

УДК 005.8

ПОРТФЕЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИЯМИ В УСЛОВИЯХ РЕГУЛЯТОРНОГО РИСКА

¹И.А. Кубрак, ²А.А. Трофимова

¹ Российский новый университет, Москва

² Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва,
e-mail: annatrofimova52@gmail.com

Аннотация. Разработана воспроизводимая многокритериальная процедура отбора продуктовых R&D - проектов для композитной отрасли России (2015–2025) на основе АНР (веса критериев) и TOPSIS (ранжирование). Метод интегрирует TRL, регуляторный риск, надёжность, экономический эффект и цифровую верифицируемость, обеспечивая переход от разрозненных оценок к формализованному решению о финансировании, доработке или остановке проекта. Ретроспективная проверка на семи публичных кейсах показала: приоритет получают проекты с высокой технологической зрелостью, подтверждённой промышленной применимостью и контролируемым регуляторным риском; инфраструктурные инициативы требуют отдельного контура оценки. Метод пригоден для пилотного внедрения в корпоративные регламенты; для окончательной валидации необходима проверка на внутренних данных и опрос экспертов.

Ключевые слова: управление R&D; портфель проектов; композитные материалы; TRL; регуляторный риск; надёжность; инновации; инновационный менеджмент

PORTFOLIO INNOVATION MANAGEMENT IN THE CONTEXT OF REGULATORY RISK

¹I.A. Kubrak, ²A.A. Trofimova

¹ Russian New University, Moscow

² National Research University "Higher School of Economics, Moscow, e-mail: annatrofimova52@gmail.com

Abstract. A reproducible multicriteria selection procedure for product R&D projects for the Russian composite industry (2015–2025) based on AHP (criteria weight) and TOPSIS (ranking) has been developed. The method integrates TRL, regulatory risk, reliability, economic impact, and digital verifiability, enabling a transition from disparate assessments to a formalized decision on financing, finalizing, or terminating a project. A retrospective review of seven public case studies showed that projects with high technological maturity, proven industrial applicability and controlled regulatory risk receive priority; infrastructure initiatives require a separate assessment contour. The method is suitable for pilot implementation in corporate regulations; for final validation, an internal data check and an expert survey are required.

Keywords: R&D management; project portfolio; composite materials; TRL; regulatory risk; reliability; innovation; innovation management

Дата поступления статьи в редакцию: 21.05.2026

Дата принятия статьи в печать: 08.07.2026

Введение

Управление портфелем R&D-проектов в высокотехнологичных отраслях всё в большей степени определяется не только научно-техническим содержанием проектов, но и качеством процедур их отбора, пересмотра и остановки [1, 2]. Для композитной отрасли эта проблема имеет особую значимость, поскольку разработка и вывод новых продуктов сопряжены с длинными циклами испытаний, высокой стоимостью верификации, жёсткими требованиями к надёжности и значительной зависимостью от регуляторной среды. В результате применение изолированных критериев, например, только TRL или только ожидаемого экономического эффекта, не позволяет адекватно отразить вероятность успешного перехода продукта от стадии разработки к серийному производству [3].

В литературе по портфельному управлению R&D подчёркивается необходимость многокритериального подхода, который соединяет технологические, экономические и стратегические параметры [4]. В то же время современные исследования цифрового производства и цифровых двойников показывают, что уровень цифровой верифицируемости проекта способен существенно влиять на снижение неопределённости, ускорение испытаний и повышение воспроизводи-

сти результатов [5-7]. Однако, в открытых исследованиях практически отсутствуют процедуры корпоративного отбора продуктовых проектов в композитной отрасли, которые одновременно учитывали бы TRL, регуляторный риск, требования надёжности и цифровую верифицируемость в единой модели принятия решений.

Цель исследования

Целью исследования является разработка и верификация многокритериальной процедуры отбора продуктовых R&D-проектов в композитной отрасли России на корпоративном уровне в 2015–2025 гг.

