

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ ПРОДУКЦИИАлександр Васильевич ЛЕОНОВ^а, Алексей Юрьевич ПРОНИН^б*^а доктор экономических наук, профессор, ведущий научный сотрудник,
46-й Центральный научно-исследовательский институт Минобороны России, Москва, Российская Федерация
alex.clein51@yandex.ru^б кандидат технических наук, старший научный сотрудник,
46-й Центральный научно-исследовательский институт Минобороны России, Москва, Российская Федерация
pronin46@bk.ru

* Ответственный автор

История статьи:Получена 02.03.2017
Получена в доработанном виде
02.04.2017
Одобрена 26.04.2017
Доступна онлайн 28.06.2017

УДК 355/359

JEL: G18, G28, H11, O21

<https://doi.org/10.24891/ni.13.6.1004>**Ключевые слова:**фундаментальные научные
исследования,
высокотехнологичная
продукция, научно-технический
задел, экспертные оценки**Аннотация****Тема.** Разработка методического инструментария определения приоритетных направлений фундаментальных научных исследований для создания высокотехнологичной продукции является одной из важнейших задач программно-целевого планирования. В условиях принципиальной невозможности проведения фундаментальных научных исследований по «широкому спектру» актуальной задачей становится формирование такого рационального состава приоритетных направлений фундаментальных научных исследований, который позволял бы создавать изделия высокотехнологичной продукции с высоким качеством с учетом ограничений финансовых ресурсов.**Цели.** Разработка методического инструментария на основе установления взаимосвязи требований, предъявляемых заказчиком к технико-экономическим характеристикам разрабатываемых изделий высокотехнологичной продукции и потребностей в проведении фундаментальных научных исследований.**Методология.** В статье обоснование рационального состава приоритетных фундаментальных научных исследований ставится как задача многокритериальной коллективной экспертизы. В качестве наиболее результативного экспертного метода используется метод анализа иерархий Т. Саати. Для решения задачи данный метод был модифицирован в направлении многоуровневого последовательного экспертного моделирования процесса оценки влияния научных достижений на создание высокотехнологичной продукции с учетом принципа самоорганизации. С использованием предложенного модифицированного метода преодолеваются методические трудности, связанные с непосредственной оценкой влияния научных достижений на создание высокотехнологичной продукции.**Результаты.** Разработаны основные положения методического инструментария определения приоритетных направлений фундаментальных научных исследований, предназначенного для оценки влияния научных достижений на создание высокотехнологичной продукции с использованием типовых функционально-технологических моделей. Разработана методика обоснования рационального состава перспективных направлений фундаментальных научных исследований для создания высокотехнологичной продукции.**Значимость.** Предложенный методический инструментарий является достаточно универсальным и поэтому может использоваться для решения практических задач обоснования мероприятий по планированию научно-технического задела для создания перспективных изделий высокотехнологичной продукции.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2017

Введение

Высокотехнологичная продукция (ВТП) представляет собой сложнотехнические изделия, созданные на основе применения уникальных производственных процессов, либо продукцию, реализующую свои потребительские функции с использованием новейших физико-технических эффектов [1].

Создание ВТП представляет собой весьма сложный и затратный процесс, который включает формирование научно-технического задела (НТЗ)

с широким использованием научных достижений (НД). Так, например, процесс создания НТЗ в интересах проведения опытно-конструкторских работ (ОКР) включает в себя этапы формирования научного, научно-технологического и производственно-технологического заделов. При этом фаза создания НТЗ поглощает примерно 10% от общих бюджетных затрат на создание отечественных изделий ВТП [2–5]. Примерно аналогичная ситуация с финансированием НИОКР из федерального бюджета по созданию изделий ВТП складывается в ведущих в технологическом

отношении зарубежных странах (в частности в США¹).

На создание ВТП в рамках обоснования, формирования и реализации государственных программ² (ГП) из госбюджета в последние годы выделяются значительные финансовые ресурсы³ [6–8]. Результативность использования этих ресурсов напрямую зависит от качества плановых документов, что не в последнюю очередь определяется совершенством используемого для их разработки и реализации методологического аппарата.

Разработка и реализация ГП в Российской Федерации осуществляется в соответствии с нормативно-правовыми актами⁴, в частности, Федеральным законом «О стратегическом планировании в Российской Федерации» и Указом Президента Российской Федерации «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации». Планирование научно-технологического развития в Российской Федерации осуществляется на основе использования методологии программно-целевого планирования (ПЦП). В соответствии со Стратегией научно-технологического развития под научно-технологическим развитием понимается «трансформация науки и технологий в ключевой фактор развития России и обеспечения способности страны отвечать на большие вызовы».

Согласно данным документам в ближайшие 10–15 лет приоритетами научно-технологического развития Российской Федерации следует считать те направления, которые позволят получить новые научные и научно-технические результаты и создать технологии, являющиеся основой

инновационного развития внутреннего рынка продуктов и услуг, устойчивого положения страны на внешнем рынке и обеспечат:

- переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования;
- переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии;
- переход к персонализированной медицине, высокотехнологичному здравоохранению и технологиям здоровьесбережения;
- противодействие техногенным, биогенным угрозам, терроризму и идеологическому экстремизму, а также киберугрозам и иным источникам опасности для общества, экономики и государства;
- создание перспективных транспортно-логистических систем, освоение и использование космического и воздушного пространства.

