

<https://doi.org/10.17073/2072-1633-2025-3-1413>

Методологические аспекты обоснования программных мероприятий по долгосрочному стратегическому развитию промышленных технологий

А.А. Афанасьев¹ , С.С. Голубев^{1,2}  , А.В. Курицын¹ 

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт «Центр»,
125993, Москва, Садовая-Кудринская ул., д. 11, стр. 1, Российская Федерация

² Московский государственный юридический университет имени О.Е. Кутафина,
125993, Москва, Садовая-Кудринская, д. 9, стр. 2, Российская Федерация

 sergei.golubev56@mail.ru

Аннотация. В статье проведено научное обоснование методологических аспектов выбора приоритетных направлений долгосрочного технологического развития новых промышленных технологий с учетом внешних и внутренних угроз технологического отставания и современных подходов к их парированию в целях обеспечения технологического суверенитета государства, конкурентоспособности высокотехнологичных отечественных предприятий и их дальнейшего эффективного развития. Формирование методологических подходов к обоснованию программных мероприятий по долгосрочному развитию промышленных технологий направлено на объединение в единую систему процесса научно-технологического прогнозирования и выбора программных мероприятий по развитию современных промышленных технологий. Раскрыто содержание этапов сбора и экспертизы предложений по развитию приоритетных промышленных технологий, показана методика многокритериального ранжирования поступивших предложений по разработке современных промышленных технологий и формирования проекта программы мероприятий по их развитию. Описан процесс и приведен пример разработки технологических дорожных карт. Применение предложений авторов будут способствовать повышению эффективности финансовой поддержки государством инновационных проектов по развитию промышленных технологий и справедливому распределению бюджетного финансирования на мероприятия по разработке современных технологий, а также установлению прозрачных и стабильных правил государственной поддержки технологических инноваций и принятия рисков долгосрочных инновационных проектов государством. Предлагается дальнейшее проведение исследований в направлении выявления наиболее эффективных для применения технологий искусственного интеллекта и создания роботизированных комплексов.

Ключевые слова: приоритетные промышленные технологии, долгосрочная перспектива, программные мероприятия, многокритериальная оценка, устойчивое развитие

Для цитирования: Афанасьев А.Л., Голубев С.С., Курицын А.В. Методологические аспекты обоснования программных мероприятий по долгосрочному стратегическому развитию промышленных технологий. *Экономика промышленности*. 2025;16(3):367–379. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2025-3-1413>

Methodological aspects of substantiating program measures for the long-term strategic development of industrial technologies

A.A. Afanasyev¹ , S.S. Golubev^{1,2}  , A.V. Kuritsyn¹ 

¹ All-Russia Scientific and Research Institute "Center",
11-1 Sadovaya-Kudrinskaya Str., Moscow 125993, Russian Federation

² Kutafin Moscow State Law University,
9-2 Sadovaya-Kudrinskaya Str., Moscow 125993, Russian Federation

 sergei.golubev56@mail.ru

Abstract. The article presents scientific justification for the methodological aspects of choosing priority directions of long-term technological development of new industrial technologies taking into account the external and internal threats of technological lag and modern approaches to approaches to parrying them in order to ensure the technological sovereignty of the state, the competitiveness of high-tech domestic enterprises and their further effective development. Formation of methodological approaches to the justification of program activities devoted to the long-term development of industrial technologies is aimed at integration of the scientific and technological forecasting process and selection of program activities devoted to the modern development of industrial technologies into a unified system. The authors reveal the content of the stages of collection and examination of proposals on the development of the priority industrial technologies, present the method of a multi-criteria ranging of the received proposals on developing modern industrial technologies and creating the project of the program of measures for their development. The authors describe the process and adduce an example of creating technological road maps. The implementation of the authors' proposals will ensure increased effectiveness of the financial state support of innovation projects on development of industrial technologies and fair distribution of budget financing among the activities devoted to development of modern technologies, and establishment of transparent and stable rules of state support of technological innovation and taking risks of long term innovation projects by the state. It is suggested to continue further research to identify more effective artificial intelligence technologies and create robotic complexes.

Keywords: priority industrial technologies, long-term perspective, program activities, multi-criteria assessment, sustainable development

For citation: Afanasyev A.L., Golubev S.S., Kuritsyn A.V. Methodological aspects of substantiating program measures for the long-term strategic development of industrial technologies. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2025;16(3):367–379. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2025-3-1413>

论证工业技术长期发展规划措施的方法问题

A.A. 阿法纳西耶夫¹ , S.S. 戈卢别夫^{1,2}  , A.V. 库里岑¹ 

¹ “中心”全俄研究所，125993，俄罗斯联邦莫斯科萨多瓦亚-库德林斯卡娅街11号1栋

² 莫斯科国立库塔芬法律大学，125993，俄罗斯联邦莫斯科萨多瓦亚-库德林斯卡娅街9号2栋

 sergei.golubev56@mail.ru

摘要：本文对选择长期发展新兴工业技术优先方向的方法问题进行了科学论证，其中综合考虑了技术滞后带来的内部和外部威胁以及应对这些威胁的现代方法，以确保国家技术主权、国内高科技企业的竞争力及其进一步的有效发展。形成一套论证工业技术长期发展规划措施的方法论，目的是将科技预测过程与现代工业技术发展规划措施的遴选整合为一个系统。文中阐述了优先工业技术发展提案的收集及评估阶段的内容，介绍了对收到的现代工业技术发展提案进行多标准排序的方法以及制定发展活动规划草案的方法。给出了制定技术路线图的流程和示例。实施作者的建议将有助于提高国家对工业技术发展创新项目的财政支持效率，公平分配用于现代技术开发活动的预算资金，建立透明稳定的国家支持技术创新及国家承担长期创新项目风险的规则。建议在确定人工智能应用和打造机器人综合体领域最有效的技术优先方向上开展进一步研究。

关键词：优先工业技术、长期远景、规划措施、多标准评估、可持续发展

Введение

Инновационная активность промышленных высокотехнологичных предприятий во многом определяет устойчивость деятельности высокотехнологичных промышленных предприятий и, как следствие, их конкурентоспособность. На таких предприятиях растет производительность труда, квалифицированные кадры хотят работать на высокотехнологичных предприятиях, в результате происходит их динамичное развитие и улучшается экономическое состояние. Для преодоления внешних и внутренних угроз технологического отставания проводят организационные мероприятия по развитию современных технологий, способствующих обеспечению технологического суверенитета и повышению эффективности инновационной деятельности промышленных предприятий.