Материал и методы исследования

Исследование выполнено в логике прикладного управленческого анализа и опирается на сочетание методов многокритериального принятия решений с ретроспективной валидацией на открытых данных.

Эмпирическую базу составили публично документированные кейсы российских инициатив в композитной отрасли за 2015–2025 гг., релевантные задаче отбора продуктовых и близких к ним проектов.

Предложенная процедура представляет собой пошаговый операционный алгоритм для корпоративного отбора продуктовых R&D-проектов, сочетающий сбор объективных и экспертных данных с формализованными методами взвешивания и ранжирования (рис.1).

Результаты исследования

Влияние процедур отбора R&D-проектов на инновационную результативность

В исследовательской литературе последовательно обосновывается тезис о том, что качество отбора проектов выступает критическим фактором инновационной результативности компании, особенно в условиях ресурсных ограничений и высокой неопределённости. Как показано в работе Д.Ю. Каталевского и соавторов, формализованные процедуры формирования портфеля R&D способствуют снижению технологического риска через его диверсификацию и повышают вероятность коммерческой реализации инноваций [8]. Эмпирические исследования организационных практик российских корпораций дополняют этот вывод: регламентация стадийно-вороточной модели (stagegate) и чёткая спецификация критериев отбора рассматриваются как значимый фактор эффективности НИОКР при ограниченном бюджете. Авторы отчёта НИУ ВШЭ подчёркивают, что отсутствие систем приоритизации ведёт к снижению отдачи от инвестиций в исследования, что особенно остро проявляется в периоды внешней неопределённости [9].



Рис. 1. Логика предложенной процедуры отбора

Источник: составлено авторами

Классические работы по управлению портфелем R&D (например, Cooper, Edgett, Kleinschmidt) вводят фундаментальный принцип баланса между краткосрочной отдачей и долгосрочными технологическими инвестициями. В этих исследованиях показано, что чрезмерный акцент на

быстрых результатах ослабляет базу будущих компетенций и снижает общую инновационную результативность компании. Современные публикации, развивая этот подход, утверждают, что достижение такого баланса возможно лишь при формализации критериев ранжирования проектов, включающих технические, экономические и стратегические метрики [10]. Стандартизованные метрики обеспечивают сопоставимость альтернатив и воспроизводимость управленческих решений.

Однако обзоры организационных практик, выполненные на материале российских корпораций, выявляют существенное ограничение: универсальные портфельные модели без отраслевой настройки оказываются недостаточно прикладными. Как отмечается в ряде работ, они не учитывают специфические источники риска и длительность инновационных циклов в отдельных секторах промышленности, что снижает их практическую ценность и требует адаптации критериев под конкретные условия [11].

Специфика композитной отрасли как предмет исследований

Применительно к композитной отрасли эта проблематика приобретает особую остроту, что находит отражение в специализированной литературе. Ключевой особенностью, выделяемой исследователями, является высокая роль сертификации и подтверждения эксплуатационных характеристик как самостоятельных факторов управленческого риска. Длительные и дорогостоящие натурные испытания, жёсткие требования к надёжности и стандартизации напрямую влияют на вероятность успешного выхода продукта в серию [14, 15].

В работах, посвящённых расчёту прочности композитных конструкций, подчёркивается, что традиционные методы, исторически ориентированные на металлы, зачастую неприменимы к сложной, разнородной структуре композитов. Это вынуждает производителей проводить колоссальный объём физических испытаний для подтверждения безопасности продукции [15].

