

УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СВЯЗАННОСТЬЮ КАК НОВАЯ ПАРАДИГМА ФИНАНСОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИОРИТЕТОВ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ

К.А. Ермолаев, М.С. Кузьмин, Л.В. Лукишина

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, email: m-kuzmin@mail.ru

Аннотация. Настоящее исследование посвящено разработке и обоснованию новой парадигмы управления технологической связанностью в контексте системы финансового обеспечения приоритетов развития науки и техники. В условиях роста объемов инвестиций в научно-технологическую сферу выявляется проблема несоответствия между уровнем вкладываемых инвестиций и реальными результатами инновационной деятельности, что обуславливает необходимость формирования более эффективных механизмов управления в этой сфере. В рамках исследования предложена трехуровневая структура распределения финансовых ресурсов между инновационными проектами с учетом их взаимосвязей и синергетических эффектов. Ключевым элементом предложенного подхода является унификация методов оценки тесноты технологических связей, которая реализуется посредством построения матриц связанности и индексирования степени технологической взаимозависимости. Это позволяет количественно определить степень взаимодействия между различными направлениями инновационного развития и сформировать основу для систематизированного управленческого подхода к распределению ресурсов.

Ключевые слова: технологическая связанность, приоритеты развития, управление.

TECHNOLOGICAL CONNECTIVITY MANAGEMENT AS A NEW PARADIGM OF FINANCIAL SUPPORT FOR THE PRIORITIES OF SCIENCE AND TECHNOLOGY DEVELOPMENT

K.A. Ermolaev, M.S. Kuzmin, L.V. Lukishina

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, email: m-kuzmin@mail.ru

Abstract. This study is devoted to the development and substantiation of a new paradigm for managing technological connectivity within the context of a system for funding science and technology development priorities. Increasing investment in science and technology has revealed a discrepancy between the level of investment and the actual results of innovation, necessitating the development of more effective mechanisms for managing technological connectivity. The study proposes a three-tiered funding structure, including a core, periphery, and outpost, as well as a system for assessing the synergistic potential of innovation portfolios. A key element is the unification of methods for assessing the closeness of technological links, implemented through the construction of connectivity matrices and indexing the degree of technological interdependence. These methodological tools allow for the quantitative determination of the degree of interaction between various areas of innovative development and form the basis for a systematic management approach to resource allocation.

Keywords: technological connectivity, development priorities, management.

Дата поступления статьи в редакцию: 01.12.2025

Дата принятия статьи в печать: 15.01.2026

Введение

Исследованию технологической связанности посвящен целый ряд научных работ последних лет. В них связанность технологий в основном рассматривается в контексте пространственной парадигмы применительно к регионам, отраслям и субъектам экономики [1,2], в целях прогнозирования их экономического [3] и научно-технологического [4] развития. С точки зрения финансового обеспечения приоритетов развития науки и техники в настоящее время много внимания уделяется финансовым инструментам обеспечения их стратегического развития. Среди таковых, в первую очередь, следует выделить финансирование, предусматриваемое национальными приоритетами развития страны, стратегией научно-технологического развития, национальными проектами и программами. Кроме того, для определения тесноты технологической связанности начинают активно использоваться патентные ландшафты по ряду технологий, а также инструменты анализа публикационной активности и исследования поисковых запросов в сети Интернет [5,6]. Несмотря на значительное количество проведенных к настоящему времени исследований в анализируемой области все еще остается ряд нерешенных проблем. Так, в практике распре-

деления финансовых ресурсов недостаточно учитываются взаимосвязи между различными технологиями, что приводит к игнорированию синергетических эффектов их совместного развития. Кроме того, существующие финансовые инструменты недостаточно адаптированы к специфике различных этапов технологического жизненного цикла инновационных проектов, что снижает эффективность инвестиций и препятствует достижению запланированных инновационных результатов.