В мировой практике накоплен значительный опыт в формировании программных мероприятий, направленных на технологическое лидерство и устойчивое развитие промышленности. Одним из ключевых методологических инструментов обоснования программных мероприятий в развитии промышленных технологий является технологический форсайт (*technology foresight*) [1]. Ведущими странами применяются разнообразные методы, включая Дельфи (*Delphi*) – опросы, сценарный анализ, дорожное картирование (*roadmapping*) и анализ технологических трендов.

Так, Великобритания использует междисциплинарные подходы для прогнозирования будущих технологических направлений и обоснования национальных программ (например, в энергетике и машиностроении). В Германии для выбора приоритетных технологических направлений и обоснования программ развития технологий применяют стратегический инструмент Федерального министерства образования и научных исследований Германии – программу *BMBF Foresight*. Целями программы *BMBF Foresight* являются определение новых направлений в исследованиях и технологиях, областей для междисциплинарной деятельности, приоритетных направлений для политики исследований и разработок, а также изучение сфер для стратегического партнерства. Южная Корея использует системы *Delphi Technology* и технологических дорожных карт (*technology roadmaps*) при формировании национальных программ исследований и разработок [2].

Методология технологического дорожного картирования (*Technology Roadmapping*, TRM) широко применяется в международной практике для определения последовательности действий,

необходимых для достижения технологических целей в долгосрочной перспективе. В США используют TRM для стратегического планирования в области энергетики, искусственного интеллекта и создания новых материалов. С 1990-х гг. Япония активно развивает национальные технологические дорожные карты, объединяя усилия в этом направлении промышленности, институтов и власти¹.

При стратегическом управлении национальными и отраслевыми технологическими инициативами методологические основы программного планирования опираются на синтез данных технологического аудита, конкурентного анализа, оценки технологической готовности (уровень технологической готовности оценивается показателем TRL – *Technology Readiness Level*) и системной инженерии.

Для обоснования программных решений применяются модели оценки социально-экономических эффектов, такие как модель анализа затрат и выгод, моделирование затрат и выпуска, модель системной динамики (*Cost-Benefit Analysis, Input-Output Modeling, System Dynamics*). Модель – это объект, который обладает существенными свойствами другого объекта, процесса или явления и используется вместо него. В Японии комбинируют технологическое прогнозирование с социально-экономическими приоритетами [3].

Международный опыт демонстрирует важность комплексного методологического подхода, включающего форсайт-исследования, стратегическое планирование и количественные методы оценки при обосновании долгосрочных программных мероприятий в промышленности. Эти методики позволяют формировать реалистичные, гибкие и обоснованные стратегические документы, способствующие устойчивому технологическому развитию.

Ключевые трудности в технологическом форсайте связаны как с методологическими аспектами, так и с организационными и когнитивными ограничениями. Основные проблемы, характерные для реализации форсайт-исследований, связаны с высокой степенью неопределенности будущего (в перспективе 10–30 лет технологические, экономические и социальные тренды могут кардинально измениться), высоким риском ошибок в прогнозах, особенно в условиях глобальных

¹ European Parliamentary Research Service (EPRS). Artificial Intelligence and Cybersecurity: Strengthening the EU's Technological Sovereignty. Brussels: EPRS, 2023. 45 p. Available at: <https://www.europarl.europa.eu/thinktank> (accessed on 10.04.2025).

вызовов (климат, геополитика), ограниченностью и субъективностью экспертных оценок.

Недостаточная связь между форсайтом и стратегическим управлением приводит к тому, что результаты форсайта не всегда интегрируются в реальные стратегии компаний и государственные программы, руководителям и инвесторам сложно использовать результаты в управленческих решениях без количественных обоснований. Поэтому успешный форсайт требует баланса между методологической строгостью, гибкостью подходов и институциональной поддержкой. Преодоление указанных трудностей возможно через усиление количественных методов оценки выбора приоритетных направлений промышленных технологий, развитие интегративных платформ для междисциплинарного взаимодействия и привязку форсайта к механизмам стратегического планирования и управления.

Концепция технологического развития на период до 2030 г. направлена на развитие высокотехнологичных отраслей экономики Российской Федерации и реализацию программных мероприятий по долгосрочному развитию качественно новых промышленных технологий, в том числе сквозных технологий, искусственно-интеллекта и других цифровых технологий [4], а также технологий в области микроэлектроники и новых материалов². Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации³ определяет важнейшие направления научно-технологического развития Российской Федерации, которые в приоритетном порядке должны обеспечиваться ресурсами [5].

По показателю уровня инновационной активности бизнеса Российская Федерация отстает от большинства наиболее развитых стран – в 2023 г. его величина составила 11,9 %, в том числе в промышленном производстве – 17,4 % [6], что недостаточно для эффективной реализации мероприятий по обеспечению технологического суверенитета и в дальнейшем технологического лидерства [7].

