Афанасьев А.Л., Голубев С.С., Курицын А.В.[1]

ГЛОБАЛЬНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ИНТЕРЕСАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОБОРОНЫ И БЕЗОПАСНОСТИ ГОСУДАРСТВА

***Ключевые слова**: национальные приоритеты, оборона и безопасность государства, прогноз, наука, техника, технологии.*

Введение

Одной из важнейших задач, стоящих перед отечественными промышленными предприятиями на современном этапе, является разработка и реализация приоритетов научно-технологического развития, определяемых на основе выявления глобальных тенденций технологического развития России и существующих угроз обеспечению обороны и безопасности государства.. От эффективной реализации приоритетов научно-технологического развития зависит укрепление обороны страны, обеспечение незыблемости конституционного строя, суверенитета, независимости, государственной и территориальной целостности Российской Федерации. Обладание государством уникальными технологиями и современной техникой сегодня является важнейшим конкурентным преимуществом на мировых рынках.[2]

Одним из наиболее эффективных инструментов решения этих задач является выявление глобальных трендов научно-технологического развития и разработка на их основе долгосрочных прогнозов научно-технологического развития с использованием методов форсайта, включая комплекс количественных моделей, методов качественного анализа и экспертных оценок. К настоящему моменту в ведущих в технологическом отношении государствах разработаны тысячи таких прогнозов, результаты которых используются в качестве основы для принятия стратегических решений на национальном, отраслевом и корпоративном уровнях.

Неотъемлемой частью формирования политики в сфере обороны и обеспечения безопасности государства, как показывает опыт в США, Германии, Великобритании и

[1] Афанасьев Александр Леонидович – к.т.н., руководитель Центра прогнозирования развития науки, техники и технологий ЦНИИ «Центр». E-mail: afal69@mail.ru

Голубев Сергей Сергеевич – д.э.н., к.т.н., профессор, в.н.с. ЦНИИ «Центр». E-mail: sergei.golubev56@mail.ru

Курицын Александр Викторович – в.н.с. ЦНИИ «Центр». E-mail: akyritsun@cniicentr.ru

[2] Указ Президента Российской Федерации от 23 февраля 2017 г № 91 «Основы государственной политики в области развития ОПК на период до 2025 года и дальнейшую перспективу».

Китая, является научно-техническое прогнозирование. Разнообразные прогнозные документы по итогам форсайт-исследований, в том числе сценарии, технологические дорожные карты и перечни критических технологий, служат основой для разработки соответствующих долгосрочных стратегий и программ развития.

Необходимость правильного выбора приоритетных направлений научно-технологического развития ОПК обусловлена тем, что современное состояние экономики и общества характеризуется все возрастающей сложностью, высоким уровнем неопределенности и скорости происходящих процессов, ключевую роль в которых играют наука и технологии. В этих условиях цена ошибок при принятии стратегических решений значительно возрастает, что приводит к необходимости формирования адекватных представлений о глобальных вызовах, связанных с ними перспективах развития отдельных секторов экономики, факторах, определяющих это развитие, их количественных и качественных характеристиках.

Методология проведения исследований

Методология обоснования перспективных направлений научно-технологического развития ОПК построена на основе выявления глобальных трендов научно-технологического развития в интересах обеспечения обороны страны и безопасности государства на долгосрочный период.

При выявлении глобальных трендов используются такие инструменты, как библиометрический и патентный анализ, анализ больших данных, сканирование горизонтов, джокеры и слабые сигналы. При выявлении угроз и возможностей научно-технологического развития ОПК широко используются математическое моделирование и комплекс аналитических методов форсайта (STEEPV+, SWOT, WiWe, наукометрический анализ, текст-майнинг, разработка сценариев и др.)[1].

Методология обоснования перспективных направлений научно-технологического развития ОПК предполагает следующую последовательность работ:

1. характеристику глобальных научно-технологических трендов и рынков;
2. характеристику угроз и возможностей научно-технологического развития ОПК;
3. разработку предложений по перспективным направлениям развития научно-технологического развития ОПК, включая развитие технологий гражданского, двойного назначения и ФППИ;

[1] Глобальные технологические тренды / Соколова А.В. и др. под ред. Л.М. Гохберга. – М.: НИУ ВШЭ, 2016. – С. 192.