Отдельный блок литературы посвящён нормативному регулированию. Введение новых национальных стандартов — ГОСТ Р 71726-2024 и ГОСТ Р 71727-2024, регламентирующих оценку уровня готовности технологий (TRL) и уровня рыночной готовности (CRL), — создаёт формализованную базу для объективизации оценки зрелости технологических проектов, в том числе в области композитов. Тем не менее, как показывают аналитические обзоры, применение этих шкал в процедурах отбора R&D-проектов не является автоматическим и требует методической адаптации [16]. Таким образом, из литературных источников следует вывод: применение универсальных портфельных подходов без учёта отраслевой специфики приводит к недооценке критических рисков и искажению приоритетов портфеля. Это создаёт запрос на разработку адаптированных многокритериальных процедур, которые интегрируют TRL, регуляторный риск и требования надёжности в единую управленческую логику [12].

Применение методов многокритериального принятия решений (MCDM) в R&D-менеджменте

Методы многокритериального принятия решений (MCDM) — включая аналитический иерархический процесс (АИР), аналитический сетевой процесс (АНП), TOPSIS и MAUT — получили широкое распространение в инженерном и инновационном менеджменте. В литературе обосновывается, что эти методы позволяют формализовать и сопоставить разнотипные критерии (от количественных экономических показателей до качественных экспертных оценок), переводя многомерные управленческие дилеммы в воспроизводимую аналитическую процедуру [10].

Как отмечается в работах по R&D-менеджменту, портфельные решения принимаются на стыке технической экспертизы, организационной политики и внешних ограничений, что требует инструментов, обеспечивающих сопоставимость, прозрачность и возможность проведения чувствительного анализа при неопределённости и дефиците ресурсов [13]. В российской прикладной литературе показано, что применение MCDM-подходов повышает качество отбора проектов и обоснованность управленческих решений, что критично для сокращения технико-экономических рисков при реализации инновационных программ [14, 15].

Дискуссия о включении критерия цифровой верифицируемости (DT-readiness)

Значимый пласт современной литературы посвящён цифровым двойникам и цифровому производству. В этих работах демонстрируется, что взаимосвязанные цифровые двойники обеспечивают непрерывный мониторинг жизненного цикла изделий и предоставляют управленцам точные цифровые следы для поддержки решений на стадиях проектирования, испытаний и эксплуатации, что повышает воспроизводимость и предсказуемость производственных процессов [5, 16].

Применительно к композитным структурам прикладные исследования показывают, что применение методов глубокого обучения в цифровых двойниках (deep learning enhanced digital twinning) улучшает точность предсказаний механического поведения и позволяет рано обнаруживать дефекты. Это уменьшает неопределённость верификации и сокращает длительность натурных испытаний [3, 14]. Так, в публикациях, описывающих разработку системы виртуальных испытаний композитов в Московском авиационном институте, утверждается, что переход от физических краш-тестов к высокоточному многоуровневому моделированию может значительно сократить сроки и стоимость сертификации [14, 15].

Выявленные пробелы и направления дальнейших исследований

Синтез рассмотренных научных источников позволяет выявить следующие нерешённые вопросы. Во-первых, существующие исследования фиксируют необходимость отраслевой адаптации MCDM-процедур для R&D-портфеля, но конкретные методики для композитной отрасли России с учётом новых стандартов TRL/CRL и требований Постановления № 719 (баллы локализации) остаются фрагментарными [16, 17]. Во-вторых, несмотря на убедительные данные о преимуществах цифровых двойников для сокращения сертификационных рисков, управленческий потенциал этого инструмента, а именно включение показателя цифровой верифицируемости (DT-readiness) в качестве формального критерия отбора, не получил систематической разработки в литературе по портфельному управлению. В-третьих, эмпирические обзоры констатируют дефицит воспроизводимых процедур, интегрирующих TRL, регуляторный риск, стоимость сертификации и DT-readiness в единую шкалу для ранжирования проектов на ранних стадиях [11, 12]. Таким образом, литературный анализ свидетельствует о наличии исследовательского пробела, который может быть заполнен разработкой многокритериальной процедуры отбора продуктовых R&D-проектов, адаптированной к отраслевой специфике российского композитного сектора и учитывающей современные возможности цифровой верификации.