В настоящее время в Российской Федерации действуют порядка 200 инструментов поддержки технологических инноваций, включая иссле-

дования и разработки. Для их систематизации и адаптации к современным экономическим условиям необходима новая методология выбора приоритетных промышленных технологий с точки зрения их эффективности и результативности [8].

Методы исследования

Методы исследования базируются на изучении документов долгосрочного стратегического планирования развития промышленных технологий в целях обеспечения технологического суверенитета и лидерства государства, нормативно-правовых актов, предложений промышленных предприятий в прогнозе развития науки и техники в интересах обеспечения безопасности Российской Федерации, публикаций по тематике исследования, а также на применении экономико-математических методов с использованием отсекающих и ранжирующих критериев. Обоснование выбора приоритетных проектов по созданию современных промышленных технологий базируется на основных положениях научной школы стратегирования академика, иностранного члена РАН, доктора экономических наук, профессора В.Л. Квинта [9].

Результаты исследования и их обсуждение

Методические подходы и алгоритм формирования перечня мероприятий по разработке промышленных технологий. Формирование методологических подходов к обоснованию программных мероприятий по долгосрочному развитию промышленных технологий направлено на объединение в единую систему процесса научно-технологического прогнозирования и подходов к обоснованию состава программных мероприятий по развитию промышленных технологий, тем самым обеспечивая взаимосвязь потребностей генеральных конструкторов и руководителей приоритетных технологических направлений [10].

Методические подходы к обоснованию программных мероприятий состоят из следующих этапов:

- сбор и предварительная экспертиза предложений в перечень промышленных технологий, разработка технологических дорожных карт (ТДК);

- многокритериальное ранжирование предложений в перечень программных мероприятий по разработке промышленных технологий;

- разработка новой программы мероприятий, обеспечивающей более интенсивное развитие промышленных технологий.

² Концепция технологического развития на период до 2030 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 20 мая 2023 г. № 1315-р. Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/406831204/>

³ Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358>

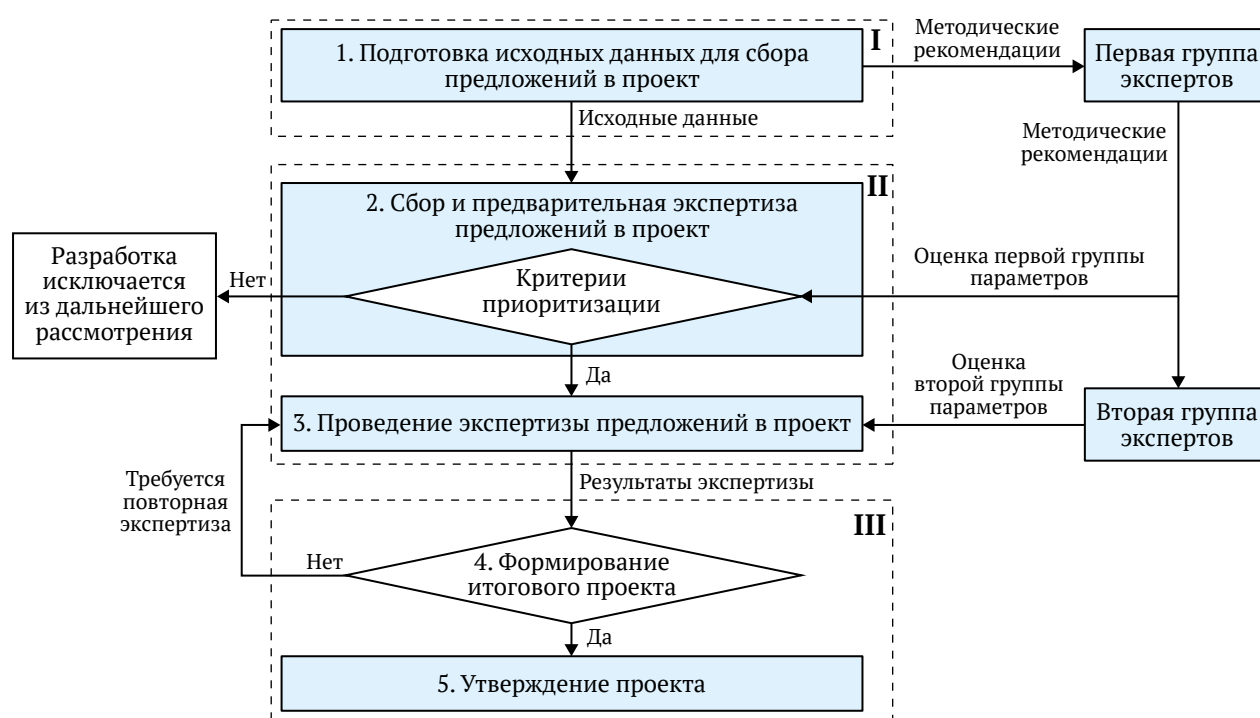


Рис. 1. Алгоритм формирования перечня мероприятий по разработке промышленных технологий на основе результатов научно-технологического прогнозирования

Fig. 1. The algorithm for forming a list of measures for the development of industrial technologies based on the results of scientific and technological forecasting

В качестве исходных данных методики используются:

- прогноз развития науки и техники;
- перечень базовых и критических промышленных технологий;
- критерии, отсекающие и ранжирующие предложения в проект перечня мероприятий по развитию промышленных технологий;
- допустимый объем финансовых средств на программные мероприятия;
- допустимые сроки реализации программных мероприятий.

При подготовке исходных данных разрабатываются поручения и методические указания для определения плана проведения работ и форм сбора информации. В рамках данной статьи вопросы нормативно-правового и организационно-методического характера не рассматриваются.