4. разработку предложений по направлениям и инструментам реализации научно-технической политики развития ОПК;

5. валидация результатов обоснования перспективных направлений НТР ОПК.

В основе формирования перспектив технологического развития ОПК лежит подробный анализ тенденций развития мировой науки и технологий в области ОПК, а также научных и технологических разработок, проводимых организациями ОПК.

Для проведения таких исследований требуется осуществить сбор и обработку данных, получаемых от подведомственных организаций Минобрнауки, организаций ОПК, а также необходимо провести всесторонний анализ результатов и подготовить экспертное заключение с информацией о наиболее актуальных и востребованных технологиях, обеспечивающих отраслевое превосходство в ближайшей перспективе.

В результате анализа научно-технологического развития и достигнутого в настоящее время его состояния можно говорить о высоком уровне развития и паритете с ведущими странами мира по таким направлениям, как :

- высокоэнергетические конденсированные системы;
- материаловедение;
- технологии гиперзвука;
- робототехнические системы;
- системы радиолокации.

Значительные достижения сегодня имеются на таких научных направлениях, как:

- ядерная физика;
- автономные энергетические системы;
- физика океана.

Отставание от общемирового уровня сегодня наблюдается по таким научно-технологическим направлениям, как:

- микроэлектроника;
- оптика и квантовая электроника;
- биология и биотехнологии;
- медицина.

В остальных областях науки, техники и технологий прогнозируется общее отставание с получением достижений мирового уровня в отдельных научных направлениях.

Для определения глобальных трендов научно-технологического развития ОПК используется метод интеллектуального анализа больших данных, методы выявления устойчивых тематических кластеров научно-технологического развития ОПК[1].

Выявленные в ходе интеллектуального анализа больших данных устойчивые тематические кластеры, например, в области вычислительной техники и квантовых компьютеров (семантическая карта), представлены на рис. 2.

Тренд-карта представлена на рис. 1.

Метод оценки значимости и динамичности направлений научно-технологического развития построен на основе анализа статей в международных научных журналах. При этом динамичность направления определяется приростом количества публикаций по исследуемой теме за определенный отрезок времени, а значимость – количеством публикаций.

Перечисленные основные этапы проведения исследований в области технического и технологического развития ОПК являются частью форсайта.

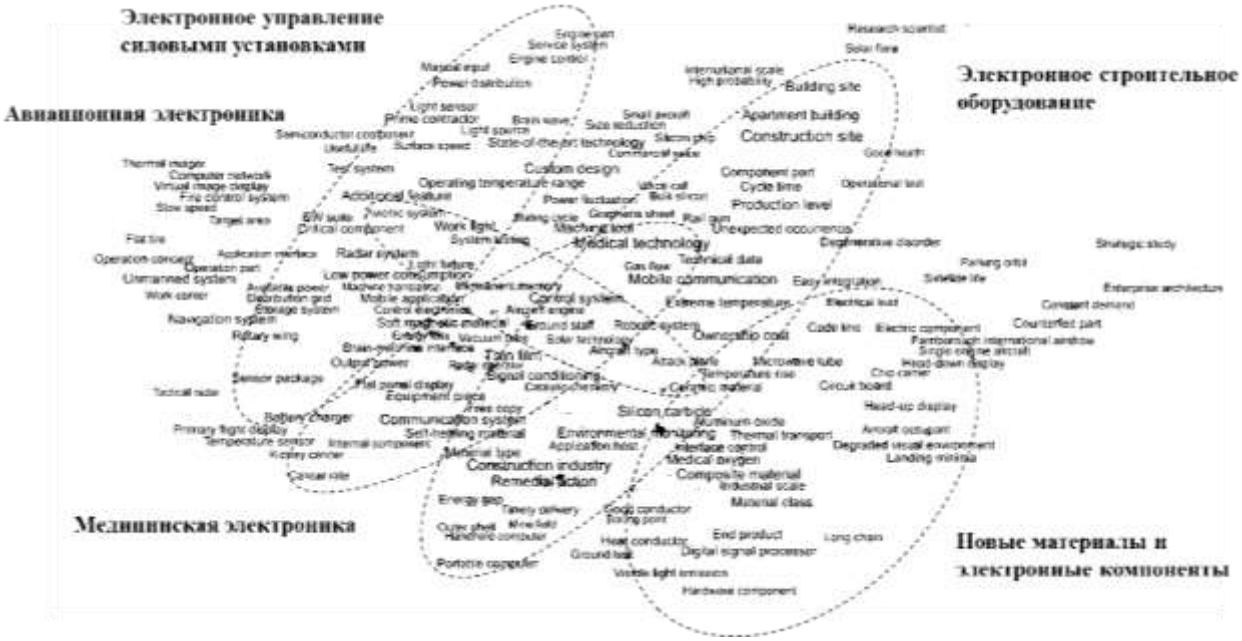

Рисунок 1.
Выявление устойчивых тематических кластеров на примере электронной техники и технологий (семантическая карта)

