения.

Требуется: для заданного множества планируемых к созданию перспективных образцов вооружения и требований, предъявляемых к ним, сформировать рациональный состав приоритетных ФНИ, проведение которых необходимо для создания соответствующего НТЗ, и ожидаемые результаты которых окажут максимальное влияние на тактико-технические характеристики

(ТТХ) перспективных образцов вооружения с учетом финансовых ограничений на ФНИ в этой области:

$$W(X^*) \rightarrow \operatorname{argmax} \sum_{x_i \in X_{\text{полн}}} w(x_i), \quad (1)$$

$$\sum_l C(x_l) \leq C_{\text{зад}},$$

где $w(x_l)$ – оценочное значение влияния ожидаемых результатов x_l -го ФНИ на ТТХ перспективных образцов вооружения;

$X_{\text{полн}}$ – полная совокупность ФНИ;

$C(x_l)$ – затраты на проведение x_l -го ФНИ;

$C_{\text{зад}}$ – заданные объемы финансирования создания НТЗ для перспективного образца вооружения.

Содержание методики обоснования рационального состава приоритетных направлений ФНИ для создания перспективного образца вооружения, базирующейся на данной постановке задачи, представлено ниже.

Методика обоснования рационального состава приоритетных направлений ФНИ для создания перспективного образца вооружения

В основу данной методики положена логическая взаимосвязь требований, предъявляемых заказчиком к перспективному вооружению, и потребностей в проведении ФНИ, направленных на создание научно-технического задела.

Сущность задачи формирования рационального состава приоритетных ФНИ состоит в том, чтобы при невозможности финансирования всех ФНИ отобрать такие направления исследований, ожидаемые результаты которых обеспечили бы максимальное научно-техническое влияние на создание перспективных образцов вооружения с учетом финансовых ограничений. При этом результаты отобранных ФНИ должны быть максимально востребованы при создании перспективных образцов вооружения.

С методической точки зрения практическая реализация установленной логической взаимосвязи осуществляется следующим образом.

Вначале перспективные образцы вооружения по результатам анализа их ФТМ разбиваются на основные функционально-технологические блоки, совершенствование которых оказывает наибольшее влияние на достижение заданных требований к характеристикам перспективного вооружения. Затем экспертно определяются направления технологических разработок, которые позволяют усовершенствовать каждый ФТБ. При этом осуществляется оценка достаточности существующих технологий для создания перспективного образца вооружения, в противном случае определяется «приращение» технологий, необходимое для повышения боевых возможностей перспективного образца вооружения [4].

По результатам анализа состава важнейших технологий экспертно определяется необходимый состав фундаментальных исследований, результаты которых позволят сформировать соответствующий НТЗ для проведения прикладных исследований в интересах создания перспективного образца вооружения.

Далее в интересах повышения обоснованности состава приоритетных ФНИ, ожидаемые результаты которых будут иметь целевую направленность на разработку перспективного вооружения, проводится ранжирование направлений исследований в соответствии с их научно-техническим влиянием на перспективный образец вооружения.

Таким образом, задача обоснования рационального состава приоритетных ФНИ становится по своей сути задачей многокритериальной коллективной экспертизы. В связи с этим для обос-

печения наиболее полного охвата вопросов, связанных с определением потребностей в ФНИ с учетом требований, предъявляемых к перспективному вооружению, целесообразно привлечение экспертного сообщества. Наиболее распространенным и результативным методом многокритериальной коллективной экспертизы при обосновании приоритетов научно-технологического развития в условиях недостаточного объема количественных исходных данных является метод анализа иерархий Т. Саати [10]. Однако применительно к решению поставленной задачи данный метод был модифицирован в направлении многоэтапного последовательного экспертного моделирования процесса оценки влияния научно-технологических достижений на создание перспективного вооружения.

Суть модификации заключается в построении некоторого многоуровневого множества информационно-логических матриц оценок влияния результатов ФНИ на создание перспективного образца вооружения, базирующихся на индуктивном принципе самоорганизации.

В этой связи, далее последовательно рассмотрены модель оценки влияния научно-технологических достижений (инноваций) на создание перспективного образца вооружения и практический пример ее использования.

Модель оценки влияния научно-технологических достижений (инноваций) на создание перспективного образца вооружения

Теоретическая основа предлагаемой модели базируется на совместном использовании общенаучного принципа индукции (от частного – к общему) и принципов самоорганизации, т. е. индуктивного принципа самоорганизации.