Основными источниками информации для формирования перечня мероприятий по развитию промышленных технологий являются результаты адресного опроса экспертного сообщества, представляющего отраслевые центры компетенций по областям и направлениям развития науки, технологий и техники, и ведущих научных организаций, интегрированных струк-

тур и промышленных организаций, а также перечень промышленных технологий.

Допустимые значения сроков и объема финансовых средств, необходимых для реализации программных мероприятий, определяются коллегией Военно-промышленной комиссии Российской Федерации.

Общий алгоритм решения задачи формирования состава мероприятий представлен на **рис. 1**.

В интересах формирования предложений по развитию промышленных технологий уполномоченная Минпромторг России организация по материалам Российской академии наук первоначально формирует «Прогноз развития науки и техники в части фундаментальных и поисковых исследований и разработок». Затем проект этого прогноза представляется другим участникам прогноза в части развития технологий и техники в качестве исходных данных для разработки прогноза и ТДК. В ходе формирования прогноза осуществляется его экспертиза с привлечением генеральных конструкторов, руководителей приоритетных технологических направлений, головных отраслевых научно-исследовательских организаций и специалистов расширенных секций научно-технического совета Военно-промыш-

ленной комиссии Российской Федерации. По результатам экспертизы коллегия Военно-промышленной комиссии Российской Федерации утверждает «Прогноз развития науки и техники» [11]. Результаты Прогноза используются для формирования программных мероприятий по развитию промышленных технологий⁴.

Многокритериальное ранжирование предложений по разработке промышленных технологий. Для проведения многокритериального ранжирования предложений в перечень программных мероприятий по разработке промышленных технологий формируется две экспертных группы. В состав первой экспертной группы входит уполномоченная Минпромторг России организация и отраслевые центры компетенций. Состав второй группы экспертов формируется из числа генеральных конструкторов⁵ и руководителей приоритетных технологических направлений⁶.

Каждое предложение в программу мероприятий по разработке промышленных технологий ранжируется членами экспертной группы в соответствии с вербально-числовой шкалой, ранжирующими и отсекающими критериями оценки. По результатам ранжирования определяется перечень мероприятий, соответствующий заданным ограничениям на реализацию каждой из подпрограмм (объему ассигнований, импортнезависимости, масштабируемости).

При этом эксперты первой группы руководствуются отсекающими и ранжирующими критериями, эксперты второй группы осуществляют дополнительное ранжирование критериями приоритизации.

В группу отсекающих включены следующие критерии:

- привязка к перечню промышленных технологий;
- актуальность НИОКР;
- отсутствие дублирования;
- направленность НИОКР;
- реализуемость НИОКР;

⁴ Федеральный закон от 30.11.2024 № 419-ФЗ «О федеральном бюджете на 2025 год и на плановый период 2026 и 2027 годов». Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/51411>

⁵ Положение о генеральном конструкторе по созданию вооружения, военной и специальной техники. Утверждено Указом Президента Российской Федерации от 19 января 2015 г. № 18. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/39360>

⁶ Положение о руководителе приоритетного технологического направления. Утверждено Указом Президента Российской Федерации от 20 июля 2016 г. № 347. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41130>

– наличие претензий к заявителю по ранее выполнявшимся НИОКР;

– полнота оформления заявки на НИОКР.

Значения отсекающих критериев могут быть равны 0 или 1. Если хотя бы один из данных критериев равен 0, заявка на проведение НИОКР отклоняется.

Ранжирующие критерии предназначены для ранжирования НИОКР, прошедших отбор по первой группе критериев. В данную группу включены следующие критерии [12]:

- научно-техническая значимость;
- экономическая эффективность;
- социально-экономическое влияние НИОКР;
- готовность организации к разработке НИОКР;

– уровень цифровизации организации-работчика.

Вторая группа экспертов руководствуется критериями приоритизации, которые предназначены для определения значимости планируемого к проведению организацией мероприятий. В данной группе относят такие критерии, как:

- уровень масштабируемости технологий;
- уровень критичности технологий;
- уровень соответствия лимитной цене.

Порядок применения ранжирующих и отсекающих критериев описан далее.

Формат представления результатов программных мероприятий по развитию промышленных технологий может быть представлен в виде ТДК.

Состав и содержание технологической дорожной карты. Анализируя результаты практического использования метода дорожных карт, следует отметить, что в настоящее время отсутствует четкая структура и форма ее представления, не существует общепринятой методологии и единого алгоритма создания ТДК развития технологий и техники [13]. Технологическая дорожная карта, разрабатываемая в рамках реализации программ по развитию промышленных технологий, должна отражать следующую информацию:

- перечень состав образцов техники и промышленных технологий, определенные по результатам научно-технологического прогнозирования;
- оценка уровня готовности промышленных предприятий к разработке технологий;
- оценка возможности трансфера технологий – использования разрабатываемых технологий для нескольких образцов продукции [14];
- анализ приоритетности технологий на предмет возможности обеспечения полной готовности образца;

- соотношение планируемых к разработке промышленных технологий и образцов техники;
- период разработки промышленных технологий;
- возможность оценки наличия зарубежных аналогов промышленных технологий;
- оценка рисков и проблемных ситуаций в процессе разработки промышленных технологий.