Для реализации данных задач уже сегодня необходимо выявление приоритетных направлений фундаментальных научных исследований в следующих областях знаний: информатика, материаловедение, механика, энергетика, биология, экология и др.

В связи с этим одним из актуальных направлений дальнейшего совершенствования методологии ПЦП является разработка методического инструментария определения приоритетных направлений фундаментальных научных исследований (ФНИ) для создания высокотехнологичной продукции.

В условиях недостаточного финансирования создания НТЗ и принципиальной невозможности проведения ФНИ по «широкому спектру» актуальной задачей становится формирование такого рационального состава приоритетных направлений ФНИ, который позволял бы создавать изделия ВТП высокого качества с учетом ограничений финансовых ресурсов, выделяемых на проведение фундаментальных научных исследований.

Под качеством создаваемой ВТП согласно ГОСТ 15467-79 «Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения» в данной статье понимается совокупность свойств

¹ Бочаров Л.Ю., Корчак В.Ю., Тужиков Е.З. Новобранцы для мозгового штурма // Военно-промышленный курьер. 2016. № 41. С. 8–9.

² Государственная программа (ГП) – это документ стратегического планирования, содержащий комплекс планируемых мероприятий, взаимоувязанных по задачам, срокам осуществления, исполнителям и ресурсам, и инструментов государственной политики, обеспечивающих в рамках реализации ключевых государственных функций достижение приоритетов и целей государственной политики в сфере социально-экономического развития и обеспечения национальной безопасности Российской Федерации [1].

³ Викулов С.Ф. Военно-экономический анализ: учебник. М.: Военный университет, 2015. 340 с.; Викулов С.Ф. Вопросы эволюции методологии программно-целевого планирования развития сложных систем // Вестник Военного финансово-экономического университета. 2006. № 1.

⁴ О стратегическом планировании в Российской Федерации: Федеральный закон от 28.06.2014 № 172-ФЗ; Об утверждении порядка разработки, реализации и оценки эффективности государственных программ Российской Федерации: пост. Правительства РФ от 02.08.2010 № 588; О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации: Указ Президента РФ от 01.12.2016 № 642.

продукции, обуславливающих ее способность удовлетворять определенные потребности сообразно ее назначению, то есть соответствие ее показателей заданным требованиям⁵. С этой точки зрения качество рассматривается как совокупность показателей, закрепленных в технических регламентах, стандартах и иной нормативной документации⁶.

Повышение качества ВТП – сложная и многогранная проблема, для решения которой требуются совместные усилия федеральных органов исполнительной власти, предприятий и организаций. Основными слагаемыми качества ВТП являются технический уровень, заложенный в документации на изделие, степень реализации этого уровня в процессе изготовления, степень реализации потребительских свойств этой продукции в эксплуатации. Для высокотехнологичной продукции основными стадиями жизненного цикла согласно ГОСТ РВ 15.004-2004 являются:

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

В последнее время в качестве отдельной стадии жизненного цикла ВТП часто выделяют «утилизацию». Таким образом, качество ВТП закладывается при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) по ее созданию, обеспечивается на стадии производства и поддерживается в процессе эксплуатации. При этом требования к качеству ВТП устанавливает заказчик, в отличие от продукции общепромышленного применения. Особую озабоченность заказчика в последние годы вызывает уровень качества ВТП (в частности, надежности), который усугубляется высокими затратами на обнаружение и устранение последствий отказов в условиях эксплуатации (использования) ВТП. Основными причинами сложившегося положения, в частности, являются⁷:

- несоблюдение предприятиями порядка и правил разработки ВТП, в том числе испытаний, а также

технологии производства, в то время как отечественный и зарубежный опыт показывает, что уровень качества ВТП на 90–95% обеспечивается в процессе проведения НИОКР;

- отсутствие фундаментальных, прогнозных и поисковых научных исследований, направленных на обеспечение качества и надежности ВТП.

Внедрение инновационных научно-технических и технологических достижений в сферу создания ВТП является дополнительным фактором, обуславливающим острую необходимость получения количественных оценок влияния ФНИ на качество создаваемой ВТП.

Цель данной статьи состоит в разработке методического инструментария, предназначенного для определения приоритетных направлений фундаментальных научных исследований для создания высокотехнологичной продукции. В целях достижения сформулированной цели в данной статье последовательно решены следующие задачи:

- 1) разработан метод оценки влияния НД на создание НТЗ для изделий ВТП с учетом ограничений на объемы выделяемых на эти цели ассигнований;
- 2) разработана методика обоснования рационального состава приоритетных направлений ФНИ для создания ВТП и приведен пример ее практического использования.

Метод оценки влияния НД на создание НТЗ для изделий ВТП с учетом ограничений на объемы выделяемых на эти цели ассигнований

Анализ основных отличительных особенностей работ фундаментального характера (в том числе поисковых исследований в интересах создания принципиально новых изделий ВТП) в России и за рубежом показал, что основные направления отечественных ФНИ в целом совпадают с проводимыми исследованиями в ведущих зарубежных странах. В то же время в России на данные ФНИ выделяется в десятки раз меньше финансовых средств. Именно поэтому в современных экономических условиях особую актуальность приобретает задача рационального планирования ФНИ и выбора тех направлений фундаментальных исследований, которые оказывают наибольшее влияние на качество создаваемых изделий ВТП.