В выборку вошли семь публичных кейсов, отражающих разные типы инициатив в российской композитной отрасли: серийное производство термопластичных композитов, демонстрация полного производственного цикла, создание R&D-центра, авиационные пилотные применения, локализация производства материалов, локализация цифровых решений для композитного производства и агрегированные инициативы национальной программы. Эти кейсы позволили сопоставить проекты, различающиеся по степени технологической зрелости, характеру конечного результата и управленческой роли в отрасли.

Таблица 1

Публичные кейсы для ретроспективной валидации

Кейс	Период	Тип инициативы	Ключевая характеристика	Статус
Серийное производство термопластичных композитов	2025	Продуктовый/ производственный	Наличие серийного запуска	Переход в серию
Полный цикл производства (Нева Технолоджи + НКК)	2025	Пилот цифрового производства	Демонстрация технологической цепочки	Пилот
Отраслевой R&D-центр	2015–2024	Инфраструктурный	Развитие компетенций и поддержки R&D	Функционирует
Авиационные проекты с композитами	2015–2021	Продуктовый	Высокие требования сертификации и надёжности	Частичное внедрение
Локализация материалов	2018–2024	Технологический/ производственный	Развитие сырьевой и технологической базы	Внедрение/ масштабирование
Локализация ПО и автоматизации	2023–2025	Цифровой/ производственный	Высокая цифровая составляющая	Пилот
Национальная программа по композитам	2019–2025	Программный/ портфельный	Координация набора инициатив	Частичные внедрения

Источник: составлено авторами на основе [17–22]

На основе процедуры АНР были получены относительные веса критериев. Наибольшие значения получили технологическая готовность, экономический эффект, регуляторный риск и надёжность, тогда как цифровая верифицируемость и стратегическая значимость заняли подчинённое, но существенное место в структуре оценки. Это означает, что в условиях корпоративного отбора проектов на первый план выходят критерии, прямо связанные с вероятностью промышленного внедрения и его экономической состоятельностью.

Таблица 2

Система критериев и их относительный вес

Критерий	Содержание	Относительный вес
TRL	Степень технологической готовности проекта	0,20
RegRisk	Вероятность и влияние регуляторных ограничений	0,18
Reliability	Надёжность и сложность подтверждения характеристик	0,17
Economic proxy	Ожидаемый экономический эффект и масштабируемость	0,18
DT-readiness	Наличие цифровой верифицируемости/цифрового двойника	0,12
Strategic value	Связь со стратегическими и отраслевыми приоритетами	0,15

Источник: составлено авторами

Применение TOPSIS показало, что наиболее высокие позиции заняли кейсы, в которых сочетались высокая технологическая готовность, наличие промышленного результата и приемлемый уровень регуляторной нагрузки. В верхней части ранжирования оказались серийное производство термопластичных композитов, авиационные продуктовые проекты и инициативы по локализации материалов, тогда как инфраструктурные и агрегированные программные кейсы заняли нижние позиции, поскольку хуже соответствовали логике отбора именно продуктовых R&D-проектов.

Таблица 3

Итоговое ранжирование кейсов по процедуре TOPSIS

Ранг	Кейс	Обобщённая интерпретация результата
1	Серийное производство термопластичных композитов	Высокая технологическая зрелость и близость к коммерческому результату
2	Авиационные проекты с композитами	Высокая стратегическая ценность при серьёзных барьерах сертификации
3	Локализация материалов	Значимый вклад в промышленную базу и масштабируемость
4	Полный цикл производства (пилот)	Перспективный, но ещё демонстрационный характер
5	Локализация ПО и автоматизации	Высокая цифровая составляющая при умеренной продуктовой зрелости
6	Национальная программа по композитам	Высокая стратегическая значимость, но агрегированный характер
7	Отраслевой R&D-центр	Значимый инфраструктурный эффект вне рамки прямого продуктового отбора

