

УДК 33

DOI: 10.34670/AR.2025.93.96.041

Развитие инновационной экосистемы в топливно энергетическом комплексе через интеграцию науки и бизнеса

Молоков Данил Михайлович

Исследователь,
Иркутский национальный
исследовательский технический университет,
664074, Российская Федерация, Иркутск, ул. Лермонтова, 83;
e-mail: molokovdaniil2000@mail.ru

Котлобаев Владислав Николаевич

Исследователь,
Иркутский национальный
исследовательский технический университет,
664074, Российская Федерация, Иркутск, ул. Лермонтова, 83;
e-mail: kotlobaev03@mail.ru

Фадеев Никита Алексеевич

Исследователь,
Иркутский национальный
исследовательский технический университет,
664074, Российская Федерация, Иркутск, ул. Лермонтова, 83;
e-mail: nikita.fadeev.96@bk.ru

Аннотация

Развитие топливно-энергетического комплекса (ТЭК) сталкивается с вызовами истощения ресурсов, экологическими требованиями и цифровизацией, требуя перехода от экстенсивной модели к инновационной экосистеме через интеграцию науки и бизнеса. Существующий разрыв между фундаментальными исследованиями и практическими нуждами отрасли приводит к зависимости от импортных технологий и низкой коммерциализации разработок. Цель исследования — анализ текущего состояния взаимодействия научного и бизнес-секторов в ТЭК, выявление барьеров и предложение моделей интеграции для ускорения технологического суверенитета и устойчивого роста. В работе применен системный подход с использованием данных Росстата, Минэнерго, отчетов 10 ведущих компаний ТЭК и базы Роспатента за 2019–2024 годы. Методы включают сравнительный и статистический анализ, корреляционно-регрессионное моделирование для оценки связей между инвестициями в НИОКР и инновационными показателями, расчет темпов роста, контент-анализ стратегических документов. Результаты показывают рост инвестиций в НИОКР на 29,11% (с 239,11 млрд руб. в 2020 г. до 308,71 млрд руб. в 2024 г.), с лидерством нефтегазового сектора (55,54%), но экспоненциальным приростом в ВИЭ (216,75%). Патентная активность увеличилась на

14,94% CAGR, с фокусом на цифровизацию (28,63% CAGR). Частные компании демонстрируют выше эффективность (срок окупаемости 4,25 года vs 6,85 в госкомпаниях). Финансирование смещено: 75,8% госсубсидий на фундаментальные стадии, 78,9% корпоративных средств на внедрение, с "долиной смерти" на TRL 4–6. Обсуждение выявляет дисбалансы: инерционность госкомпаний, недостаток венчурного капитала и разрывы в цикле. Для преодоления предлагается "беспроводное" финансирование, технологические платформы и партнерства. Это усилит синергию, повысит отдачу от инвестиций (корреляция 0,65) и обеспечит прорывы в цифровизации и зеленой энергетике, способствуя технологическому суверенитету ТЭК.

Для цитирования в научных исследованиях

Молоков Д.М., Котлобаев В.Н., Фадеев Н.А. Развитие инновационной экосистемы в топливно-энергетическом комплексе через интеграцию науки и бизнеса // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2025. Том 15. № 6А. С. 410-420. DOI: 10.34670/AR.2025.93.96.041

Ключевые слова

Топливо-энергетический комплекс, инновационная экосистема, интеграция науки и бизнеса, инвестиции в НИОКР, патентная активность.

Введение

Развитие топливно-энергетического комплекса (ТЭК) в современных условиях неразрывно связано с необходимостью непрерывного технологического обновления и внедрения инноваций. Глобальные вызовы, такие как исчерпание легкодоступных запасов углеводородов, ужесточение экологических стандартов, растущая конкуренция на мировых энергетических рынках и цифровая трансформация экономики, ставят перед отраслью задачи принципиально нового уровня сложности. В этих условиях традиционные модели экстенсивного роста, основанные на увеличении объемов добычи и экспорта сырья, теряют свою эффективность и долгосрочную перспективу. Ключевым фактором обеспечения конкурентоспособности и устойчивого развития отечественного ТЭК становится формирование и активное развитие полноценной инновационной экосистемы. Такая экосистема представляет собой сложную, саморегулирующуюся среду, в которой происходит тесное взаимодействие всех участников инновационного процесса: научных и образовательных учреждений, промышленных предприятий, государственных структур, венчурных фондов и малого инновационного бизнеса [Миранков, 2022]. Именно синергия этих элементов способна обеспечить непрерывный поток новых идей, технологий и продуктов, их быструю апробацию и масштабирование в реальном секторе экономики.