⁵ Война и мир в терминах и определениях / под общ. ред. Д.О. Рогозина. М.: По Рог, 2004.

⁶ Леонов А.В., Алфёрова Т.К., Андрейков И.П. Стандартизация – важнейший экономический инструмент повышения качества оборонной продукции // Компетентность. 2015. № 1(122). С. 20–27.

⁷ Там же.

Имеющиеся научно-методические разработки в данной области посвящены лишь отдельным составляющим поставленной задачи (координации научно-технологических программ, обоснованию научно-технологических приоритетов, экономической оценке программ ФНИ, определению исполнителей ФНИ и др.). В связи с этим 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 перспективных изделий ВТП и предъявляемых к ним требований.

Для решения этой задачи предлагается использовать функционально-технологические модели (ФТМ) основных типов (классов) разрабатываемой ВТП, которые представляют собой многоуровневую декомпозицию изделий ВТП на составные части, в том числе функционально-технологические блоки (ФТБ) и элементы. При этом под «основным типом» понимается искусственно выделенная группа перспективных изделий ВТП, обладающих максимальной структурно-функциональной общностью. Определяющую роль в достижении высокого технического уровня ФТБ играет процесс формирования НТЗ с широким использованием научных достижений, которые являются результатом проводимых фундаментальных научных исследований. На основе анализа структурных функционально-технологических особенностей разрабатываемых изделий ВТП предполагается обеспечить сквозное планирование и управление развитием ВТП, начиная с фундаментальных исследований. Таким образом, ФТМ являются наиболее рациональной формой представления информации о структурных особенностях разрабатываемых изделий ВТП. Отечественный и зарубежный опыт однозначно свидетельствует в пользу того, что разработка и применение типовых ФТМ при проведении ФНИ позволяет повысить эффективность работ по созданию ВТП и обосновать потребный объем ассигнований на их создание.

Однако построение ФТМ изделий ВТП 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 изделия 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 ВТП 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 изделий ВТП, и потребностей в проведении ФНИ, направленных на создание научно-технического задела (рис. 1).

Общая постановка решения данной научной задачи заключается в следующем.

Известно: множество планируемых к созданию изделий ВТП и требований к ним; множество (перечень) функционально-технологических моделей основных типов ВТП.

Требуется: для заданного множества планируемых к созданию изделий ВТП 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 качество создаваемой ВТП с учетом финансовых ограничений на фундаментальные научные исследования в этой области:

$$W(X) \Rightarrow \arg \max_{X_i \in X_{\text{полн}}} \sum w(x_i);$$

$$\sum_i C(x_i) \leq C_{\text{зад}}, \quad (1)$$

где $w(x_i)$ – оценочное значение влияния ожидаемых результатов x_i -го ФНИ на качество создаваемой ВТП;

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

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

$C_{\text{зад}}$ – заданные объемы финансирования создания НТЗ для ВТП.

Содержание методики обоснования рационального состава приоритетных направлений ФНИ для создания ВТП, базирующейся на данной постановке научной задачи, представлено далее.

Методика обоснования рационального состава приоритетных направлений ФНИ для создания ВТП

В основу данной методики положена логическая взаимосвязь требований, предъявляемых заказчиком к разрабатываемым изделиям ВТП, и потребностей в проведении ФНИ, направленных на создание научно-технического задела (см. рис. 1).

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

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

Вначале изделия ВТП по результатам анализа их ФТМ разбиваются на основные функционально-технологические блоки, совершенствование которых оказывает наибольшее влияние на достижение заданных требований к показателям создаваемой ВТП. Пример такого разбиения показан в работах В.М. Буренка, А.М. Батьковского и др.⁸ [2–4, 6, 9].

Затем экспертно определяется состав важнейших технологий, которые позволяют усовершенствовать каждый ФТБ. При этом осуществляется оценка достаточности существующих технологий для создания перспективных изделий ВТП, в противном случае определяется «приращение» технологий, необходимое для повышения качества перспективных изделий ВТП [6].

По результатам анализа состава важнейших технологий экспертно определяется необходимый состав ФНИ, результаты которых позволят сформировать соответствующий НТЗ для проведения прикладных исследований в интересах создания изделий ВТП.

⁸ Леонов А.В., Пронин А.Ю. Оценка затрат на создание высокотехнологичной продукции // Компетентность. 2015. № 5(126). С. 20–27; Леонов А.В., Пронин А.Ю. Оценка затрат на создание высокотехнологичной продукции // Компетентность. 2015. № 6(127). С. 32–37.

Далее в интересах повышения обоснованности состава приоритетных ФНИ, ожидаемые результаты которых будут иметь целевую направленность на разработку конкретных изделий ВТП, проводится ранжирование научных исследований в соответствии с их научно-техническим влиянием на создание ВТП.