Новые социально-экономические вызовы потребовали комплексного подхода к определению трендов и перспектив научно-технологического развития. В большинстве развитых и развивающихся иностранных государств регулярно (с интервалом 3-5 лет) выполняются национальные прогнозы научно-технологического развития, в которых на

[1] Довгучиц С.И., Мушков А.Ю. Единое информационное пространство оборонно-промышленного комплекса: результаты работ по его формированию // Научный вестник оборонно-промышленного комплекса России. – М., 2018. - № 2. - С. 5-9.

основе сочетания подходов "от рынка" (market-pull) и "от технологий" (technology-push) выявляются наиболее перспективные области науки и научно-технические достижения, призванные отвечать современным вызовам и удовлетворять будущие потребности экономики и общества.

Во многих иностранных государствах формируются национальные системы стратегического планирования и прогнозирования, в рамках которых созданы научно-методические, нормативно-правовые и информационно-аналитические базы научно-технологического прогнозирования[1].

Результаты углубленного анализа трендов и выбора приоритетных направлений научно-технологического развития

Критерии выбора перечня стратегических направлений развития науки, техники и технологий определяются мировым уровнем новизны, соответствием приоритетного направления формируемому в настоящее время технологическому укладу, наличием научно-технологического задела, ресурсов, а также социально-экономической эффективностью приоритетных технологий.

При выборе приоритетных направлений развития ОПК необходимо учитывать такие факторы, как выполнение задач обеспечения жизненно важных интересов России в военной и гражданской сферах, обеспечение обороноспособности при учете прогнозируемых угроз, квалификация производственного персонала, достигнутый технологический уровень разработок и продукции, подтвержденный реальным присутствием на мировом рынке наукоёмкой продукции.

Проведенные согласно вышепоказанной методике исследования позволили выявить следующие тренды развития науки, техники и технологий (рис. 2, 3, 4)[2].

Современные направления научно-технологического развития ОПК фактически определяются формируемыми шестым технологическим укладом технологиями. Они будут характеризоваться развитием робототехники, биотехнологий, основанных на достижениях молекулярной биологии и генной инженерии, нанотехнологии, глобальных информационных сетей, искусственного интеллекта, интегрированных высокоскоростных транспортных систем.

---

[1] Борисов Ю. Особый задел // Военно-промышленный курьер. – М., 2017. - № 9 (673), 8-14 марта. - С. 4.

[2] Кохно П.А., Ситников С.А. Приоритетные направления и технологические тенденции оборонно-промышленного комплекса // Научный вестник оборонно-промышленного комплекса России. – М., 2016. - №. 4. - С. 31-40.

Рисунок 2.
Приоритетные направления развития науки в интересах обеспечения обороны и безопасности государства

Рисунок 3.
Приоритетные направления развития технологий в интересах обеспечения обороны и безопасности государства

Рисунок 4.
Приоритетные направления развития техники в интересах обеспечения обороны и безопасности государства

Поручение Президента Российской Федерации

На совещании в ходе заседания Совета безопасности России Президент Российской Федерации В.В. Путин поручил расширить линейку лазерных и гиперзвуковых комплексов систем вооружения и роботизированных комплексов. Президент отметил, что основной задачей является наращивание качественных и количественных характеристик вооружения и техники. Он уточнил, что речь идёт о современных и перспективных образцах высокоточного оружия и средств воздушно-космической обороны[1].

Основная задача нового периода — это наращивание качественных и количественных характеристик вооружения и техники. Также он заявил о необходимости активного применения средств искусственного интеллекта при создании военной продукции.