В интересах уточнения роли самоорганизации на этапах создания перспективного образца вооружения и исследования причинно-следственных связей между отдельными этапами потребовалось представить создание образца в виде многоэтапного многоконтурного процесса, базирующегося на следующих принципах [7-9, 12, 14-16]:

- множественности возможных вариантов построения перспективного образца вооружения на каждом этапе;
- внешнего дополнения – создание образца на каждом этапе осуществляется на основе исходных данных – вариантов, поступающих от предыдущего этапа и в соответствии с требованиями, предъявляемыми последующим этапом;
- неокончательных решений – выбор оптимальной стратегии регулирования динамики создания образца вооружения осуществляется с достаточной свободой выбора рациональных решений на каждом этапе.

В соответствии с указанными принципами создание перспективного образца вооружения на каждом этапе осуществляется одновременно за счет интеграции двух разнонаправленных движущих сил самоорганизации:

- требований, предъявляемых последующим этапом к предыдущему этапу (множество требований – контур $\{S\}$);
- возможных вариантов построения перспективного образца вооружения, сформированных на каждом этапе его создания (множество возможных вариантов – контур $\{V\}$).

Структура предлагаемой индуктивной модели создания перспективного образца вооружения, построенной с учетом данных принципов, приведена на рисунке 2.

Практический опыт показывает, что успех в создании перспективного образца вооружения будет максимальным, если процесс разработки осуществляется в виде серии небольших «шагов самоорганизации», каждый из которых включает в себе четко определенный результат, основанный на внедрении совокупности зрелых технологий. Это означает, что перспективный обра-

зец вооружения следует разрабатывать по принципу приращений, так, чтобы разработчик мог использовать исходные данные и знания, полученные при разработке более ранних версий.

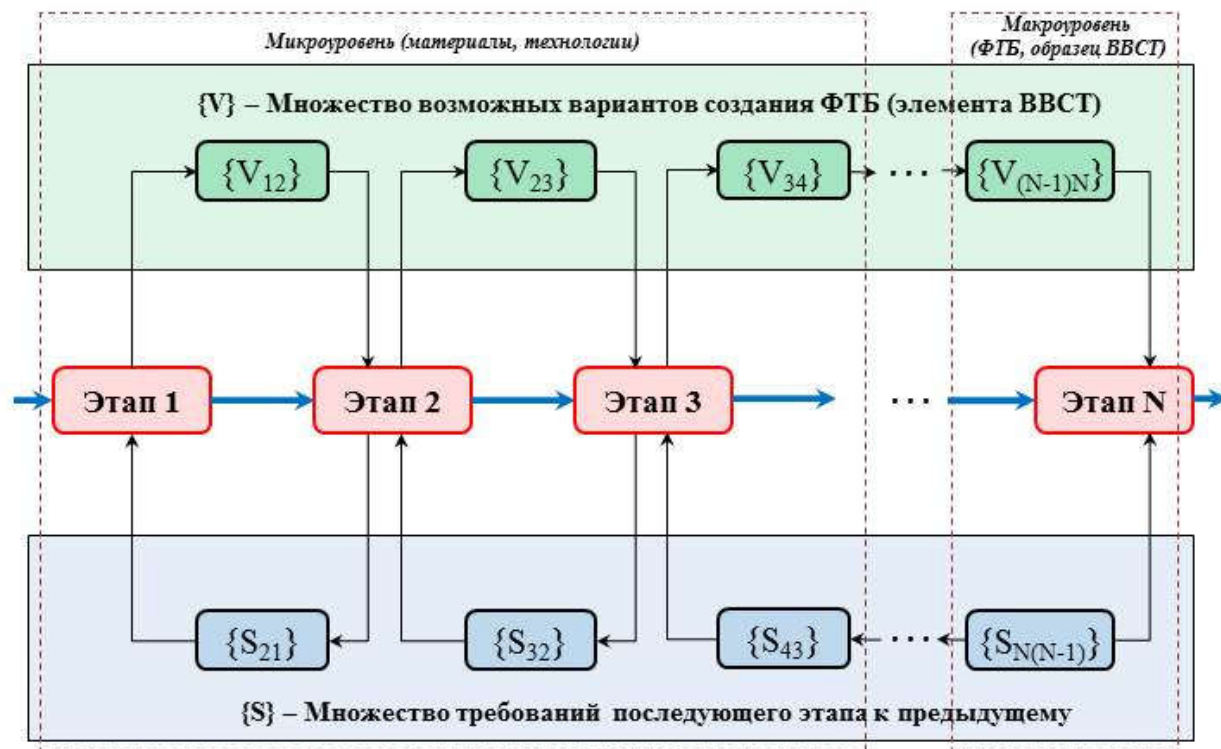


Рисунок 2 – Структура индуктивной модели создания перспективного образца вооружения