Цель исследования

Целью настоящего исследования является разработка и обоснование новой парадигмы управления технологической связанностью в системе финансового обеспечения научно-технологического развития. Исследование сориентировано на интеграцию методических подходов оценки тесноты технологических связей и зрелости технологий с организационными механизмами распределения финансовых ресурсов между приоритетными направлениями развития на национальном, региональном и корпоративном уровнях управления.

Материал и методы исследования

Методологическая база исследования строится на анализе нормативных документов, регламентирующих финансирование науки и техники на различных уровнях управления, включая национальные стратегии научно-технологического развития, региональные инновационные программы и корпоративные портфели инновационных проектов. В качестве материалов исследования использованы данные о финансировании НИОКР в ведущих развитых странах и Российской Федерации, информация о портфелях инновационных проектов ряда крупнейших корпораций, а также статистические данные о динамике научно-технологических показателей на национальном и региональном уровнях.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ статистических данных по финансированию научно-технологического развития позволил выявить фундаментальную проблему, которая заключается в том, что увеличение объемов инвестиций в науку и технологии не всегда сопровождается адекватным ростом инновационных результатов. Согласно данным Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) [7], на начало 2024 года доля исследований и разработок (НИОКР) в валовом внутреннем продукте развитых стран демонстрирует значительную вариативность. Так, средняя интенсивность НИОКР в странах ОЭСР в 2022 году составила 2,7% ВВП. Лидирующие позиции занимают Израиль (6,3% ВВП), Южная Корея (5,0% ВВП) и Соединенные Штаты Америки (3,4% ВВП), в то время как среднеевропейский показатель (ЕС-27) находится в диапазоне 2,22-2,26% ВВП. В 2023 году расходы на НИОКР в странах ОЭСР выросли на 2,4% в реальном выражении, при этом бизнес-сектор обеспечивает 74% от общих объемов финансирования научных исследований и разработок. По данным ИА «Интерфакс», расходы Европейского союза на НИОКР на 2023 год составили 381 млрд. евро, что соответствует 2,22% ВВП [8]. Однако при сопоставимых объемах финансирования наблюдаются значительные различия в эффективности их использования и трансформации научных результатов в коммерциализируемые инновации. Так, согласно Глобальному индексу инноваций за 2024 год, подготовленному Всемирной организацией интеллектуальной собственности (WIPO), при сопоставимых уровнях финансирования НИОКР развитые страны демонстрируют принципиально различные результаты трансформации научных результатов в коммерциализируемые инновации [9]. Например, Швейцария, несмотря на незначительный объем финансирования НИОКР в сравнении с другими странами, занимает первое место по эффективности преобразования инвестиций в инновационные результаты.

Описанная проблема подтверждается исследованиями, выполненными на корпоративном уровне. Согласно данным исследования Boston Consulting Group (BCG), опубликованного в 2024 году несмотря на то, что 83% компаний рассматривает инновации в числе трех главных приоритетов развития, лишь 3% организаций демонстрирует готовность транслировать эти приоритеты в реальные результаты. Более того, чуть менее половины опрошенных руководителей (48%) указывает на то, что их организации предпринимают усилия по согласованию бизнес-стратегии и инновационной стратегии, и только 12% отмечает наличие устойчивых связей между ними [10]. Данный разрыв между декларируемыми приоритетами и фактической готовностью организаций указывает все на ту же фундаментальную проблему, которая заключается в том, что наличие финансовых ресурсов и признание значимости инноваций не гарантирует их эффективное использование без четкой стратегической направленности и надлежащего управления связанностью технологических приоритетов.

В Российской Федерации ситуация в сфере научно-технологического развития характеризуется повышенной актуальностью, связанной с диспропорциями между инвестициями и инновационными результатами. Доля государственных расходов на НИОКР в ВВП составляет примерно 1,3%, что существенно ниже среднего показателя ОЭСР. При этом коммерциализация научных результатов остается недостаточной — доля инновационных продуктов в общем объеме выпуска промышленной продукции не превышает 5%. Анализ инновационных программ 36 крупнейших российских компаний выявил критическую проблему отсутствия взаимосвязи между показателями инновационной активности на разных этапах жизненного цикла инноваций (от проведения НИОКР до коммерциализации) и показателями достижения стратегических целей развития [11]. Это свидетельствует о том, что финансирование распределяется преимущественно формально, без учета системных эффектов взаимодействия между технологическими приоритетами.