Источник: составлено авторами

Результаты показывают следующее: если при отборе проектов опираться только на одну метрику — например, на TRL или только на ожидаемую экономику — то менеджмент рискует допустить проекты, которые технически ещё не готовы или блокируются требованиями сер-

тификации и долговечности. Поскольку такие скрытые риски в композитах особенно велики (дорогие и длительные натурные испытания, строгие регламенты), отбора по одной метрике недостаточно; требуется модель, которая одновременно фиксирует технологическую зрелость, регуляторные барьеры и надежность изделия, и затем переводит эту диагностику в приоритеты финансирования.

Из этого вытекает практическое решение: разделить управление портфелем на два связанных контура.

Первый можно обозначить оперативным. Он предназначен для продуктовых R&D-проектов; он ставит в приоритет те проекты, у которых низкая технологическая и регуляторная неопределённость и есть реальные шансы на быстрый выход в серию. Второй — стратегический. Он оценивает инфраструктурные и программные инициативы (центры компетенций, национальные программы). Здесь ключевой критерий — это долгосрочный эффект и стратегическая значимость, поэтому для таких инициатив нужны отдельные методы оценки и более «длинные» горизонты инвестирования (рис. 2).



Рис. 2. Модель двухуровневого отбора R&D-проектов

Источник: составлено авторами

Практическая рекомендация по внедрению проста: применять интегрированную процедуру отбора вместе с регламентом, который фиксирует:

1. Одинаковые шкалы и правила кодирования показателей
2. Способ получения весов приоритетов (например, парные сравнения)
3. Пороговые значения для ранжирования проектов (когда проект финансируют, дорабатывают или останавливают)
4. Заранее определённые сценарии пересмотра весов в зависимости от изменения стратегии или внешних условий.

Только при таком сочетании диагностики, формализации и регламентированного решения корпоративный менеджмент сможет последовательно снижать риски и направлять ресурсы туда, где они быстрее и надёжнее превратятся в коммерческий результат.

Заключение

Поставленная цель исследования — разработать и верифицировать многокритериальную процедуру отбора продуктовых R&D-проектов для композитной отрасли России в корпоративном контексте (период 2015–2025) — была решена в двух взаимодополняющих измерениях: методологическом и эмпирическом. Методологически сформирован воспроизводимый MCDM-фреймворк, сочетающий АНР (определение весов критериев) и TOPSIS (ранжирование альтернатив), с чётко прописанными шкалами измерений (TRL, RegRisk, Reliability, Economic proху, DT-readiness, Strategic value), алгоритмами нормализации, проверкой согласованности

АНР и регламентированными порогами для принятия управленческих решений. Этот набор процедур предоставил формализованный инструмент, пригодный для пилотной интеграции в корпоративные регламенты.

Эмпирически процедура прошла предварительную валидацию на ретроспективной выборке из семи публичных кейсов, охватывающей продуктовые, демонстрационные и инфраструктурные инициативы композитной отрасли. Кодирование показателей по согласованным шкалам и последующие расчёты АНР+TOPSIS выявили устойчивую причинно-следственную связь: наивысшие ранги получают те проекты, у которых сочетаются высокая технологическая зрелость, подтверждённая промышленная применимость и управляемый регуляторный риск; проекты инфраструктурного характера, хотя и стратегически значимы, в контексте оперативного продуктового отбора ранжируются ниже ввиду опосредованного эффекта на коммерческую реализацию. Чувствительный анализ продемонстрировал устойчивость верхней части ранжирования при разумных вариациях весов и одновременно показал, что смена институциональных приоритетов (через корректировку весов) предсказуемо меняет структуру предпочтений портфеля.