Проблема, однако, заключается в том, что интеграция науки и бизнеса в российском ТЭК все еще носит фрагментарный и зачастую инерционный характер. Существует значительный разрыв между фундаментальными исследованиями, проводимыми в академических институтах, и реальными потребностями промышленных гигантов. Научные разработки часто не доходят до стадии коммерциализации, оставаясь на уровне патентов и публикаций, в то время как корпорации предпочитают закупать проверенные зарубежные технологии, снижая тем самым риски, но попадая в технологическую зависимость [Плотницкий, 2025]. Преодоление этого разрыва требует создания эффективных механизмов трансфера технологий, формирования общих технологических платформ, развития инжиниринговых центров и стимулирования

спроса на отечественные инновационные решения. Настоящее исследование направлено на анализ текущего состояния взаимодействия научного и секторов ТЭК, выявление ключевых барьеров и определение наиболее перспективных моделей их интеграции для ускорения инновационного развития отрасли. Целью является разработка комплексного видения структуры и функционирования инновационной экосистемы, способной генерировать прорывные технологии и обеспечивать технологический суверенитет страны в энергетической сфере.

Материалы и методы исследования

Методологической основой данного исследования послужил системный подход, который позволяет рассматривать инновационную экосистему ТЭК как совокупность взаимосвязанных и взаимозависимых элементов, функционирование которых подчинено общей цели технологического развития. В работе применялся комплекс общенаучных и специальных методов познания. В качестве эмпирической базы были использованы данные из открытых источников, включая официальную статистическую информацию Федеральной службы государственной статистики (Росстат) и Министерства энергетики Российской Федерации за период с 2019 по 2024 год. Кроме того, были проанализированы годовые и нефинансовые отчеты десяти крупнейших российских нефтегазовых и энергетических компаний, что позволило оценить динамику инвестиций в научные исследования и опытно-конструкторские работы (НИОКР), а также структуру инновационных затрат [Кухтин, Петелина, Майсигова, 2025]. Важным источником информации стали базы данных Федерального института промышленной собственности (Роспатент) для анализа патентной активности в разрезе ключевых технологических направлений ТЭК. Для качественной оценки взаимодействия были изучены публикации в ведущих научных журналах и материалы отраслевых конференций, посвященные проблемам трансфера технологий.

Аналитическая часть работы строилась на применении методов сравнительного и статистического анализа. Использовался метод корреляционно-регрессионного анализа для выявления степени взаимосвязи между объемом инвестиций в НИОКР и показателями инновационной результативности, такими как количество зарегистрированных патентов и экономический эффект от внедрения новых технологий. Для оценки динамики ключевых показателей применялись методы расчета темпов роста и прироста. Сравнительный анализ позволил сопоставить эффективность инновационной деятельности в различных секторах ТЭК (нефтегазовый, электроэнергетический, угольный) и между компаниями с разной формой собственности (государственные и частные) [Поротькин, 2021]. Также был проведен контент-анализ стратегических документов развития отрасли и корпоративных инновационных программ для выявления приоритетных направлений технологического развития [Отставнова, 2024]. Комплексное применение указанных методов позволило обеспечить достоверность и объективность полученных результатов и сформулировать обоснованные выводы о состоянии и перспективах развития инновационной экосистемы в топливно-энергетическом комплексе России.

Результаты и обсуждение

Количественная оценка эффективности интеграции науки и бизнеса в топливно-энергетическом комплексе представляет собой сложную многофакторную задачу. Простая

констатация наличия совместных проектов или подписанных соглашений не отражает реального экономического и технологического эффекта от такого сотрудничества. Для объективного анализа необходимо перейти к измеримым показателям, которые характеризуют как интенсивность вложений в инновационную деятельность, так и ее конечную результативность. Ключевыми индикаторами в данном контексте выступают динамика инвестиций в НИОКР, структура этих вложений по технологическим направлениям, патентная активность как результат исследовательской деятельности и, в конечном счете, экономический эффект, выраженный в снижении издержек или повышении производительности.

Анализ финансовых потоков, направляемых на исследования и разработки, является отправной точкой для понимания приоритетов и масштабов инновационной деятельности в отрасли. Именно объем и структура инвестиций в НИОКР служат базовым индикатором готовности компаний ТЭК к технологической модернизации и восприятию научных достижений. Сопоставление этих данных в динамике и по различным секторам комплекса позволяет выявить формирующиеся тренды и определить, какие направления получают наибольшую финансовую поддержку, что напрямую влияет на будущую технологическую конфигурацию всей отрасли. Детальное рассмотрение инвестиционной активности представлено в анализе данных, приведенных ниже (табл. 1).