Таким образом, задача обоснования рационального состава приоритетных ФНИ становится по своей сути задачей многокритериальной коллективной экспертизы. В связи с этим для обеспечения наиболее полного охвата вопросов, связанных с определением потребностей в ФНИ с учетом требований к планируемым к созданию перспективным изделиям ВТП, 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 многоуровневого последовательного экспертного моделирования процесса оценки влияния НД на создание ВТП. Суть модификации заключается в построении некоторого многоуровневого множества информационно-логических матриц оценок влияния НД на создание ВТП, базирующихся на принципе самоорганизации. В соответствии с указанным принципом формирование оценок влияния НД на создание ВТП на каждом уровне осуществляется одновременно с учетом двух разнонаправленных движущих сил самоорганизации:

- требований, предъявляемых каждым вышестоящим уровнем (начиная от требований, предъявляемых к перспективным изделиям ВТП) к нижестоящему уровню;
- оценок влияния каждого нижестоящего уровня на вышестоящий уровень.

Таким образом, достаточно сложный процесс оценки влияния НД на создание ВТП моделируется как многоуровневый процесс самоорганизации моделей экспертных оценок. С использованием предложенного модифицированного метода преодолеваются методические трудности, связанные с непосредственной оценкой влияния НД на создание ВТП.

Содержание основных этапов предлагаемой методики, основанной на модифицированном методе, приведено на *рис. 2*.

Этап 1. Формирование сквозной информационно-логической схемы: ВТП – 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 ВТП – ФТБ оценивается влияние качества ФТБ на показатели ВТП (1-й уровень), в матрице ФТБ – технологии оценивается влияние технологий на ФТБ (2-й уровень), в матрице технологии – ФНИ оценивается влияние НД в ФНИ на приращение технологий (3-й уровень).

Общее формализованное представление матрицы влияния имеет следующий вид:

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

где γ – номер уровня информационно-логической матрицы;

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

α – количество элементов γ -го уровня иерархии;

β – количество элементов вышестоящего уровня иерархии.

Для проведения экспертных оценок используется вербально-числовая (знаковая) шкала, предложенная в работах В.М. Буренка, В.Ю. Корчака, А.А. Ивлева⁹ [2–4]:

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

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

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

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

В случае участия в экспертизе нескольких специалистов оценки всех экспертов усредняются, и рассчитываются 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.

В этих целях для каждой матрицы влияния осуществляются следующие операции:

а) рассчитывается сумма элементов строки:

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

где $w_j^{\gamma-1}$, $i = 1, \dots, \alpha$ – вектор влияния факторов предшествующего уровня;

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

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

Оценку влияния ожидаемых результатов ФНИ на разработку важнейших технологий целесообразно осуществлять с использованием набора критериев, приведенных на *рис. 3*.

В интересах оценки влияния ожидаемых результатов ФНИ на создание ВТП 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 изделий ВТП.

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 научных исследованиях в полном объеме. Однако при большом количестве ФНИ решение сформулированной задачи методом простого перебора альтернативных вариантов является

⁹ Леонов А.В., Пронин А.Ю. Оценка затрат на создание высокотехнологичной продукции // Компетентность. 2015. № 5(126). С. 20–27; Леонов А.В., Пронин А.Ю. Оценка затрат на создание высокотехнологичной продукции // Компетентность. 2015. № 6(127). С. 32–37.

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 [11], 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 получают 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-технические направления.

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, удовлетворяющий заданному требованию по ограничению стоимости.

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

Пример

Иерархическая схема определения потребностей в ФНИ для создания перспективного изделия ВТП, разработанная в соответствии с изложенной методической схемой, представлена на *рис. 4*.

Отбор экспертов для оценки научно-технического влияния ожидаемых результатов ФНИ на технико-экономические показатели перспективного изделия ВТП осуществлялся на основании значений показателей, характеризующих качество коллективной экспертизы и ее участников (коэффициент аргументации принимаемого экспертом решения, коэффициент осведомленности эксперта, коэффициент компетентности эксперта и коэффициент представительности экспертной группы), определяемых в соответствии с подходом к формированию экспертных групп и проведению коллективной экспертизы [12].

В соответствии с разработанным методом определяются доминирующие последовательности для каждого функционально-технологического блока. На *рис. 4* цифрами обозначены доминирующие последовательности для важнейших технологий, определяющих технический уровень ФТБ. На завершающем этапе формируется общая доминирующая последовательность для перспективного изделия ВТП.

Заключение

Предложенный методический инструмент обоснования потребностей в ФНИ и оценки влияния их результатов на создание перспективных изделий ВТП представляет собой объективный инструмент выбора научных приоритетов исходя из потребностей в создании

ВТП и возможностей отечественной науки (влияние научных достижений на создание ВТП).

Использование методического инструментария в практической деятельности органов планирования и управления созданием ВТП позволит организовать взаимоувязанный и нацеленный на конечный результат цикл исследований от ФНИ к технологиям и от технологий к перспективным изделиям ВТП нового поколения с учетом существующих экономических ограничений. Это позволит также повысить эффективность реализации результатов НИР фундаментального характера в прикладных исследованиях в интересах создания перспективных изделий ВТП.

Для повышения эффективности использования методического инструментария и охвата всего спектра мнений в рассматриваемой области в качестве экспертов целесообразно привлекать специалистов заказывающих управлений и научно-исследовательских организаций федеральных органов исполнительной власти, в том числе Минобороны России, организаций РАН и высшей школы, а также предприятий – разработчиков ВТП.