Таким образом, основные выводы исследования сводятся к следующему. Во-первых, для композитной отрасли недостаточно опираться на изолированные показатели (TRL или экономики): без учёта регуляторных барьеров и сложности подтверждения надёжности отбор проектов остаётся неполным и рискованным. Во-вторых, интегрированный MCDM-подход обеспечивает операциональную связку «диагностика → взвешивание → ранжирование → решение», что повышает прозрачность, воспроизводимость и обоснованность управленческих решений по включению, доработке или остановке проектов. В-третьих, практическая реализация должна следовать двухконтурной архитектуре управления портфелем: оперативный контур для продуктовых проектов (краткие горизонты, критерии минимизации технологической и регуляторной неопределённости) и стратегический контур для инфраструктурных и программных инициатив (долгие горизонты, акцент на системных эффектах и кадрах).

Исследование имеет прикладную ценность: предложенная матрица критериев, формализованные алгоритмы АНР+TOPSIS и модель пороговых решений могут быть использованы корпоративными менеджерами как элемент регламента отбора и периодического пересмотра портфеля R&D. Одновременно обозначены важные ограничения: использование только публичных источников ограничивает точность экономических и регуляторных оценок; агрегирование публичных экспертных суждений не заменяет полноценного внутреннего опроса экспертов корпорации.

Рассмотрим практические и исследовательские рекомендации. Первоочередным шагом для трансформации методики в промышленный регламент является пилотирование процедуры внутри одной или нескольких корпораций с доступом к закрытым данным и проведением опроса внутренних экспертов для уточнения весов и порогов; далее следует разработка отдельного модуля оценки инфраструктурных инициатив и формализация требований к DT-readiness (минимальные критерии цифровой верификации при переводе проекта между стадиями). Научная перспектива связана с оценкой экономической эффективности внедрения процедуры (СВА на основе пилотных данных), а также с изучением динамики портфеля в условиях внешних шоков (сценарное моделирование и автоматизация пересмотра весов).

Литература

1. Eckert T., Ньсиг S. Innovation portfolio management: A systematic review and research agenda in regards to digital service innovations // Management Review Quarterly. 2022. V. 72. № 1. P. 187-230. DOI: 10.1007/s11301-020-00208-3 EDN: GETDNZ.
2. Ojiako U. et al. The impact of project portfolio management practices on the relationship between organizational ambidexterity and project performance success // Production Planning & Control. 2023. V. 34. № 3. P. 260-274. DOI: 10.1080/09537287.2021.1909168 EDN: SQNQWT.
3. Xu X. et al. Deep-learning-enhanced digital twinning of complex composite structures and real-time mechanical interaction // Composites Science and Technology. 2023. V. 241. P. 110139. DOI: 10.1016/j.compscitech.2023.110139 EDN: YSSVYN.
4. Моттаева А.Б. Возможности адаптации зарубежного опыта государственного управления землями крупных городов в РФ // Экономика и предпринимательство. 2015. № 1(54). С. 121-123. EDN: TLRWCD.
5. Цымбал А.А., Рабизов Д.П., Халимон Е.А. Международный опыт совершенствования оценки инновационных проектов // Вестник университета. 2025. № 3. С. 53-67. DOI: 10.26425/1816-4277-2025-3-53-67 EDN: SRNPRE.