В том числе должна быть расширена линейка беспилотных разведывательных и ударных летательных аппаратов, лазерных и гиперзвуковых систем, оружия,

[1] Путин поручил расширить линейку лазерных и гиперзвуковых комплексов. - https://ru.rt.com/es38 или ussian.rt.com/russia/news/689588-putin-lazernyi-giperzvukovoi-kompleks

основанного на новых физических принципах, а также роботизированных комплексов, способных выполнять разноплановые задачи на поле боя.

В рамках шестого технологического уклада дальнейшее развитие получат гибкая автоматизация производства, космические технологии, производство конструкционных материалов с заранее заданными свойствами, атомная промышленность, авиаперевозки, будет расти атомная энергетика, существенно расширится применение возобновляемых источников энергии.

До 2030 года на вооружение будут поставлены ВВСТ 5-го и возможно 6-го поколений, основанные на:

- интегрированных системах разведки, связи, управления, навигационно-временного обеспечения;

- интегрированных систем средств для парирования угроз на суше, в мировом океане, в воздушном и космическом пространстве, универсализации, информатизации, интеллектуализации средств;

- малогабаритных и сверхмалых средств, прежде всего, в сфере разведки, связи, управления (робототехника, в том числе микророботы);

- информационно-управляющих, моделирующих, логистических систем, систем обучения и тренажа. Затем будут реализовываться принципиально новые концепции, основанные на загоризонтном прогнозировании (2050 годы), когда существенное развитие получат информационные технологии, техника станет в высокой степени интеллектуализированной, а большинство функций, доступных сегодня только человеку, будет выполняться автономно, в том числе под управлением квантовых компьютеров. Таким образом реализуется известная тенденция развития технических систем: человек учит делать технику то, чем он раньше занимался сам[1].

Станут доступны всевозможные механотронные, микроэлектро-механические устройства (датчики, актюаторы и т. п.), с различными возможностями по преодолению пространства и преобразованию материи, вещества и энергии. Предполагаются значительные успехи биотехнологий, которые наряду с нано-, инфо- и когно-технологиями позволят создавать «умные» материалы со свойствами памяти, перераспределения нагрузки по площади или объему, самовосстановления и «заживления», изменения свойств под воздействием различных факторов.

Большинство видов техники будет модульно-адаптивного принципа, оперативно перестраиваемых под конкретные задачи и условия их выполнения.

---

[1] Буренок В.М., Дурнев Р.А., Крюков К.Ю. Загоризонтное прогнозирование: основные положения анкеты экспертного опроса // Вооружение и экономика. 2018. - № 3 (45). - С.17-24.

Результаты углубленного анализа ключевых трендов в части электронных технологий приведены на рис. 5.

Рисунок 5.
Ключевые тренды в части электронных технологий

Основные тренды развития электронных технологий связаны с сверхминиатюризацией радиоэлектронных элементов, повышением емкости элементов памяти, скорости передачи информации, производительности вычислений, чувствительности датчиков и сенсоров, снижением энергопотребления, а также новыми нейротехнологиями.

Ключевые тренды развития технологий оптоэлектроники и фотоники (рис. 6) связаны с повышением мощности лазеров, чувствительности оптических приборов, а также созданием новых систем управления лазерным излучением, созданием оптической памяти нового типа, использованием для производства новых материалов, созданием новых типов оптоволокон. Более широкое распространение получают голографические технологии и квантовая электроника.

Большое значение для обеспечения обороны страны имеют развитие технологий радиоэлектроники. Основные направления и тренды развития технологий радиоэлектроники сегодня связаны с повышением мощности радиоизлучения, миниатюризацией радаров воздушного базирования, совершенствованием систем распознавания радиосигналов и методов пассивной радиолокации, а также использованием для производства радиоэлектронных устройств новых материалов, использованием в радарах принципов фотоники и лазерной техники, созданием фазированных решеток нового поколения. Дальнейшее развитие получает квантовая электроника, совершенствуются методы пассивной радиолокации. Результаты

углубленного анализа ключевых трендов в части технологий радиоэлектроники приведены на рис. 7.

Рисунок 6.
Ключевые тренды в части технологий оптоэлектроники и фотоники

Рисунок 7.
Результаты углубленного анализа ключевых трендов в части технологий радиоэлектроники

В ближайшие 10-15 лет приоритетами научно-технологического развития ОПК России следует считать те направления, которые позволят получить научные и научно-технические результаты и создать технологии, являющиеся основой инновационного развития внутреннего рынка продуктов и услуг, устойчивого положения России на внешнем рынке, и обеспечат:

а) переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта;

б) переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии;

е) занятия и удержания лидерских позиций в освоении и использовании космического и воздушного пространства и Арктической зоны.