Технологическая дорожная карта включает следующие обязательные сведения:

1) Паспорт технологий, определяющих перспективный облик промышленного образца и пояснительную записку к ТДК, раскрывающая результаты прогнозирования развития объекта исследования:

- цели и мероприятия по их достижению;
- область прогнозирования;
- участники экспертизы;
- перечень и характеристики основных мероприятий дорожной карты с указанием сроков их реализации и ожидаемых результатов, а также их связи с индикаторами и показателями реализации дорожной карты, включая сведения об ответственных исполнителях мероприятий;
- результаты оценки общей стоимости проводимых работ с отображением доли заемных и бюджетных средств;
- краткое описание проводимых работ и планируемых к достижению результатов;
- перечень направлений развития науки, технологий и техники, необходимых для достижения прогнозируемых мероприятий;
- выводы и рекомендации;

2) информационно-аналитические и иллюстрационные материалы, включающие:

- горизонт планирования;
- область применения;
- жизненный цикл образов техники (стадии фундаментальных, прикладных и поисковых исследований, проектирования и разработки, производства и потребления);
- организации-разработчики, – потребители научно-технологических результатов;
- планируемые ключевые параметры характеристик технологий и технико-экономические характеристики образцов техники;
- показатели готовности развития объекта прогнозирования (уровни научной и технологической готовности, производственные возможности, кадровая обеспеченность);
- стоимостные показатели (наличие собственных средств, потребность в дополнительном финансировании (бюджетных, заменных средствах);
- отечественные и зарубежные аналоги;

- возможность трансфера и двойного применения технологий [15];

- факторы ускорения и сдерживания проведения мероприятий;

3) описание проводимых и планируемых к проведению работ, которые формируются на этапе разработки дорожной карты и представляются участниками программных мероприятий в соответствии с регламентом информационного взаимодействия [16].

Основными участниками разработки ТДК являются отраслевые центры компетенций по областям и направлениям развития науки, технологий и техники и другие заинтересованные лица.

Разработка технологических дорожных карт. Разработка технологических дорожных карт начинается со сбора и анализа результатов исходных данных в части прогноза развития науки и техники.

Так, перечень образцов техники и их характеристики берутся из анкет, поступивших в адрес ответственной за разработку проекта организации по результатам научно-технологического прогнозирования:

$$O_{\text{НТП}} = \{O_1, O_2, O_3, \dots, O_j\}, \quad j = 1, \dots, m, \quad (1)$$

где O_j – образец техники, выбранный экспертом в ходе проведения прогнозных исследований, сведения о технологиях, отобранных по результатам научно-технологического прогнозирования ($T_{\text{ПТ}}$):

$$T_{\text{ПТ}} = \{T_1, T_2, T_3, \dots, T_i\}, \quad i = 1, \dots, n, \quad (2)$$

где T_i – промышленная технология, предложенная организацией, проводимых или планируемых к проведению работ по развитию промышленных технологий, сформированных по результатам сбора заявок от организаций-разработчиков ($P_{\text{ПТ}}$):

$$P_{\text{ПТ}} = \{P_1, P_2, P_3, \dots, P_k\}, \quad k = 1, \dots, l, \quad (3)$$

где P_k – мероприятия по созданию промышленных технологий, планируемых к реализации организацией.

В результате отбора мероприятий обеспечивается взаимосвязь

$$O_{\text{НТП}} = \{O_1, O_2, O_3, \dots, O_j\} \rightarrow T_{\text{ПТ}} = \{T_1, T_2, T_3, \dots, T_i\} \rightarrow P_{\text{ПТ}} = \{P_1, P_2, P_3, \dots, P_k\}.$$

Результатом анализа предложений, поступивших от организаций, является формирование перечня мероприятий по разработке промышленных технологий ($M_{\text{общ}}$):

$$M_{\text{общ}} = \{O_{\text{НТП}}, T_{\text{ПТ}}, P_{\text{ПТ}}\}. \quad (4)$$

Результаты формирования перечня мероприятий заносятся в паспорт технологий, определяющих перспективный облик промышленного образца (рис. 2).

На основе результатов заполнения Паспорта технологий возможно построить ТДК, обеспечивающие взаимосвязь сведений об образцах техники, промышленных технологий и программных мероприятий.

Таким образом, полученный формат ТДК позволяет перейти к ранжированию и приорите-

зации программных мероприятий по созданию технологий для промышленности.

Выбор приоритетных проектов по созданию современных промышленных технологий. Выбор приоритетных проектов осуществляют эксперты путем определения состава мероприятий по разработке промышленных технологий ($M_{\text{общ}}$) с использованием отсекающих и ранжирующих критериев.

Для каждого из критериев разработана шкала оценки и весовые коэффициенты.

Паспорт технологий, формирующих облик перспективных изделий

1	Наименование направления исследования технологий		Результаты научно-технологического прогнозирования
2	Организация		
3	Наличие НТЗ разработки НИОКР		
4	Наименование технологии		
5	Вид технологии		
6	Достаточность материально-технической базы		
7	Обеспеченность квалифицированными кадрами по тематике НИОКР		
8	Экспериментальная база		
9	Сырьевая база		
10	Планируемые сроки реализации технологии		
11	Потребные объемы финансовых ресурсов		
12	Наличие собственного финансирования		
13	Потребность в дополнительном финансировании		
14	Сведения о кооперации		
15	Уровень готовности технологии		
16	Возможность трансфера технологий		
17	Значимость технологии для изделия		
18	Сведения о рисках		
19	Наименование направления исследований техники		Планируемые программные мероприятия по развитию технологий
20	Отечественный образец	Возможный разработчик изделия	
		Возможный разработчик изделия	
		Наименование перспективного изделия	
		Элементы конструкции образца, в котором будет использована технология	
		Наименование характеристик	
		Существующее значение характеристик	
		Ожидаемые уровень характеристик после внедрения технологии	
		Краткое пояснение ожидаемого эффекта после внедрения технологии	
21	Зарубежный аналог	Наименование зарубежной организации разработчика	
		Страна	
		Наименование аналога	
		Наименование характеристик	
		Существующее значение характеристик	

Взаимосвязь между результатами научно-технологического прогнозирования и составом мероприятий по разработке технологий