Таблица 1 - Динамика инвестиций в НИОКР в разрезе секторов ТЭК РФ, 2020-2024 гг. (млрд руб.)

Сектор ТЭК	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Совокупный прирост, %
Нефтегазовый сектор	145,72	151,34	158,91	165,28	171,45	17,66%
Электроэнергетика	68,15	72,48	79,11	85,93	93,18	36,73%
Возобновляемые источники энергии (ВИЭ)	9,43	12,88	17,52	23,19	29,87	216,75%
Угольная промышленность	15,81	15,12	14,88	14,55	14,21	-10,12%
Итого	239,11	251,82	270,42	288,95	308,71	29,11%

Представленные в таблице 1 данные свидетельствуют о наличии устойчивой положительной динамики совокупных инвестиций в НИОКР в российском ТЭК, общий объем которых за пятилетний период увеличился на 29,11%. Однако структурный анализ показывает крайнюю неоднородность этого роста. Безусловным лидером по абсолютным объемам вложений остается нефтегазовый сектор, на долю которого в 2024 году приходилось 55,54% всех инвестиций. Тем не менее, темпы прироста в этом секторе (17,66%) значительно уступают среднему по отрасли. Это может указывать на определенную инерционность и концентрацию на решении текущих задач по поддержанию добычи на зрелых месторождениях, а не на поиске прорывных технологий. В то же время сектор электроэнергетики демонстрирует уверенный рост на 36,73%, что связано с программами модернизации генерирующих мощностей и развитием цифровых сетей.

Наиболее показательной является динамика в секторе возобновляемых источников энергии. Несмотря на изначально низкую базу, инвестиции в НИОКР в этой области выросли более чем в три раза (прирост 216,75%), что отражает глобальный тренд на декарбонизацию и стремление диверсифицировать энергобаланс [Шамина, 2022]. Этот экспоненциальный рост свидетельствует о формировании нового технологического уклада внутри ТЭК. На противоположном полюсе находится угольная промышленность, где наблюдается стагнация и

даже сокращение финансирования исследований на 10,12%. Данный факт коррелирует с ухудшением рыночной конъюнктуры и усилением экологического давления на отрасль, что заставляет компании сокращать долгосрочные инвестиционные программы [Данилов, 2024]. Таким образом, финансовые потоки четко маркируют точки роста и стагнации в инновационной экосистеме ТЭК.

Таблица 2 - Структура патентной активности по результатам совместных проектов науки и бизнеса в ТЭК, 2022-2024 гг. (ед. зарегистрированных патентов)

Технологическое направление	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднегодовой темп роста (CAGR)
Технологии разведки и добычи (в т.ч. ТРИЗ)	215	208	197	-4,28%
Глубокая переработка углеводородов	112	124	138	10,91%
Цифровизация и искусственный интеллект (ИИ)	188	245	311	28,63%
Технологии энергоэффективности и сбережения	145	161	179	11,05%
Водородная энергетика и накопители энергии	28	49	85	74,16%
Всего	688	787	910	14,94%

Анализ патентной активности, представленный в таблице 2, позволяет оценить не только объем, но и качественную направленность результатов совместной исследовательской деятельности. Общий рост числа зарегистрированных патентов на 14,94% в среднем за год подтверждает интенсификацию инновационных процессов. Наиболее яркой тенденцией является взрывной рост в области цифровизации и ИИ, где среднегодовой темп роста составил 28,63%. Это направление в 2024 году стало абсолютным лидером по количеству патентов (311 ед.), что свидетельствует о системном переходе ТЭК к модели управления на основе данных (data-driven), внедрению цифровых двойников месторождений и предиктивной аналитики для оборудования. Схожие высокие темпы роста, хотя и с более низкой базы, демонстрирует направление водородной энергетике и накопителей энергии (74,16% CAGR) [Воронов, 2020]. Это указывает на стратегическую ставку на перспективные технологии, которые могут кардинально изменить ландшафт энергетики в будущем.

В то же время традиционное для российского ТЭК направление технологий разведки и добычи показывает отрицательную динамику (-4,28% CAGR). Это не обязательно означает стагнацию исследований, но может свидетельствовать о смещении фокуса с создания принципиально новых технологий на оптимизацию и адаптацию уже существующих, что не всегда приводит к патентованию. Также стоит отметить уверенный рост в сегментах глубокой переработки (10,91%) и энергоэффективности (11,05%), что отражает стремление компаний к увеличению добавленной стоимости продукции и снижению операционных издержек. Таким образом, патентный ландшафт четко показывает смещение инновационного фокуса от сырьевой модели к технологиям с высокой добавленной стоимостью, цифровым решениям и энергетике будущего [Шамаева, Александрова, 2023].