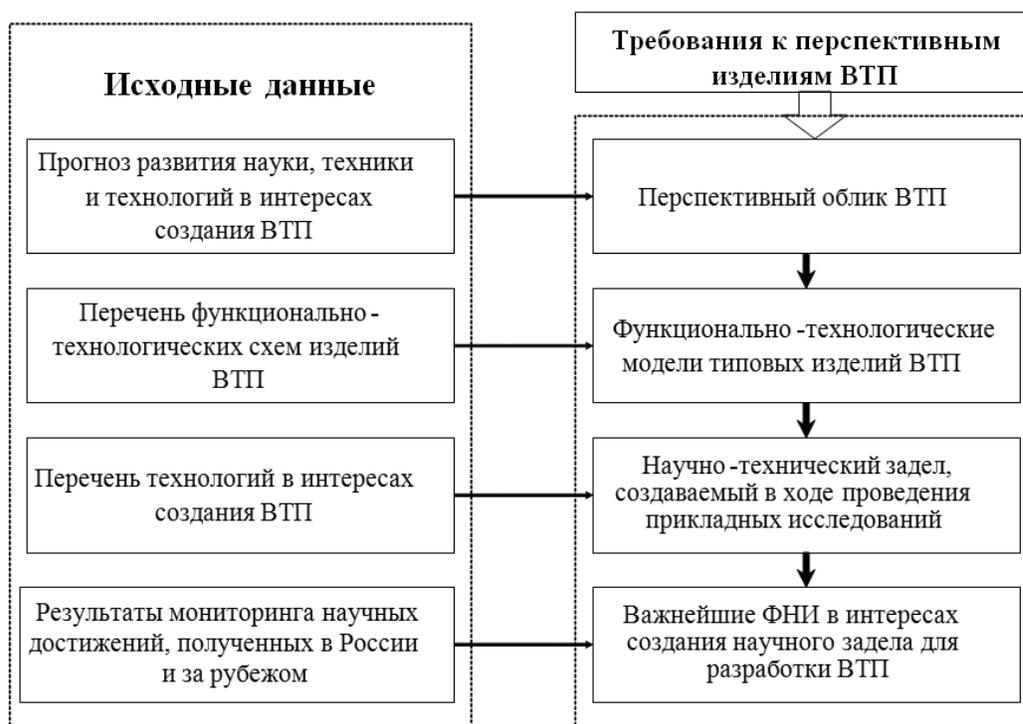
Предложенный методический инструментарий является достаточно универсальным и поэтому может использоваться для решения практических задач обоснования мероприятий по планированию НТЗ для создания перспективных изделий ВТП.

Рисунок 1

Обобщенная схема взаимосвязи требований к ВТП и потребностей в проведении ФНИ

Figure 1

A general scheme showing the correlation of high-tech production requirements and needs in basic research