Рис. 2. Схема взаимосвязи результатов научно-технологического прогнозирования и состава мероприятий по разработке промышленных технологий

Fig. 2. Diagram of the relationship between the results of scientific and technological forecasting and the composition of measures for the development of industrial technologies

Значения отсекающих и ранжирующих критериев k_i^j могут принимать вид $\{0; 1; \dots; 4\}$, если хотя бы один из данных критериев равен 0, заявка на проведение НИОКР отклоняется:

$$k_i^j \in \{0; 1; \dots; 4\}. \quad (5)$$

По результатам первичного отбора мероприятий проводится ранжирование (r_i) сформированного перечня работ по формуле

$$r_i = \sum_{j=1}^N k_i^j \beta_j^j \text{ при условии } > 0, \quad (6)$$

где r_i – ранг i -го мероприятия; N – число показателей, входящих в ранжирующие критерии; k_i^j – значение показателя j -го критерия; β_j^j – удельный вес j -го критерия.

Полученные результаты предоставляются второй группе экспертов для дополнительного ранжирования (r_i'), позволяющего определить приоритетность программных мероприятий по разработке промышленных технологий:

$$r_i' = \{K_m, K_{\text{пр}}, K_{\text{лц}}\}, \quad (7)$$

где K_m – уровень масштабируемости технологий; $K_{\text{пр}}$ – уровень критичности технологий (полная технологическая готовность образца). Данный критерий позволяет выявить технологии, завер-

шение разработки которых приведет к полной технологической готовности опытного образца продукции; $K_{\text{лц}}$ – уровень соответствия лимитной цене. Данный критерий позволяет сравнить стоимости НИОКР, указанной в заявке промышленными предприятиями и нормативной стоимости, указанной в справочнике лимитных цен [17].

В случае несоответствия цены заявки уровню лимитной цены, применяются корректирующий коэффициент R : при превышении уровня лимитной цены применяется понижающий коэффициент, а в случае, если цена заявки мероприятия ниже лимитной цены – повышающий коэффициент:

$$r_{\text{лц}} = K_{\text{лц}} \cdot R. \quad (8)$$

Перечень критериев (K_m ; $K_{\text{пр}}$; $K_{\text{лц}}$) приоритизации мероприятий представлен в **табл. 1**.

Порядок расчета весовых коэффициентов аналогичен первому этапу ранжирования и производится в соответствии с формулой (8).

В результате оценки технологий формируются группы приоритетности мероприятий в рамках подготовки программы развития промышленных предприятий:

- высокий приоритет;
- средний приоритет;
- низкий приоритет.

Таблица 1 / Table 1

Перечень критериев приоритизации программных мероприятий

List of criteria for prioritizing program activities

Критерий	Показатель	Значение показателя	Весовой множитель	Значение показателя (выбор одной категории в каждом подразделе)
1. Уровень масштабируемости технологий	Трансфер технологии для применения в более чем трех образцах техники	1	1	Высокий
	Трансфер технологии для применения в двух или трех образцах техники	0,9		Средний
	Трансфер технологии для применения при разработке одного образца	0,8		Низкий
2. Уровень критичности технологий	Полная технологическая готовность образца	1	1	Заявка на НИОКР согласована организацией – финалистом по выпуску промышленного образца
		0	–	Заявка на НИОКР не согласована организацией – финалистом по выпуску промышленного образца
3. Уровень соответствия лимитной цене	Цена заявки ниже лимитного уровня	1,1	1	Высокий приоритет. Стоимость планируемой НИОКР ниже не совпадают с результатами ранее выполненных НИОКР
	Цена заявки равна лимитному уровню	1	–	Средний приоритет
	Цена заявки превышает лимитный уровень	0,9	–	Низкий приоритет. Ожидаемые результаты предлагаемой к выполнению НИОКР совпадают с результатами ранее выполненных, выполняемых НИОКР



Рис. 3. Матрица оценки приоритетности технологий
Fig. 3. Technology priority assessment matrix

Инструментом для приоритизации мероприятий является матрица оценки приоритетности технологий (рис. 3).

По результатам отбора необходимо определить такое подмножество M^* мероприятий $M_{\text{полн}}$ по разработке промышленных технологий, сформированного по результатам сбора заявок от организаций-разработчиков и основанного на результатах прогнозирования, которые обеспечивают максимум целевой функции

$$M^* = \arg \max_{M_{\text{полн}}} \sum_{i=1}^N r'_i \quad (9)$$

при заданных ограничениях

$$\sum_{i=1}^M C_i x_i \leq C_{\text{зад}}, \quad (10)$$

где C_i – стоимость мероприятия, $C_i > 0, i = 1, 2, \dots, n$; $C_{\text{зад}}$ – заданная стоимость подпрограммы.

Учитывая сложность оценки выбранных мероприятий, предлагается использовать следующий приближенный алгоритм [18; 19]:

1) на каждом шаге оценки выбирается такое мероприятие из невыбранных ранее, для которых r'_i является наибольшим;

2) на каждом шаге оценки выбирается такое мероприятие из невыбранных ранее, для которых C_i является наименьшим и выполняются заданные ограничения $C_{\text{зад}}$.

Распределение бюджетного финансирования заканчивается, когда оставшиеся средства не покрывают необходимые объемы финансирования на проведение НИОКР. Для остальных НИОКР предлагается схема финансирования за счет внебюджетных источников.

Формирование и утверждение программы мероприятий по развитию промышленных технологий. На данном этапе осуществляется формирование перечня приоритетных мероприятий, удовлетворяющего результатам максимизации многокритериального суммарного ранга при заданных ограничениях на общую стоимость проводимых работ.