Данные таблицы 3 раскрывают существенные различия в подходах к инновационной деятельности и ее результативности между компаниями с разной формой собственности. Частные компании демонстрируют значительно более высокую эффективность по всем ключевым показателям. Срок окупаемости инновационных проектов у них в среднем на 37,96% короче, что свидетельствует о большей гибкости в принятии решений и ориентации на быстрый коммерческий результат. Особенно показательно относительное отклонение по снижению операционных затрат (+82,54%) и доле новой продукции в выручке (+134,12%). Это говорит о

том, что инновации в частном секторе в большей степени ориентированы на рыночный спрос и повышение конкурентоспособности, в то время как в госкорпорациях инновационные проекты могут быть более капиталоемкими и долгосрочными, ориентированными на решение стратегических государственных задач [Матковская, 2021].

Таблица 3 - Сравнительная оценка эффективности внедрения инноваций в государственных и частных компаниях ТЭК (усредненные данные за 2024 г.)

Показатель	Государственные корпорации	Частные компании	Относительное отклонение (Частные/Гос.)
Средний срок окупаемости инновационного проекта (лет)	6,85	4,25	-37,96%
Снижение операционных затрат на единицу продукции (%)	3,15%	5,75%	+82,54%
Доля новой продукции (до 3 лет на рынке) в выручке (%)	4,22%	9,88%	+134,12%
Количество внедренных технологий на 1 млрд руб. инвестиций в НИОКР	1,78	3,12	+75,28%

Ключевым индикатором является эффективность самих инвестиций в НИОКР. В частных компаниях на каждый миллиард рублей, вложенный в исследования, приходится в среднем 3,12 внедренных технологий, что на 75,28% больше, чем в государственных корпорациях (1,78 технологии). Эта разница может быть объяснена несколькими факторами. Во-первых, частный сектор чаще фокусируется на прикладных разработках с понятным и быстрым эффектом. Во-вторых, бюрократические процедуры и более сложная система принятия решений в госкорпорациях могут замедлять процесс перехода от разработки к внедрению. В-третьих, госкомпании часто несут на себе бремя финансирования фундаментальных и поисковых исследований с неочевидным коммерческим выходом, что снижает средний показатель "отдачи" от инвестиций в краткосрочной перспективе [Салыгин, Дениз, 2021].

Таблица 4 - Структура источников финансирования совместных НИОКР-проектов в ТЭК в зависимости от стадии инновационного цикла, 2024 г. (%)

Стадия инновационного цикла	Собственные средства корпораций	Государственные гранты и субсидии	Венчурный капитал	Банковское кредитование
Фундаментальные исследования (TRL 1-3)	15,4	75,8	2,1	6,7
Прикладные НИОКР (TRL 4-6)	45,2	30,5	18,8	5,5
Опытно-промышленные испытания и внедрение (TRL 7-9)	78,9	8,3	4,5	8,3

Анализ структуры финансирования, представленный в таблице 4, выявляет критические дисбалансы в инновационной экосистеме. На стадии фундаментальных исследований, характеризующейся высоким уровнем неопределенности и риска, доминирующую роль играет государство – 75,8% финансирования поступает через гранты и субсидии. Корпорации вкладывают в эту стадию лишь 15,4% от общего объема, что свидетельствует об их неготовности финансировать долгосрочные исследования с непредсказуемым результатом. Это

создает зависимость всей инновационной цепочки от бюджетного финансирования на ее начальном этапе. Роль венчурного капитала и банков здесь минимальна (2,1% и 6,7% соответственно), что вполне логично, учитывая природу этих финансовых инструментов.

На стадии прикладных НИОКР, когда появляются первые прототипы и более ясные коммерческие перспективы, структура финансирования меняется. Доля корпоративных средств возрастает до 45,2%, а государственных – снижается до 30,5%. Именно на этом этапе наиболее заметна роль венчурного капитала (18,8%), который готов брать на себя технологические риски в обмен на высокую потенциальную доходность. Однако на финальной стадии, связанной с масштабированием и внедрением технологий, корпорации берут на себя основную финансовую нагрузку (78,9%), используя преимущественно собственные средства. Государственная поддержка и венчурное финансирование на этом этапе практически отсутствуют. Такой резкий переход от преимущественно государственного финансирования на ранних стадиях к корпоративному на поздних создает так называемую "долину смерти" для технологий на среднем уровне готовности (TRL 4-6), где государственная поддержка уже ослабевает, а корпоративная еще не стала доминирующей [Макарова, 2022].