Источник: составлено авторами

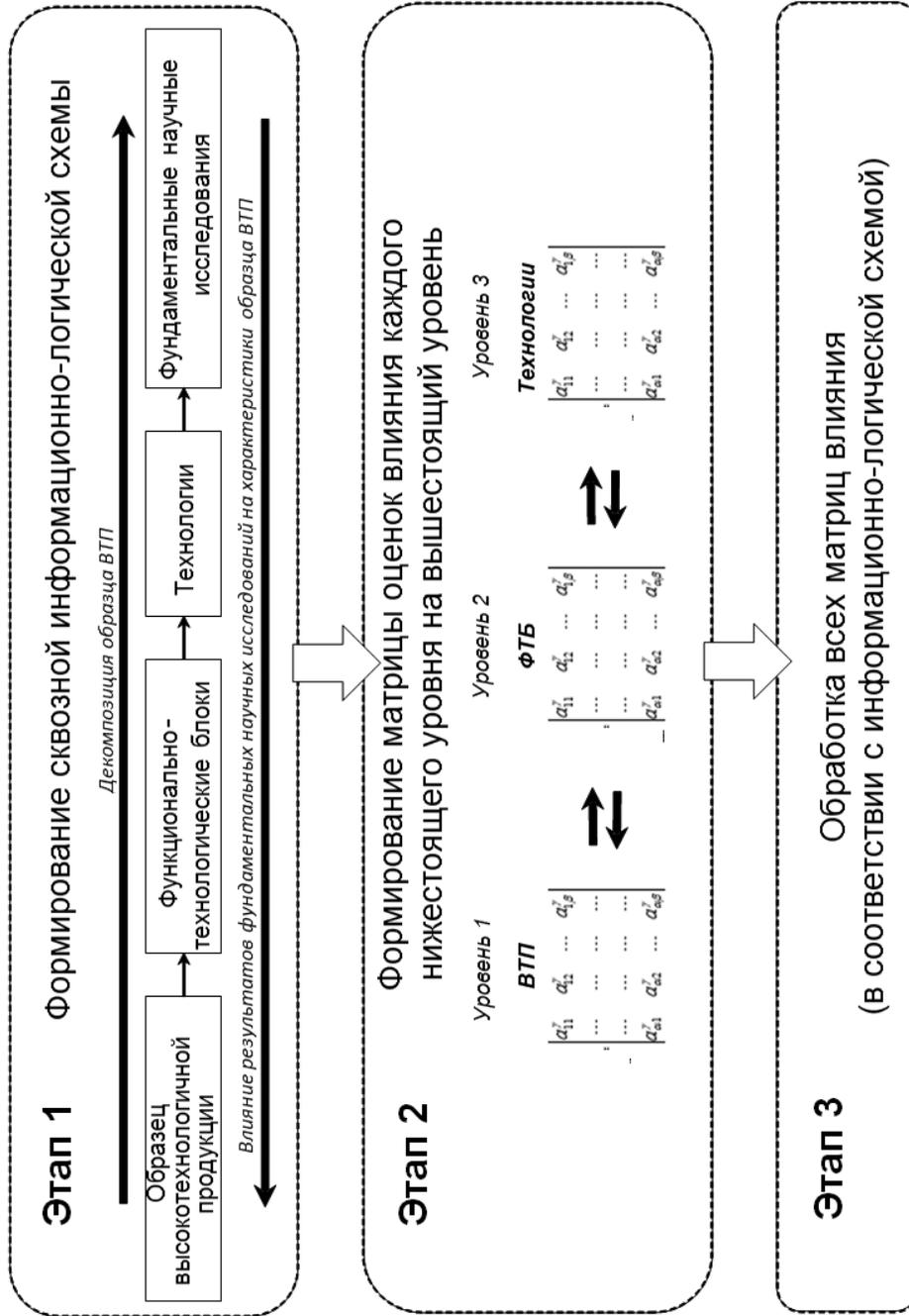
Source: Authoring

Рисунок 2

Алгоритм методики обоснования рационального состава перспективных направлений ФНИ для создания ВТП

Figure 2

An algorithm embedded in the method for substantiating reasonable areas of basic research for purposes of high-tech production



Источник: составлено авторами

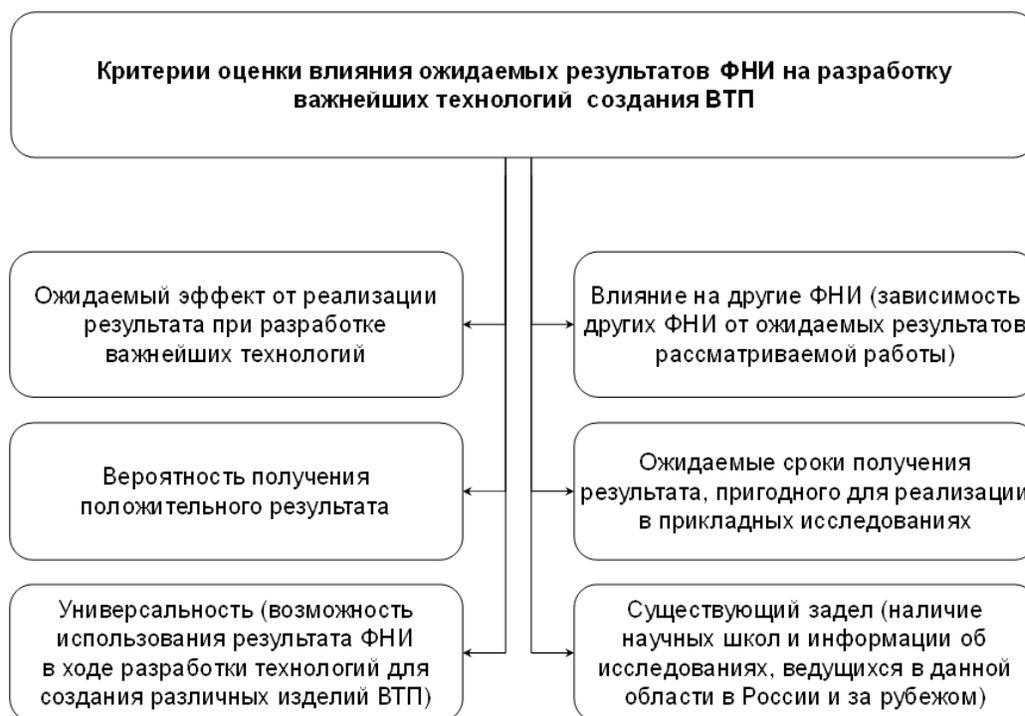
Source: Authoring

Рисунок 3

Критерии оценки влияния ожидаемых результатов ФНИ на разработку важнейших технологий создания ВТП