6. Трохов А.А., Пищухин А.М. Особенности применения цифровых двойников для технологического оборудования с ЧПУ // Цифровизация управления в организационных системах - 2025. Екатеринбург, 2026. С. 5-11. EDN: NAGWBN.
7. Шиболденков В.А. Интегрированное многомерное моделирование цифрового двойника производственной системы // ИИАСУ-24-Искусственный интеллект в автоматизированных системах. 2025. EDN: TZYUFE.
8. Батанов Ф.А. Управление неопределенностями в инновационных проектах и их влияние на экономическую эффективность // Журнал прикладных исследований. 2025. № 8. С. 167-172. DOI: 10.47576/2949-1878.2025.8.8.021 EDN: ITHBRE.
9. Каталевский Д.Ю., Космодемьянская Н.В., Гришин А.Г. Управление портфелем научно-исследовательских разработок: опыт Сколковского института науки и технологий // Российский журнал менеджмента. 2024. № 4. С. 635-654. DOI: 10.21638/spbu18.2024.401 EDN: BPWGDI.
10. Желтенков А.В., Моттаева А.Б., Жангуразов А.Р. Управление организационными изменениями на промышленных предприятиях: проблемы и концепции // Экономика и предпринимательство. 2017. № 2-2(79). С. 968-972. EDN: YJCBET.
11. Осинцев Н.А. Многокритериальные методы принятия решений в «зелёной» логистике // Мир транспорта. 2021. № 19(5). С. 105-114. DOI: 10.30932/1992-3252-2021-19-5-13 EDN: FQTLFA.
12. Фияксель Э.А., Ермакова Е.А. Организация R&D-системы в российских корпорациях // Инновации. 2012. № 8 (166). EDN: SCMCXR.
13. Кокуйцева Т.В., Овчинникова О.П. Методические подходы к оценке эффективности цифровой трансформации предприятий высокотехнологичных отраслей промышленности // Креативная экономика. 2021. Т. 15, № 6. С. 2413-2430. DOI: 10.18334/ce.15.6.112192 EDN: XMAKMZ.
14. Моттаева А.Б., Князев Д.В. Стратегическое планирование на мезоуровне и на уровне отдельных промышленных предприятий в рамках развития отраслевых кластеров // Экономика и предпринимательство. 2016. № 10-1(75). С. 626-630. EDN: WMSRVJ.
15. Kumar R. A comprehensive review of MCDM methods, applications, and emerging trends // Decision Making Advances. 2025. Т. 3. № 1. С. 185-199. DOI: 10.31181/dma31202569 EDN: YLHKKU.
16. Крупнов Ю.А., Моттаева А.Б. Тенденции и перспективы развития мирового энергетического рынка: прогноз на 2025 г. // E-Management. 2025. Т. 8, № 1. С. 43-54. DOI: 10.26425/2658-3445-2025-8-1-43-54 EDN: OVQJAM.
17. Iranshahi K. et al. Digital twins: Recent advances and future directions in engineering fields // Intelligent Systems with Applications. 2025. V. 26. P. 200516. DOI: 10.1016/j.iswa.2025.200516 EDN: AUWTLJ.
18. Моттаева А.Б. Актуальные тренды и перспективы развития энергетики в России // Вестник Сургутского государственного университета. 2024. Т. 12, № 4. С. 77-91. DOI: 10.35266/2949-3455-2024-4-6 EDN: IGXTYY.
19. «Нева Технолоджи» и НКК продемонстрировали полный цикл производства изделия из композитов на отечественном ПО и оборудовании // Издательство «Открытые системы». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.osp.ru/resources/releases?rid=55869> (дата обращения: 13.05.2026).
20. В Сколково появится R&D-центр композиционных материалов // ChemPort.Ru. [Электронный ресурс]. URL: https://www.chemport.ru/chemprodnews_6454.html (дата обращения: 13.05.2026).
21. Развитие производства композитных материалов (композитов) и изделий из них // Национальные проекты. [Электронный ресурс]. URL: <https://национальныепроекты.пф/new-projects/novye-materialy-i-khimiya/razvitie-proizvodstva-kompozitnykh-materialov-kompozitov-i-izdeliy-iz-nikh/> (дата обращения: 13.05.2026).
22. Композит изделия // Композитный мир. [Электронный ресурс]. URL: <https://compositeworld.ru/files/2-111-2025-WEB.pdf> (дата обращения: 13.05.2026).
23. Правительство приняло программу по новым композиционным материалам // Страна Росатом. [Электронный ресурс]. URL: <https://strana-rosatom.ru/2023/07/24/pravitelstvo-prinyalo-programmu-po-n/> (дата обращения: 13.05.2026).