Методические и организационные подходы к управлению технологической связанностью

Управление технологической связанностью при принятии решений о финансировании науки и техники требует применения комплексного подхода, включающего как методические инструменты оценки связанности и зрелости технологий, так и организационные механизмы интеграции этих методических подходов в процесс принятия финансовых решений на различных уровнях управления.

Для оценки тесноты технологической связанности в настоящее время активно применяются патентные ландшафты и инструменты анализа публикационной активности [12]. Эти методы позволяют выявить кластеры взаимосвязанных технологий в портфеле инновационных приоритетов, идентифицировать так называемые сквозные технологии — элементы, связывающие различные области инновационного развития, а также измерить цитируемость технологических разработок в качестве индикатора их значимости для развития смежных областей. Исследование, проведенное на основе анализа патентных данных WIPO в области декарбонизации, продемонстрировало, что компании с более связанными портфелями патентов достигают более высокой степени коммерциализации инновационных решений [5]. Кроме того, построение матрицы технологической связанности на основе анализа патентных и библиометрических данных может быть дополнено оценкой имеющихся компетенций в области инновационной и производственной деятельности по анализируемым технологическим направлениям [13]. Каждое пересечение в такой матрице отражает степень технологической взаимосвязи между направлениями, выражаемую через композитный индекс, взвешивающий данные различных источников. Дополняющим инструментом служит индекс технологической взаимозависимости, позволяющий количественно оценить степень, при которой развитие одного технологического направления зависит от прогресса в других направлениях. Все это обеспечивает методическую основу для получения информации о том, какие технологии взаимно усиливают друг друга и как они структурированы в сети приоритетов.

Использование технологической связанности для принятия управленческих решений должно дополняться оценкой технологической зрелости в целях оптимизации распределения ресурсов и минимизации рисков неэффективного финансирования проектов на разных стадиях их жизненного цикла. При этом для описания зрелости технологий особое значение имеют методические подходы, основанные на системах оценки уровней готовности технологий. Так, шкала TRL, разработанная NASA [14], классифицирует технологии по девяти уровням: от фундаментальных исследований (TRL 1) до полной коммерциализации и внедрения в массовое производство (TRL 9). Интеграция показателей TRL в систему финансового обеспечения позволяет дифференцировать риски и оптимизировать распределение ресурсов в зависимости от степени технологической зрелости. Производственная готовность (MRL) и готовность к коммерциализации (CRL) дополняют TRL, фокусируясь на производственных аспектах и рыночной реализуемости соответственно. Применение этих комплементарных шкал позволяет дополнить сетевую структуру технологических связей степенью зрелости каждого узла в структуре связанных технологических направлений. Такое сочетание технологической связанности и зрелости технологий позволяет различать, какие высокосвязанные технологии близки к внедрению, а где связанность велика, но технологии пока на ранних стадиях, или понять, какие связи важны стратегически, но требуют развития производственной или коммерческой готовности. Именно такой подход позволяет в дальнейшем интегрировать результаты анализа связанности и зрелости технологий в управленческие решения по структуре финансирования портфеля инновационных проектов. При этом одним из важнейших условий успешной реализации инновационных проектов и программ в контексте технологической связанности и зрелости является создание таких сетевых коллабораций, которые способны обеспечить сбалансированный состав компетенций в области инновационной и производственной деятельности на различных фазах жизненного цикла инновационных проектов и программ [15].