Результаты формирования программных мероприятий по развитию промышленных технологий представлены в виде ТДК, пример составления которой приводится на рис. 4.

По результатам многокритериального ранжирования эксперты из 100 научно-исследовательских работ отобрали только 30% предложений организаций для включения в состав мероприятий по разработке перспективных промышленных технологий для применения в арктических условиях [20].



Рис. 4. Технологическая дорожная карта развития арктических технологий
Fig. 4. Technological roadmap for the development of Arctic technologies

Наибольший приоритет по включению в перечень мероприятий по развитию промышленных технологий получили НИОКР, обеспечивающие высокий уровень масштабируемости технологий, наибольшую технологическую готовность, соответствие лимитной цене и обладающие наибольшей сырьевой, а также лабораторно-испытательной базой.

Заключение

Инновационная активность высокотехнологичных промышленных предприятий в сфере промышленных технологий определяет перспективы перехода к технологической независимости, конкурентоспособности отечественных промышленных предприятий. Предлагаемые научно-методические рекомендации по обоснованию программных мероприятий по долгосрочному развитию промышленных технологий на основе использования результатов научно-технологического прогнозирования позволят существенно

увеличить скорость адаптации отечественных промышленных высокотехнологичных предприятий к глобальным трендам, что способствует скорейшему формированию технологического суверенитета и позволит им увеличить выпуск инновационной продукции на основе новых высокоэффективных производственных технологий.

Предложения авторов способствуют повышению эффективности финансовой поддержки государством инновационных проектов по развитию промышленных технологий, справедливому распределению бюджетного финансирования на мероприятия, результатом которых являются разработка технологий, обеспечивающих полную технологическую готовность образца, а затем по принципу «жадного алгоритма» на оставшиеся мероприятия с учетом их рангов. Они формируют установление прозрачных и стабильных правил государственной поддержки технологических инноваций и принятия рисков долгосрочных инновационных проектов государством.

Список литературы / References

1. Голубев С.С., Чеботарев С.С., Чибинев А.М., Юсупов Р.М. *Методология научно-технологического прогнозирования Российской Федерации в современных условиях*: монография. Под науч. ред. д-ра экон. наук, проф., засл. деятеля науки РФ С.С. Чеботарева. М.: Креативная экономика; 2018. 282 с.
2. Суворов А.Е., Корчак В.Ю., Бочаров Л.Ю. *DARPA и наука Третьего рейха: оборонные исследования США и Германии*. Под общ. ред. Е.Е. Суворова. М.: Техносфера; 2015. 208 с.
3. Martin B.R. The origins of the concept of 'foresight' in science and technology: An insider's perspective. *Technological Forecasting and Social Change*. 2010;77(9):1438–1447. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.06.009>
4. Babkin A.I., Alekseeva N., Shkarupeta E., Makhmudova G. Structural and functional model of the digital monitoring system for the enterprise in Industry 4.0. In: *Proc. of the 3rd Intern. Sci. Conf. on Innovations in Digital Economy. SPBPU IDE-2021. October 11–15, 2021*. Saint Petersburg; 2021. P. 279–285. <https://doi.org/10.1145/3527049.3527092>
5. Шумпетер Й.А. *Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия*. Пер. с нем. М.: Эксмо; 2008. 864 с. (Russ. transl. from: Schumpeter J.A. *Theorie der Wirtschaftlichen Entwicklung: Theorie der Wirtschaftlichen Entwicklung*. Berlin: Duncker und Humblot; 1987. 389 p.)
6. Власова В.В., Гохберг Л.М., Грачева Г.А., Дитковский К.А., Кузнецова И.А., Мартынова С.В., Ратай Т.В., Росовецкая Л.А., Стрельцова Е.А., Фридлянова С.Ю. *Индикаторы инновационной деятельности*. 2023. Стат. сб. М.: ИСИЭЗ ВШЭ; 2024. 260 с.
7. Романова О.А., Норкина Е.В. Методология выбора приоритетов в рамках реализации инновационной стратегии предприятий высокотехнологичного комплекса. *Экономика региона*. 2006;(4):106–119.
Romanova O.A., Norkina E.V. Methodology of choosing innovation strategy priorities of organizations of high-tech complex. *Economy of Regions*. 2006;(4):106–119. (In Russ.)
8. *Право в условиях санкций*. Под общ. ред. М.В. Мажориной, Б.А. Шахназарова. М.: Проспект; 2023. 464 с.
9. Kvint V. *Strategy for the Global Market: Theory and Practical Applications*. New York, London: Routledge; 2016. 519 p.
10. Kotler P., Den Huan H., Setiawan I. *Marketing 6.0. The Future is Immersive*. Wiley; 2024. 256 p.
11. Zhuravlev D.M., Glukhov V.V. Strategizing of economic systems digital transformation: a driver on innovative development. *St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*. 2021;14(2):7–21. <https://doi.org/10.18721/JE.14201>
12. Афанасьев А.Л., Голубев С.С., Курицын А.В. Методы и инструменты формирования перечня перспективных технологических направлений развития ОПК на основе построения дорожных карт. *Научный вестник оборонно-промышленного комплекса России*. 2018;(1):6–18.
Afanasyev A.L., Golubev S.S., Kuritsyn A.V. Methods and instrument of formation of the list of promising