Figure 3

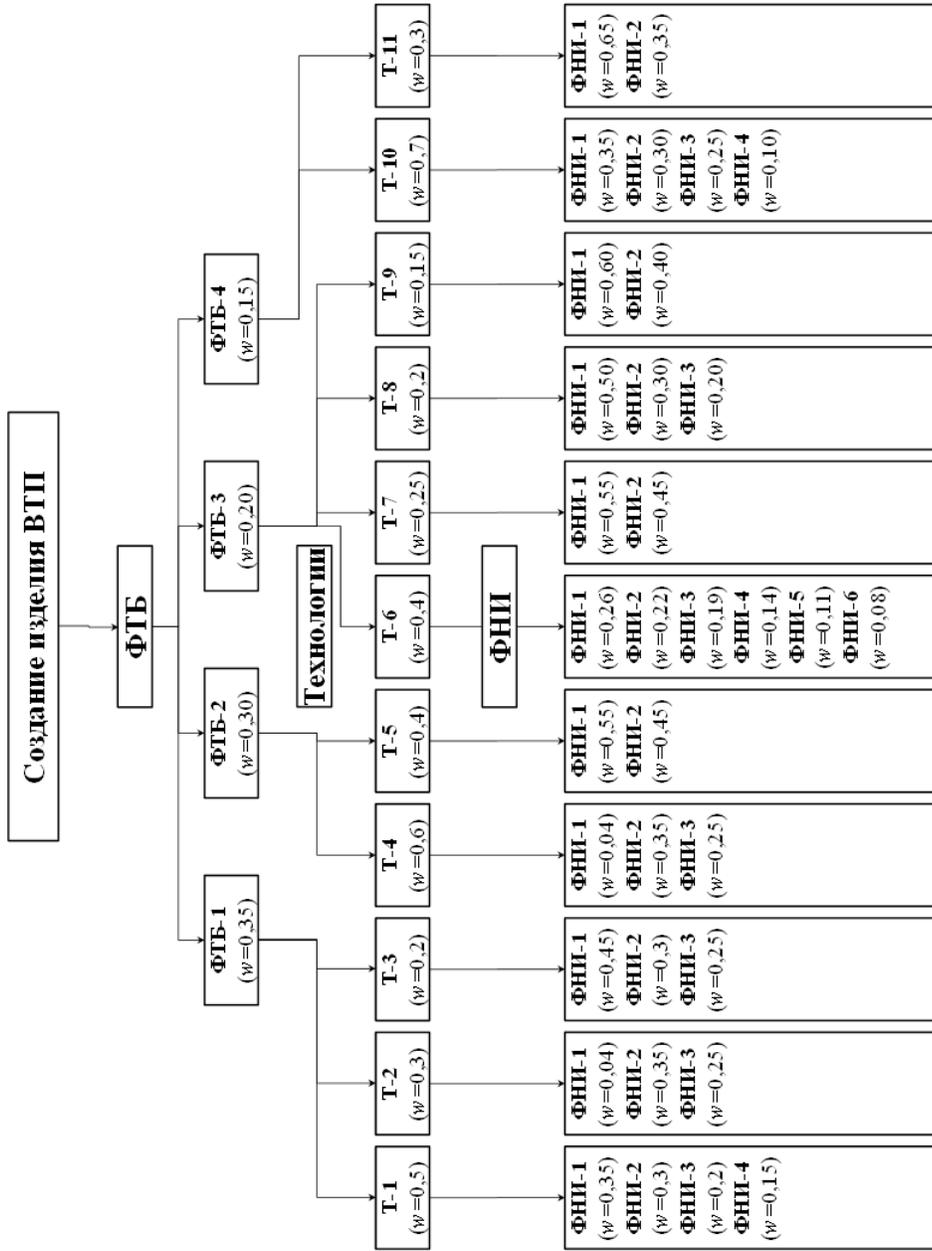
Criteria to evaluate how the expected outcome of basic research influence the development of critical high-tech production technologies



Источник: составлено авторами

Source: Authoring

Рисунок 4
 Иерархическая схема определения потребностей в ФНИ для создания перспективного изделия ВТП
Figure 4
 The hierarchical scheme for determining the needs in basic research to create a robust high-tech product



Источник: составлено авторами
 Source: Authoring

Список литературы

1. Буренок В.М., Лавринов Г.А., Подольский А.Г. Оценка стоимостных показателей высокотехнологичной продукции. М.: Граница, 2012. 424 с.
2. 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.
3. *Batkovskiy A.M., Leonov A.V., Pronin A.Y. et al. Models of Economic Evaluation of High-Tech Products // Indian Journal of Science and Technology. 2016. Vol. 9. Iss. 28. URL: <http://indjst.org/index.php/indjst/article/view/97660/0>*
4. Буренок В.М., Ивлев А.А., Корчак В.Ю. Развитие военных технологий XXI века: проблемы, планирование, реализация. Тверь: Купол, 2009. 624 с.
5. Буренок В.М., Ивлев А.А., Корчак В.Ю. Программно-целевое планирование и управление созданием научно-технического задела для перспективного и нетрадиционного вооружения. М.: Граница, 2007. 408 с.
6. Батьковский А.М., Фомина А.В., Леонов А.В., Пронин А.Ю. и др. Совершенствование управления оборонно-промышленным комплексом: монография. М.: ОнтоПринт, 2016. 472 с.
7. Викулов С.Ф. Экономика военного строительства: эволюция взглядов на проблемы, методы, решения. М.: Граница, 2013. 608 с.
8. Хрусталёв Е.Ю. Экономические проблемы военной безопасности. М.: Наука, 2005. 427 с.
9. Леонов А.В., Пронин А.Ю., Семериков Н.В. Техно-экономическая оценка эффективности совместного использования новых и традиционных технологий при проектировании наукоемкой продукции двойного назначения // *Двойные технологии*. 2015. № 2. С. 38–45.
10. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1989. 316 с.
11. Вентцель Е.С. Исследование операций. М.: Советское радио, 1972. 552 с.
12. Лясковский В.Л., Смирнов С.С., Пронин А.Ю. Методика оценки компетентности экспертов при формировании предложений в проекты программных документов // *Вооружение и экономика*. Электронный научный журнал. 2013. № 3. С. 54–59. URL: <http://viek.ru/24/54-59.pdf>