Дифференциация финансовых инструментов по степени технологической связанности и зрелости технологий обеспечивает методическую основу для оптимизации системы финансового обеспечения приоритетов научно-технологического развития. Технологии с высокой степенью связанности, пронизывающие несколько приоритетных направлений развития, требуют специального координационного механизма финансирования, обеспечивающего интеграцию усилий и ресурсов всех заинтересованных сторон. Технологии со средней степенью связанности требуют кооперативного финансирования между смежными направлениями. В отличие от высокосвязанных технологий, кооперативное финансирование не предполагает постоянной координации всех участников, а предусматривает согласование финансовых решений на ключевых стадиях развития технологии. В свою очередь, специализированные технологии с низкой связанностью финансируются на конкурсной основе с четкой демонстрацией потенциала коммерциализации. Оценка таких проектов осуществляется на основе заранее установленных критериев без необходимости координации с другими направлениями развития.

Парадигма финансового обеспечения научно-технологического развития с учетом управления технологической связанностью

Как нами было установлено ранее, традиционный подход к финансированию науки и техники, основанный на распределении ресурсов по отдельным важнейшим проектам или приоритетным направлениям технологического развития без учета их взаимодействия, демонстрирует ограниченную эффективность. Предложенная парадигма предполагает такую организацию управления, которая учитывает синергетические связи и взаимное усиление различных технологических направлений с обязательным анализом степени зрелости научно-технологических решений при принятии финансовых решений и оценке их эффективности. Интеграция управления технологической связанностью в систему финансового обеспечения может быть реализована на основе выявления таких критических элементов в портфеле инновационных приоритетов, при которых повышение финансирования одного направления, особенно в отношении технологий с высокими показателями TRL-MRL-CRL, создает мультипликативный эффект для других смежных направлений. Это достигается путем формирования финансовых стимулов для развития так называемых сквозных технологий, служащих методологической и технологической основой для нескольких направлений развития науки и техники одновременно, а также создания механизмов перераспределения ресурсов между направлениями на основе динамического анализа обнаруженной технологической связанности. Данный подход позволяет перейти от сквозных технологий верхнего уровня (информационные технологии, искусственный интеллект, биотехнологии, новые материалы и т.п.) к конкретным специализированным технологиям более низкого уровня, которые выступают предметом разработки в отдельных инновационных проектах и программах.

Интеграция рассмотренных методических подходов на различных уровнях управления может быть сгруппирована по трем следующим направлениям. Первое направление включает дополнение процессов стратегического анализа и приоритизации научно-технологического развития процедурами и инструментарием анализа технологической связанности. Второе направление обеспечивает адаптацию финансовых моделей и механизмов распределения ресурсов с учетом технологической связанности и зрелости, реализуемую через разработку интегрированных систем показателей, обеспечивающих координацию и согласование финансовых потоков с учетом синергетических эффектов между различными направлениями инновационного развития, а также применение методов динамического моделирования для прогнозирования последствий альтернативных сценариев финансирования и оптимизации стратегических решений в сфере научно-технической политики. Третье направление предполагает внедрение систем управления портфелями инновационных проектов, организованных по принципу технологической связанности и зрелости технологий.

Практическая реализация парадигмы финансового обеспечения научно-технологического развития с учетом управления технологической связанностью предусматривает введение трехуровневой структуры финансирования при управлении портфелями инновационных проектов (рис. 1).

Первый уровень (ядро) включает перечень базовых технологий с высокой степенью связанности, финансируемых на долгосрочной основе с обеспечением стабильности источников, объемов и условий финансирования. Механизм их финансирования предусматривает постоянный обмен информацией между различными направлениями, адаптацию расходов в зависимости от прогресса в смежных областях, а также согласованное планирование этапов разработки сквозных технологий с потребностями других приоритетов.

Второй уровень (периферия) охватывает специализированные технологии, предусматривающие координацию между различными государственными и частными источниками финансирования. Механизм финансирования этого уровня включает координацию между различными государственными программами, частными инвесторами, научными организациями и компаниями среднего размера, что обеспечивает гибкость и адаптивность при распределении ресурсов и позволяет быстро реагировать на изменения в научных возможностях и рыночных потребностях.