Цифровая трансформация

Если говорить о тенденциях «цифрового перехода» в ОПК, то оно должно осуществляться в направлении интеграции всех ИТ-систем: сенсоров и инструментов, управления машинами, технологическими операциями и управления предприятием (операционный менеджмент, бизнес-планирование, логистика и др.). Происходит дальнейшее развитие гибких производственных систем: модульной конвейерной сборки, роботизированных комплексов, промышленного интернета и 3D-технологий. Развивается суперкомпьютерное моделирование и технологии «дополненной реальности», упрощающие и сокращающие процесс создания нового продукта. Меняется характер аналитической работы путем перехода от описательной аналитики к прогнозной, а затем к предписывающей. Усиливается роль прогнозов научно-технологического развития ОПК, осуществляется их постоянный автоматизированный мониторинг, результаты которого учитываются при разработке государственных программ развития ОПК (рис. 8).

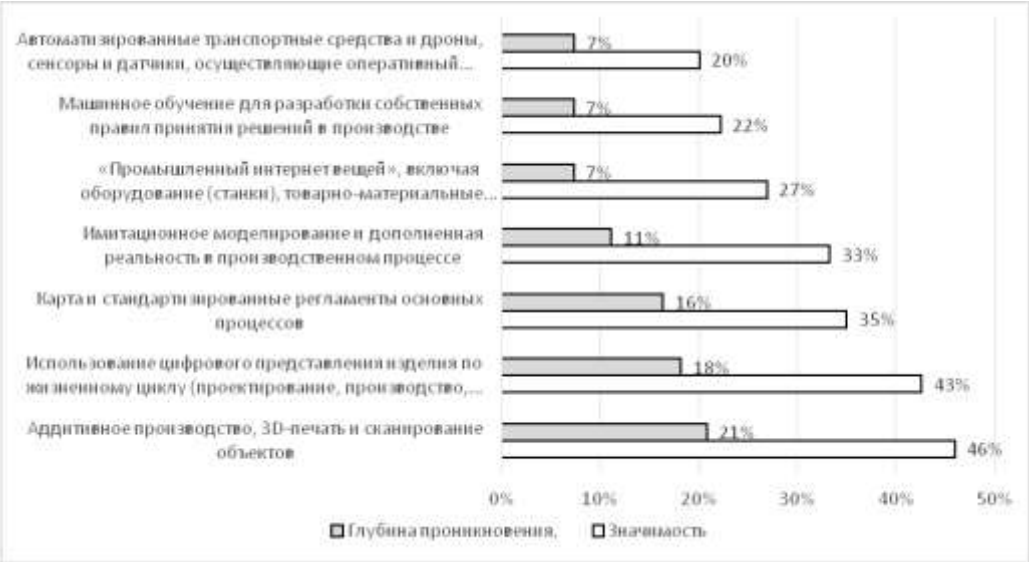

Рисунок 8.
Оценка значимости и глубины проникновения цифровых технологий на предприятиях ОПК

В результате этого цифровые технологии помогут быстрее пройти путь от идеи до внедрения в серию, обеспечат разработчикам возможность проектировать новые изделия в одной информационной среде, правильно оценивать трудоемкость изделий и регламентировать бизнес-процессы. Все это будет способствовать эффективности деятельности оборонных предприятий.

Сегодня государством вкладываются значительные средства в развитие суперкомпьютерной техники и отечественных программных комплексов. Через 5-7 лет суперкомпьютеры достигнут экзафлопной производительности и смогут анализировать колоссальные массивы данных.

Организация прогнозирования в России

В России научно-технологическое прогнозирование получило активное развитие в течение последнего двадцатилетия. С 1996 года ведутся работы по формированию и актуализации перечней приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и критических технологий Российской Федерации (утверждены Указом Президента Российской Федерации от 7 июля 2011г. № 899).

В 2007-2008 гг. был подготовлен первый комплексный прогноз научно-технологического развития России до 2025 года с использованием метода Дельфи. В 2011-2013 гг. был разработан "Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года", утвержденный 3 января 2014 г. Председателем Правительства Российской Федерации.