- technological directins of development of the defense industry based on the construction roadmaps. *Scientific Bulletin of the Military-Industrial Complex of Russia*. 2018;(1):6–18. (In Russ.)
13. Миронов В.Н. Трансфер технологий: цели, эффективность, риски. *Цифровая экономика*. 2022;(3(19)):88–96.
Mironov V. Technology transfer: goals, effectiveness, risks. *Tsifrovaya ehkonomika*. 2022;(3(19)):88–96. (In Russ.)
 14. Сюнтюрено О.В. Генерация инноваций и трансфер технологий: системные и информационные аспекты. *Научно-техническая информация. Серия 1: Организация и методика информационной работы*. 2022;(6):1–9. <https://doi.org/10.36535/0548-0019-2022-06-1>
Syunturenko O.V. Innovation generation and technology transfer: System and information aspects. *Nauchno-tekhnicheskaya informatsiya. Seriya 1: Organizatsiya i metodika informatsionnoi raboty*. 2022;(6):1–9. (In Russ.). <https://doi.org/10.36535/0548-0019-2022-06-1>
 15. Бондарев Н.С., Ганиева И.А., Кононова С.А. Региональное управление экономикой Кемеровской области-Кузбасса в условиях санкций. *Уголь*. 2022;(S12(1162)):106–110. <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2022-S12-106-110>
Bondarev N.S., Ganieva I.A., Kononova S.A. Regional economic management of the Kemerovo region – Kuzbass under sanctions. *Ugol' = Russian Coal Journal*. 2022;(S12(1162)):106–110. (In Russ.). <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2022-S12-106-110>
 16. Подольский А.Г. Верхняя лимитная цена – комплексный показатель, характеризующий ценность продукции военного назначения. *Экономика высокотехнологичных производств*. 2023;4(3):197–204. <https://doi.org/10.18334/evp.4.3.117377>
Podolskiy A.G. The upper limit price as a complex indicator characterizing the value of military products. *HighTech Enterprises Economy*. 2023;4(3):197–204. (In Russ.). <https://doi.org/10.18334/evp.4.3.117377>
 17. Бабкин А.В., Шкарупета Е.В. Индустрия 6.0: сущность, тенденции и стратегические возможности для России. *Экономика промышленности*. 2024;17(4):353–377. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2024-4-1369>
Babkin A.V., Shkarupeta E.V. Industry 6.0: the essence, trends and strategic opportunities for Russia. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2024;17(4):353–377. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2024-4-1369>
 18. Кононов А.В., Кононова П.А. *Приближенные алгоритмы для NP-трудных задач*. Новосибирск: РИЦ НГУ; 2014. 117 с.
 19. Цивилева А.Е., Голубев С.С. Стратегические перспективы в угольной промышленности Российской Федерации. *Экономика промышленности*. 2023;16(3):327–334. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2023-3-327-334>
Tsivileva A.E., Golubev S.S. Strategic perspectives in the coal industry of the Russian Federation. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2023;16(3):327–334. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2023-3-327-334>
 20. Квинт В.Л., Бодрунов С.Д. *Стратегирование трансформации общества: знание, технологии, ноономика*. СПб.: ИНИР им. С.Ю. Витте; 2021. 351 с.

Информация об авторах

Александр Леонидович Афанасьев – канд. техн. наук, руководитель Центра прогнозирования развития науки, техники и технологий, Всероссийский научно-исследовательский институт «Центр», 125993, Москва, Садовая-Кудринская ул., д. 11, стр. 1, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0222-246X>; e-mail: afal69@mail.ru

Сергей Сергеевич Голубев – д-р экон. наук, профессор, начальник отдела, Центр прогнозирования развития науки, техники и технологий, Всероссийский научно-исследовательский институт «Центр», 125993, Москва, Садовая-Кудринская ул., д. 11, стр. 1, Российская Федерация; Московский государственный юридический университет имени О.Е. Кутафина, 125993, Москва, Садовая-Кудринская ул., д. 9, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8745-6235>; e-mail: sergei.golubev56@mail.ru

Александр Викторович Курицын – канд. экон. наук, заместитель начальника Центра прогнозирования развития науки, техники и технологий, Все-

Information about the authors

Alexander L. Afanasyev – PhD (Eng.), Head of the Center for Forecasting the Development of Science, Engineering and Technology, All-Russia Scientific and Research Institute “Center”, 11-1 Sadovaya-Kudrinskaya Str., Moscow 125993, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0222-246X>; e-mail: afal69@mail.ru

Sergey S. Golubev – Dr.Sci. (Econ.), Professor, Head of Department Center for Forecasting the Development of Science, Engineering and Technology, All-Russian Research Institute “Center”, 11-1 Sadovaya-Kudrinskaya Str., Moscow 125993, Russian Federation; Kutafin Moscow State Law University, 9-2 Sadovaya-Kudrinskaya Str., Moscow 125993, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8745-6235>; e-mail: sergei.golubev56@mail.ru

Alexander V. Kuritsyn – PhD (Econ.), Deputy Head of the Center for Forecasting the Development of Science, Engineering and Technology, All-Russia Scientific

российский научно-исследовательский институт «Центр», 125993, Москва, Садовая-Кудринская ул., д. 11, стр. 1, Российская Федерация; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9018-424X>; e-mail: akuritsyn@vniicentr.ru

and Research Institute “Center”, 11-1 Sadovaya-Kudrinskaya Str., Moscow 125993, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9018-424X>; e-mail: akuritsyn@vniicentr.ru

Критерии авторства. Каждый из соавторов внес равный вклад в выполненную работу.

Contribution. Each of the co-authors made an equal contribution to the work performed.

Конфликт интересов: Авторы заявили об отсутствии потенциальных конфликтов интересов в отношении исследования, авторства и/или публикации данной статьи.

Conflicts of interest: The author has declared no potential conflicts of interest in relation to the research, authorship and/or publication of this article.

Поступила в редакцию **23.01.2025**; поступила после доработки **15.07.2025**; принята к публикации **16.08.2025**
Received **23.01.2025**; Revised **15.07.2025**; Accepted **16.08.2025**