Начальные шаги этого процесса связаны с проведением фундаментальных и поисковых исследований, направленных на исследование, разработку и экспериментальную проверку путей и методов использования новых научных знаний в интересах создания перспективного вооружения. При этом имеется возможность «возврата» к предыдущему успешному шагу в случае неудачи: перед тем, как задействовать все ресурсы, выделенные на создание перспективного образца вооружения, разработчик, на основе результатов лабораторных исследований и стендовых испытаний, имеет возможность исправить имевшиеся просчеты и ошибки в реализуемом проекте.

В ходе каждой итерации перспективный образец вооружения дорабатывается на основе внедрения новых научных знаний и технологий, и при необходимости добавляются новые функциональные возможности. Именно достижения современной науки являются фундаментом для развития перспективных образцов вооружения в направлениях широкого внедрения элементов интеллектуализации и использования новых физических и физико-химических принципов. Важнейшее значение при этом приобретают работы, проводимые учреждениями Российской академии наук, высшей школы и другими творческими коллективами по созданию научно-технического задела в интересах разработки перспективных, в том числе нетрадиционных, образцов вооружения.

Таким образом, достаточно сложный процесс оценки влияния результатов ФНИ на создание перспективного образца вооружения представлен как многоэтапный процесс последовательно-экспертного моделирования.

С использованием предложенного модифицированного метода преодолеваются методические трудности, связанные с непосредственной оценкой влияния результатов ФНИ на создание перспективных образцов вооружения.

Содержание основных этапов предлагаемой методики, основанной на модифицированном методе, приведено на рисунке 3.