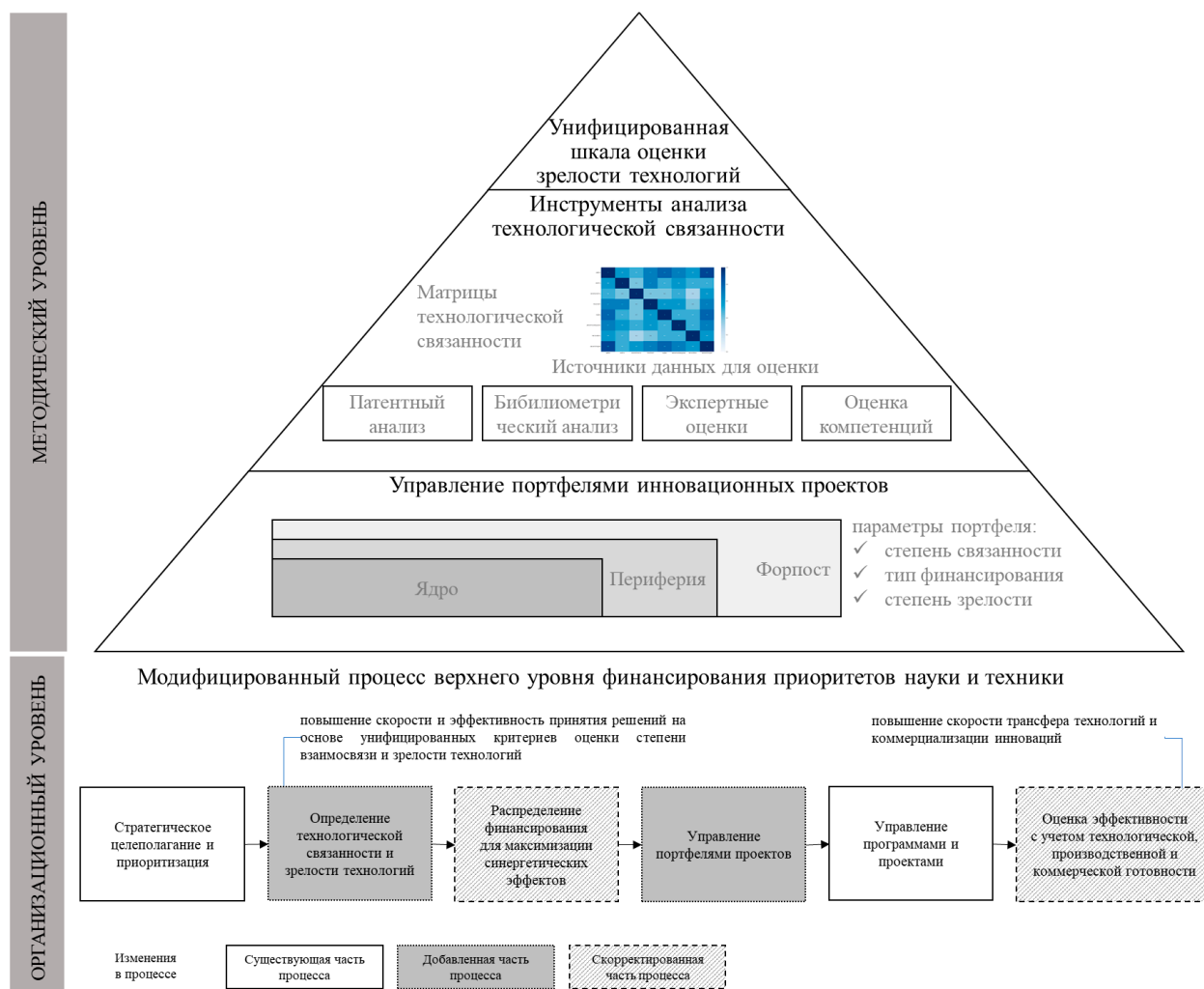


Рис. 1. Концептуальная модель изменения финансового обеспечения научно-технологического развития с учетом управления технологической связанностью