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

PRIORITIZING THE AREAS OF BASIC RESEARCH FOR THE CREATION OF HIGH-TECHNOLOGICAL PRODUCTS

Aleksandr V. LEONOV^a, Aleksei Yu. PRONIN^{b,*}^a 46th Central Research Institute of RF Ministry of Defense, Moscow, Russian Federation
alex.clein51@yandex.ru^b 46th Central Research Institute of RF Ministry of Defense, Moscow, Russian Federation
pronin46@bk.ru

* Corresponding author

Article history:Received 2 March 2017
Received in revised form
2 April 2017
Accepted 26 April 2017
Available online 28 June 2017**JEL classification:** G18, G28,
H11, O21<https://doi.org/10.24891/ni.13.6.1004>**Keywords:** basic research,
high-tech product, S&T, expert
assessment**Abstract****Importance** The development of methodological tools is one of the most important objectives of performance-based planning for prioritizing basic researches for creating high-tech products. Thus, it is important to set up priorities of basic researches so to create high-tech products of good quality, notwithstanding limited financial resources.**Objectives** The research devises methodological tools and traces how the customer's requirements to technical and economic characteristics of high-tech products correlate with needs in basic researches.**Methods** The article stipulates that it is the matter of multiple criteria and collective examination to substantiate the reasonable composition of crucial basic researches. The analytical hierarchy process created by T. Saaty was used as the most productive expert method. To address the objectives, we modify this method for multi-tier consecutive expert modeling of the way scientific achievements in high-tech production are evaluated in line with the self-organization principle. This modified method helps to overcome methodological difficulties in evaluating the effect of scientific achievements in high-tech production.**Results** We outline key principles of the methodological framework for prioritizing the areas of basic researches and evaluating how scientific achievements influence high-tech production, using ordinary functional and technological models. We present our own method to substantiate what areas of basic research would be reasonable to create high-tech products.**Conclusions and Relevance** The proposed methodological tools are quite versatile. That is why they can be used to address practical tasks in substantiating the activities needed to plan the S&T basis for high-tech production.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2017

References

1. Burenok V.M., Lavrinov G.A., Podol'skii A.G. *Otsenka stoimostnykh pokazatelei vysokotekhnologichnoi produktsii* [Evaluating cost indicators of high-tech products]. Moscow, Granitsa Publ., 2012, 424 p.
2. Burenok V.M., Leonov A.V., Pronin A.Yu. *Voenno-ekonomicheskie i innovatsionnye aspekty integratsii netraditsionnykh vidov oruzhiya v sostav sistemy vooruzheniya* [Military, economic and innovative methods of integrating the non-conventional types of weapons into the armament system]. Moscow, Granitsa Publ., 2014, 240 p.
3. Batkovskii A.M., Leonov A.V., Pronin A.Yu. et al. Models of Economic Evaluation of High-Tech Products. *Indian Journal of Science and Technology*, 2016, vol. 9, iss. 28. URL: <http://indjst.org/index.php/indjst/article/view/97660/0>
4. Burenok V.M., Ivlev A.A., Korchak V.Yu. *Razvitie voennykh tekhnologii XXI veka: problemy, planirovanie, realizatsiya* [The development of military technologies of the 21st century: Problems, planning, implementation]. Tver, Kupol Publ., 2009, 624 p.
5. Burenok V.M., Ivlev A.A., Korchak V.Yu. *Programmno-tselevoe planirovanie i upravlenie sozdaniem nauchno-tekhnicheskogo zadela dlya perspektivnogo i netraditsionnogo vooruzheniya* [Performance-based planning and managing the creation of the S&T framework for promising and non-conventional armament]. Moscow, Granitsa Publ., 2007, 408 p.

6. Bat'kovskii A.M., Fomina A.V., Leonov A.V. et al. *Sovershenstvovanie upravleniya oboronno-promyshlennym kompleksom: monografiya* [Improving the military-industrial complex management: a monograph]. Moscow, OntoPrint Publ., 2016, 472 p.
7. Vikulov S.F. *Ekonomika voennogo stroitel'stva: evolyutsiya vzglyadov na problemy, metody, resheniya* [The military construction economy: An evolution of views on the issues, methods, solutions]. Moscow, Granitsa Publ., 2013, 608 p.
8. Khrustalev E.Yu. *Ekonomicheskie problemy voennoi bezopasnosti* [Economic issues of military security]. Moscow, Nauka Publ., 2005, 427 p.
9. Leonov A.V., Pronin A.Yu., Semerikov N.V. [Technical and economic evaluation of the effectiveness of the joint use of new and traditional technologies in the design of high-tech products of dual-use items]. *Dvoinye tehnologii = Dual Technologies*, 2015, no. 2, pp. 38–45. (In Russ.)
10. Saaty T. *Prinyatie reshenii. Metod analiza ierarkhii* [Decision Making for Leaders: The Analytical Hierarchy Process for Decisions in a Complex World]. Moscow, Radio i svyaz' Publ., 1989, 316 p.
11. Ventzel' E.S. *Issledovanie operatsii* [Operations research]. Moscow, Sovetskoe radio Publ., 1972, 552 p.
12. Lyaskovskii V.L., Smirnov S.S., Pronin A.Yu. [Methods for assessing the competence of experts in the process of formation of the proposals in the draft policy documents]. *Vooruzhenie i ekonomika*, 2013, no. 3, pp. 54–56. (In Russ.) Available at: <http://viek.ru/24/54-59.pdf>

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.