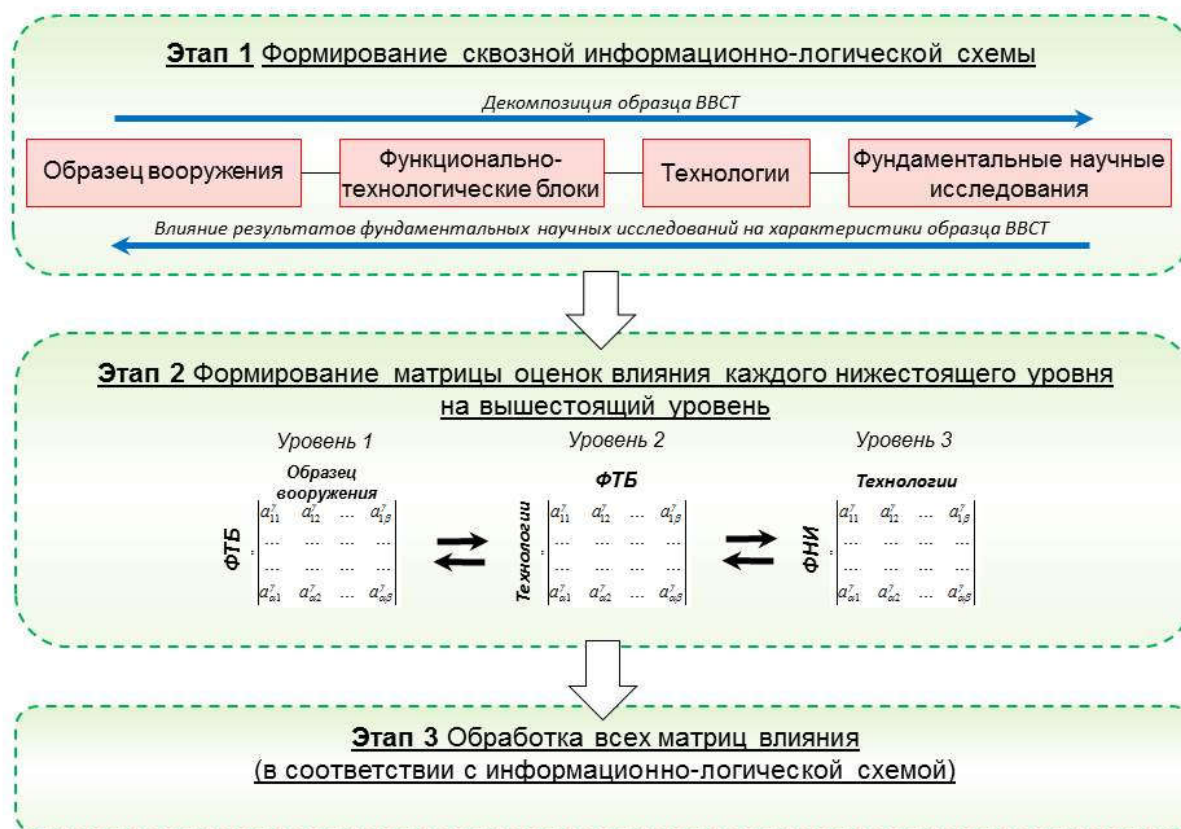


Рисунок 3 – Этапы обоснования рационального состава направлений ФНИ для создания перспективного образца вооружения

Этап 1. Формирование сквозной информационно-логической схемы: перспективный образец вооружения – ФТБ – технологии – ФНИ.

Этап 2. Формирование матрицы оценок влияния каждого нижестоящего уровня на вышестоящий уровень (для каждого уровня информационно-логической схемы, начиная с ее первого уровня). Например:

в матрице «перспективный образец вооружения – ФТБ» оценивается влияние качества ФТБ на показатели перспективного образца вооружения (1-й уровень);

в матрице «ФТБ – технологии» оценивается влияние результатов прикладных исследований (ПИ) на новые возможности ФТБ (2-й уровень);

в матрице «технологии – ФНИ» оценивается возможность реализации результатов ФНИ в прикладных исследованиях и технологических разработках (3-й уровень).

Общее формализованное представление матрицы влияния имеет следующий вид:

$$A^y = \begin{bmatrix} a_{11}^y & a_{12}^y & \dots & a_{1\beta}^y \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{\alpha 1}^y & a_{\alpha 2}^y & \dots & a_{\alpha \beta}^y \end{bmatrix}, \quad (2)$$

где y – номер уровня информационно-логической матрицы;

a_{ij}^y – оценка влияния элементов Y -го уровня иерархии (строки матрицы) на элементы вышестоящего уровня иерархии (столбцы матрицы);

α – количество элементов Y -го уровня иерархии;

β – количество элементов вышестоящего уровня иерархии.

Для проведения экспертных оценок используется вербально-числовая (знаковая) шкала, предложенная в работах [3, 8, 11]:

а) фактор не оказывает влияния на оцениваемый объект $a_{ij}^y = 0$;

б) фактор оказывает незначительное влияние на объект $a_{ij}^y = 1$;

в) фактор оказывает значительное влияние на объект $a_{ij}^y = 2$;

г) фактор оказывает преобладающее влияние на объект $a_{ij}^y = 3$.

В случае участия в экспертизе нескольких специалистов оценки всех экспертов рассчитываются с учетом их компетентности (при условии нормировки значений компетентности экспертов), и определяются результирующие оценки матрицы влияния на каждом ее уровне.

Этап 3. Последовательная обработка всех матриц влияния (в соответствии с информационно-логической схемой – «сверху-вниз») и оценка вектора влияния факторов на объекты методом строчных сумм.

С этой целью для каждой матрицы влияния осуществляются следующие операции:

а) рассчитывается сумма элементов строки:

$$S_i^y = \sum_{j=1}^{\beta} a_{ij}^y \cdot w_j^{y-1}, \quad i = \overline{1, \alpha}, \quad (3)$$

где w_j^{y-1} , $j = \overline{1, \beta}$ – вектор влияния факторов предшествующего уровня;

б) путем нормирования определяются составляющие вектора влияния факторов на объекты на уровне Y по формуле:

$$w_i^y = \frac{S_i^y}{\sum_{i=1}^{\alpha} S_i^y}, \quad i = \overline{1, \alpha}. \quad (4)$$

В интересах оценки влияния ожидаемых результатов ФНИ на создание перспективных образцов вооружения последовательно на всех уровнях осуществляется операция взвешивания, на основе которой формируются приведенные оценки $w(x_i)$ влияния ожидаемых результатов x_i -го ФНИ на создание перспективных образцов вооружения.

Таким образом, находится решение задачи формирования рационального состава приоритетных ФНИ с учетом имеющихся финансовых ограничений, удовлетворяющее целевой функции (1). Такая ситуация характерна для случаев, когда отсутствует возможность удовлетворения потребности в фундаментальных исследованиях в полном объеме. При большом количестве ФНИ решение сформулированной задачи методом простого перебора альтернативных вариантов является крайне затруднительным, так как требует огромных вычислительных и временных ресурсов. Именно поэтому для решения поставленной задачи путем пошагового (многоэтапного) формирования рационального состава ФНИ целесообразно использовать метод динамического программирования, позволяющий обеспечить отыскание решения при наименьшем числе итераций. Логическая последовательность использования метода динамического программирования для решения нашей задачи состоит в следующем.