Третий уровень (форпост) представляет экспериментальные направления, финансируемые на конкурсной основе с четкими критериями отбора и оценки. Механизмы финансирования таких направлений предполагают высокую степень отсева неперспективных проектов и быстрое перераспределение ресурсов в пользу проектов, демонстрирующих высокий потенциал научного прорыва и коммерциализации.

Данная парадигма предполагает организацию финансового обеспечения, учитывающего синергетические связи и взаимное усиление технологических направлений, что реализуется через переход от проектного к портфельному финансированию с оптимизацией распределения ресурсов на основе максимизации указанных эффектов. Это может быть реализовано путем создания консорциумов финансирования для высокосвязанных технологических направлений, введения коэффициентов синергии, увеличивающих финансирование проектов, вносящих вклад в развитие связанных направлений, и формирование финансовых резервов на уровне портфеля для быстрого перераспределения средств. Подобное управление финансированием, основанное на накопленных данных о связанности и зрелости технологий, позволяет формировать динамическую модель эволюции портфеля инновационных проектов и прогнозировать эффекты от различных сценариев распределения финансовых ресурсов.

Организационный уровень реализации предлагаемой парадигмы управления технологической связанностью предполагает внесение изменений в верхнеуровневый процесс финансирования научно-технологического развития. В соответствии с предлагаемой концептуальной моделью распределение финансирования должно производиться только после определения технологической связанности на основе унифицированной системы показателей. При этом предполагается объединение проектов в портфели, исходя из уровня связанности технологий и приоритетное финансирование технологий, приносящих высокие синергетические эффекты. Кроме того, для ускорения трансфера технологий и процесса коммерциализации инноваций оценку эффективности проектов необходимо проводить с учетом технологической, производственной и коммерческой готовности технологий.

Реализация предлагаемой парадигмы на национальном уровне должна найти свое отражение в процессе актуализации стратегии научно-технологического развития, при разработке национальных проектов и программ, структурированных с учетом матриц технологической связанности, а также при построении дифференцированных механизмов финансирования реализуемых проектов. На региональном уровне должны быть разработаны собственные матрицы технологической связанности с учетом специфики региональной экономики и имеющихся компетенций участников региональной инновационной системы. Все это позволит адаптировать финансовые инструменты поддержки инноваций за счет фокусирования региональных инновационных экосистем на высокосвязанные технологические кластеры. На корпоративном уровне предлагаемая парадигма также может быть реализована на основе построения портфелей инновационных проектов, оптимизированных по критерию максимизации синергетических эффектов.

По предварительным оценкам применение парадигмы управления технологической связанностью при финансировании науки и техники может привести к существенному повышению эффективности использования ресурсов за счет усиления синергетических эффектов, сокращения времени жизненного цикла инноваций от НИОКР к коммерциализации, благодаря увеличению доли инновационных продуктов в общем объеме выпуска путем целевого финансирования высокосвязанных технологических направлений, а также за счет снижения рисков инновационной деятельности при диверсификации портфеля проектов.