В 2016 году Минпромторгом России по материалам, представленным ЦНИИ «Центр» был разработан и одобрен решением Коллегии Военно-промышленного комплекса Российской Федерации уточненный прогноз развития науки и техники в интересах обеспечения обороны страны и безопасности государства на период до 2030 года.

ВНИИ «Центр» является головной организацией по разработке прогноза развития науки и техники в интересах обороны и безопасности государства и оценки реализуемости в оборонно-промышленном комплексе проекта основных направлений развития вооружения, военной и специальной техники за период до 2030 года.

В настоящее время завершается формирование ВНИИ «Центр» и размещение в автоматизированной системе единого информационного пространства ОПК (ЕИП ОПК) прогноза развития науки и техники в интересах обеспечения обороны страны и безопасности государства на долгосрочный период.

Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. № 596 "О долгосрочной государственной экономической политике" поручено "предусмотреть ...

формирование системы технологического прогнозирования, ориентированной на обеспечение перспективных потребностей обрабатывающего сектора экономики, с учетом развития ключевых производственных технологий". В соответствии с Федеральным законом от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ "О стратегическом планировании в Российской Федерации" предусмотрена на регулярной основе "разработка долгосрочного научно-технологического прогноза ... с учетом приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации".

Использование приоритетов при формировании научно-технического задела

Создание отечественных перспективных образцов ВВСТ должно осуществляется в соответствии с полным инновационным циклом, который отражает идеологию создания и развития ВВСТ. При реализации данной схемы обеспечивается взаимная увязка по срокам и содержанию системных проектов развития межвидовых и видовых систем вооружения, работ по формированию облика образцов ВВСТ, а также исследований и разработок инновационного характера.

Важное место в инновационном цикле создания и развития ВВСТ занимают мероприятия по созданию научно-технического задела (НТЗ). В общем виде НТЗ (рис. 8) представляет собой совокупность результатов фундаментальных, прогнозных, поисковых и прикладных исследований и технологических разработок, которые необходимо получить к моменту перехода к стадии опытно-конструкторских работ (ОКР).

Элементы НТЗ могут быть представлены в форме новых научных знаний о явлениях, физико-химических эффектах, законах и закономерностях, имеющих оборонное значение (эта составная часть НТЗ представляет собой научный задел (НЗ) в области обороны и обеспечения безопасности); технологий военного и двойного назначения; составных частей, модулей и блоков образцов ВВСТ, разработанных на основе принципиально новых материалов и веществ, электронной компонентной базы; алгоритмов и программ для ЭВМ; лабораторного и испытательного оборудования; экспериментальных и макетных образцов принципиально нового и нетрадиционного вооружения; аванпроектов; ТТЗ (ТЗ) на НИР и ОКР; концептуальных, нормативно-технических и научно-методических документов в области обороны страны и обеспечения безопасности государства и др.

Перечисленные элементы НТЗ создаются в рамках программных мероприятий государственных и ведомственных программ, проектов и грантов научных фондов.

Основой создания НТЗ для перспективных и нетрадиционных ВВСТ являются фундаментальные, прогнозные и поисковые исследования (ФППИ).

Выводы

Реализация предложений по развитию механизмов формирования современных направлений научно-технологического развития ОПК обеспечит гармонизацию научно-технологических прогнозов федерального уровня на основе комплексирования систем научно-технологического прогнозирования развития научного, промышленного и оборонно-промышленного комплексов. Практика показывает, что в целях рационального построения «технологических цепочек» целесообразно проводить обоснование перспективных направлений научно-технологического развития ОПК на основе прогнозной информации. Это обеспечит безусловное повышение достоверности прогноза развития науки и техники в интересах обеспечения обороны страны и безопасности государства.

Указанные преимущества позволят использовать предлагаемую систему прогнозирования как дополнительный инструмент стратегического планирования научно-технологического развития оборонной промышленности и перейти к формированию программных документов по реализации военно-технической политики на основе мониторинга и комплексирования прогнозной научно-технологической информации.

Результаты исследований могут быть использованы при обосновании и разработке проектов приоритетных направлений ФППИ в интересах создания перспективных образцов ВВСТ, предложений в проект прогноза развития науки и техники в интересах обеспечения обороны и безопасности, основных направлений развития ВВСТ на период до 2038 года и государственной программы вооружения на 2021-2030 годы.