Первоначально на основе полученных экспертных оценок научно-технического влияния ожидаемых результатов ФНИ осуществляется ранжирование всех работ.

Затем определяются доминирующие последовательности для комбинаций ФНИ по отдельным научно-техническим направлениям (важнейшим технологиям). Указанные последовательности строятся следующим образом. Выбирается первое направление и первое ФНИ, что является первым членом первой доминирующей последовательности. Вторым ее членом является проведение первых двух работ, третьим – первых трех и т. д. При этом оценки влияния и стоимости работ суммируются. Последним членом является проведение всех работ. Указанная процедура проводится по всем оцениваемым научно-техническим направлениям.

Далее, осуществляется комбинация соседних последовательностей. Первый член доминирующей последовательности включает в себя две работы (по одной из каждого научно-технического направления). Остальные варианты последовательности получаются простым прибавлением к первому члену одной работы, но такой, которая совместно с работами, входящими в последовательность, дает большее приращение степени готовности. Используя данный алгоритм, доходим до варианта, который включает в себя все работы, входящие как в первое, так и во второе научно-техническое направление.

Аналогичным образом формируются все остальные доминирующие последовательности. Если при формировании варианта суммарные степени готовности при одном шаге по строке или столбцу таблицы одинаковы, то выбирается вариант, у которого суммарная стоимость работ меньше.

По такому же алгоритму осуществляется нахождение результирующих последовательностей следующего уровня обобщения.

Последний шаг формирования общей доминирующей последовательности, по сути, является решением поставленной задачи формирования рационального состава приоритетных ФНИ. Информация для удобства представляется в табличном виде с указанием совокупности работ, их суммарных оценок влияния и стоимости. На основе анализа табличных данных определяется рациональный состав приоритетных ФНИ с учетом финансово-экономических ограничений.

Таким образом, предложенный метод формирования рационального состава ФНИ представляет собой объективный инструмент выбора приоритетных ФНИ, исходя из потребностей создания перспективных образцов вооружения и возможных достижений отечественной науки.

Пример использования метода

Иерархическая схема определения потребностей в ФНИ для создания перспективного образца вооружения, разработанная в соответствии с вышеизложенной методикой, представлена на рисунке 4.

Отбор экспертов для оценки научно-технического влияния ожидаемых результатов ФНИ на технико-экономические показатели перспективного образца вооружения осуществляется на основании значений показателей, характеризующих качество коллективной экспертизы и ее участников, в том числе [13]:

- коэффициент аргументации принимаемого экспертом решения;
- коэффициент осведомленности эксперта;
- коэффициент компетентности эксперта и коэффициент представительности экспертной группы, определяемые в соответствии с подходом к формированию экспертных групп и проведению коллективной экспертизы [13].

В соответствии с разработанным методом определяются доминирующие последовательности для каждого функционально-технологического блока. Красным цветом обозначены доминирующие последовательности для важнейших технологий, определяющих технический уровень ФТБ. На завершающем этапе формируется общая доминирующая последовательность для перспективного образца вооружения.



Рисунок 4 – Иерархическая схема определения потребностей в ФНИ для создания перспективного образца вооружения

Таким образом, предложенный модифицированный метод включает в себя следующие элементы: методику обоснования рационального состава приоритетных направлений ФНИ для создания перспективного образца вооружения, а также модель оценки влияния научно-технологических достижений (инноваций) на создание перспективного образца вооружения, основанную на индуктивном принципе самоорганизации. Модифицированный метод представляет собой объективный инструмент выбора приоритетов, исходя из потребностей в создании перспективного образца вооружения и возможностей отечественной науки.

Использование предложенного метода в практической деятельности органов планирования и управления созданием перспективных образцов вооружения позволит организовать взаимоувязанный и нацеленный на конечный результат цикл исследований *ФНИ* → *технологии* → *ФТБ* → *перспективный образец вооружения* с учетом существующих финансово-экономических ограничений. Это позволит также повысить эффективность реализации результатов НИР фундаментального характера в прикладных исследованиях в интересах создания перспективных, в том числе нетрадиционных, образцов вооружения.