Выводы

Подводя итоги проведенного исследования, можно сделать следующие выводы. Нами была обоснована возможность повышения эффективности финансирования развития науки и техники, обусловленная отсутствием системного управления технологической связанностью в процессе распределения финансовых ресурсов. На этой основе разработана парадигма управления технологической связанностью, которая представляет собой комплексный инструментарий, включающий методические и организационные решения, для эффективного распределения финансовых ресурсов между инновационными проектами с учетом их взаимосвязей и синергетических эффектов. Кроме того, предложены унифицированные методы оценки тесноты технологических связей и зрелости технологий, позволяющие адаптировать финансовые механизмы к многофакторной природе технологического развития. Интеграция управления технологической связанностью в систему государственной и региональной инновационной политики создает условия для повышения отдачи от инвестиций в науку и технологии, обеспечения устойчивого экономического развития и укрепления позиций национальной экономики в условиях ускоренной технологической трансформации и глобальной конкуренции. Применение данной парадигмы на практике потребует не только глубокой проработки методических вопросов унифицированной оценки технологической связанности и зрелости технологий, но и разработки специализированных информационных систем, обучения специалистов новым методологическим подходам и согласования интересов различных уровней управления. Предлагаемый подход открывает новые возможности для повышения эффективности научно-технической политики и может быть адаптирован к различным моделям экономического развития и специфике национальных экономик.

Литература

1. Чувашова М. Н. Теоретические основы регионального развития с учетом связанности пространства // Менеджмент социальных и экономических систем. 2020. №. 3. С. 9-13.
2. Морозова И. Г. Рашидова И. А., Рашидов О. И., Тимакин О. А., Новосельский С. О. Стратегирование целеполагания в системе корпоративного менеджмента // Финансовый менеджмент. 2025. №. 9. С. 190-201.
3. Жагловская А. В., Костюхин Ю. Ю. Когнитивно-адаптивный механизм интеллектуализации системы управления промышленным предприятием // Финансовый менеджмент. 2025. №. 9. С. 11-19.

4. Белов Ф. Д., Смирнова А. В. Исследование взаимодействия организаций субъектов РФ в области научно-технологического развития // Информатизация образования и науки. 2020. №. 1. С. 101-109.
5. Садриев А. Р., Васильев Р. А. Ландшафт научных исследований по проблемам декарбонизации и достижения углеродной нейтральности национальных экономик // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2024. Т. 15. № 2. С. 209–227.
6. Садриев А. Р., Прохоров С. Ю., Лукишина Л. В. Развитие систем бизнес-аналитики в призме патентов, публикаций и поисковых запросов в сети Интернет // Научные труды Вольного экономического общества России. 2024. Т. 249. №. 5. С. 443-464.
7. R&D spending growth slows in OECD, surges in China. Statistical Releases. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.oecd.org/en/data/insights/statistical-releases/2025/03/rd-spending-growth-slows-in-oecd-surges-in-china-government-s> (дата обращения: 20.11.2025).
8. Евросоюз увеличил расходы на НИОКР на 6,7% в 2023 году. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.interfax.ru/world/1003194> (дата обращения: 24.11.2025).
9. Global Innovation Index 2025 – Innovation Efficiency and the Global Innovation Tracker. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.wipo.int/web-publications/global-innovation-index-2025/> (дата обращения: 21.11.2025).
10. 83% of Companies Rank Innovation as a Top-Three Priority. BCG Press Release. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bcg.com/press/4june2024-companies-rank-innovation-as-a-top-three-priority> (дата обращения: 20.11.2025).
11. Melnik A.N, Ermolaev K.A, Kuzmin M.S., Mechanism for Adjustment of the Companies Innovative Activity Control Indicators to Their Strategic Development Goals // Global Journal of Flexible Systems Management. 2019. Vol. 20. Is. 3. Pp. 189-218.
12. Садриев А. Р., Камаев Б. Н. Исследование изобретательского пространства для обоснования направлений диверсификации технологичного экспорта // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2021. №. 5 (131). С. 31-43.
13. Маъруфи М. Формирование экспортоориентированной инновационной сети в сфере высоких технологий // Дайджест-финансы. 2025. Т. 30. № 2 (274). С. 93-114.
14. Technology Readiness Levels. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nasa.gov/directorates/somd/space-communications-navigation-program/technology-readiness-levels/> (дата обращения: 24.11.2025).
15. Маъруфи М. Эффективность сетевого взаимодействия при импортозамещении и организации экспортной деятельности // Экономика и управление. 2021. Т. 27. № 7 (189). С. 547-556.