Для повышения эффективности использования предложенного метода и охвата более широкого спектра мнений в рассматриваемой области в качестве экспертов целесообразно привлечь:

- генеральных конструкторов по направлениям создания ВВСТ;
- руководителей приоритетных технологических направлений;
- специалистов заказывающих управлений и научно-исследовательских организаций феде-

ральных органов исполнительной власти, в том числе Минобороны России, организаций РАН и высшей школы, а также предприятий – разработчиков ВВСТ.

Предложенный метод является достаточно универсальным и поэтому может использоваться для решения практических задач обоснования мероприятий по планированию НТЗ для создания перспективных, в том числе нетрадиционных, образцов вооружения.

В заключение необходимо отметить, что сегодня место нашей страны в мировых инновационных процессах, к сожалению, пока не вполне соответствует имеющемуся в России интеллектуальному и образовательному потенциалу. Основная системная проблема заключается в том, что темпы развития и структура научного и инновационного потенциалов отечественного сектора исследований и разработок не позволяют в полной мере удовлетворить растущий спрос на результаты исследований и технологические инновации как со стороны гражданского сектора экономики, так и со стороны силовых структур, в том числе Минобороны России, МВД России, ФСБ России и МЧС России.

Формирование эффективной инновационной среды для создания и использования прорывных технологий является важнейшей государственной задачей, поставленной в программной статье В.В. Путина «Быть сильными: гарантии национальной безопасности для России»¹. От решения данной задачи во многом зависит возможность появления новейших отечественных образцов вооружения, обеспечивающих обороноспособность и конкурентоспособность нашей страны на мировой арене.

Список использованных источников

1. Ачасов О.Б., Смирнов С.С., Пронин А.Ю. Основные направления технологического развития системы вооружения Вооруженных Сил Российской Федерации // Вооружение и экономика. – 2016. – № 1 (34). – С. 9-19.
2. Панков С.Е., Борисенков И.Л., Смирнов С.С., Реулов Р.В. Планирование фундаментальных и прикладных исследований в интересах обороны и безопасности государства в современных условиях // Вооружение и экономика. – 2017. – № 2 (39). – С. 43-54.
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. – 240 с.
4. Буренок В.М., Ивлев А.А., Корчак В.Ю. Развитие военных технологий XXI века: проблемы, планирование, реализация. – Тверь: Издательство ООО «Купол», 2009. – 624 с.
5. Буренок В.М., Погребняк Р.Н., Скотников А.П. Методология обоснования перспектив развития средств вооруженной борьбы общего назначения. – М.: Машиностроение, 2010. – 368 с.
6. Военная энциклопедия: в 8 т. / Предс. главн. ред. комиссии С.Б. Иванов. – М.: Воениздат, 2004. – Т. 4. – 562 с.
7. Леонов А.В., Пронин А.Ю. Принципы самоорганизации в разработке и реализации государственных программ // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2016. – № 7. – С. 36-53.
8. Леонов А.В., Пронин А.Ю. Роль самоорганизации в инновационном развитии сложных технических систем // Компетентность. – 2017. – № 3 (144). – С. 4-11.
9. Леонов А.В., Пронин А.Ю. Определение приоритетных направлений фундаментальных научных исследований для создания высокотехнологичной продукции // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2017. – Т. 13. – № 6 (351). – С. 1004-1017.
10. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 236 с.

1 Путин В.В. Указ. соч.

11. Вентцель Е.С. Исследование операций. – М.: Советское радио, 1972. – 552 с.
12. Батьковский А.М., Леонов А.В., Пронин А.Ю. Актуальные проблемы развития управления оборонно-промышленным комплексом / Под ред. А.М. Батьковского, П.В. Кравчука. – М.: Онтон-Принт, 2017. – 512 с.
13. Лясковский В.Л., Смирнов С.С., Пронин А.Ю. Выбор экспертов для оценки проектов программных документов // Компетентность. – 2017. – № 4 (145). – С. 4-9.
14. Леонов А.В., Семериков Н.В. Общая методика концептуального проектирования наукоемкой продукции двойного назначения // Двойные технологии. – 2011. – № 4 (57). – С. 24-32.
15. Леонов А.В., Пронин А.Ю. Индуктивная модель создания нового оружия // Системы ВТО. Создание, применение, перспективы. – 2018. – № 1(17). – С. 83-91.
16. Леонов А.В., Пронин А.Ю. Инновационно-технологические пути обеспечения национальной безопасности России. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 268 с.