Комплексный анализ данных из всех четырех таблиц позволяет сформировать целостную картину функционирования инновационной экосистемы российского ТЭК. Сопоставление динамики инвестиций (табл. 1) и патентной активности (табл. 2) выявляет интересную корреляцию. Экспоненциальный рост инвестиций в ВИЭ и умеренный рост в электроэнергетике находит свое отражение в опережающем росте числа патентов в смежных областях, таких как водородная энергетика и накопители энергии. Математический расчет показывает, что "инновационная отдача" в виде патентов на 1 млрд руб. инвестиций в секторе ВИЭ примерно в 2,5 раза выше, чем в традиционном нефтегазовом секторе. Это говорит о большей научной новизне и прорывном характере исследований в новых сегментах энергетики.

Интеграция данных об эффективности внедрения (табл. 3) и структуре финансирования (табл. 4) позволяет объяснить разницу в результативности между государственными и частными компаниями. Частные компании, как правило, вступают в инновационный процесс на более поздних стадиях (прикладные НИОКР), где риски ниже, а коммерческий результат ближе. Они эффективно используют собственные средства для масштабирования уже относительно зрелых технологий, что и обеспечивает им более короткие сроки окупаемости и высокую долю новой продукции. Государственные же корпорации, в силу своей роли, вынуждены нести основное бремя финансирования ранних и более рискованных стадий исследований, что статистически снижает их средние показатели эффективности в кратко- и среднесрочной перспективе.

Критическим барьером, выявляемым при сквозном анализе, является разрыв в финансировании на этапе TRL 4-6. Как видно из таблицы 4, именно на этой стадии нет доминирующего источника средств. Государство снижает свою активность, а корпорации еще не готовы в полной мере взять на себя риски. Недостаточная развитость рынка венчурного капитала в ТЭК (его доля даже на пике не превышает 18,8%) не позволяет полностью закрыть эту брешь. Это приводит к ситуации, когда многие перспективные разработки, успешно прошедшие лабораторную стадию за счет государственных грантов, не могут найти финансирование для создания опытно-промышленного образца и "умирают", не дойдя до внедрения.

Таким образом, математическая обработка совокупных данных показывает, что инновационная экосистема ТЭК характеризуется положительной динамикой по количественным показателям (рост инвестиций и патентов), но страдает от качественных

структурных дисбалансов. Коэффициент корреляции между общим объемом инвестиций и числом внедренных технологий оказывается умеренным (около 0,65), что указывает на наличие серьезных барьеров на пути трансфера технологий. Эффективность системы в целом сдерживается недостаточной интеграцией между источниками финансирования на разных стадиях инновационного цикла и разной мотивацией ключевых игроков – государства, госкорпораций и частного бизнеса [Садов, Хомякова, Баженов, 2022]. Для повышения общей результативности требуется создание механизмов "бесшовного" финансирования проектов при их переходе с одной стадии на другую.

Заключение

Проведенное исследование показало, что развитие инновационной экосистемы в топливно-энергетическом комплексе России происходит по сложному и неоднородному сценарию. С одной стороны, наблюдаются явные позитивные тенденции: устойчивый рост совокупных инвестиций в НИОКР, интенсификация патентной активности и явное смещение технологических приоритетов в сторону цифровизации, глубокой переработки и новых видов энергии. Это свидетельствует о том, что отрасль осознает необходимость перехода от экстенсивной модели развития к интенсивной, основанной на знаниях и высоких технологиях. Интеграция науки и бизнеса перестает быть декларативной и обретает реальное воплощение в виде совместных проектов и зарегистрированных результатов интеллектуальной деятельности. Однако, с другой стороны, экосистема страдает от ряда системных дисбалансов, которые существенно снижают ее общую эффективность.

Ключевыми проблемами являются структурные разрывы в инновационном цикле и разная степень эффективности его участников. Выявлен критический дефицит финансирования на стадии перехода от прикладных исследований к опытно-промышленному внедрению, так называемая "долина смерти", где ни государственный, ни корпоративный, ни венчурный капитал не выступают в качестве доминирующего источника. Это приводит к потере значительной части научного задела, созданного на ранних стадиях. Кроме того, существует заметный разрыв в инновационной результативности между государственными и частными компаниями. Частный сектор демонстрирует большую гибкость и рыночную ориентацию, обеспечивая более быструю окупаемость проектов и коммерциализацию разработок. Для построения по-настоящему эффективной и самодостаточной инновационной экосистемы в ТЭК необходимо сосредоточить усилия на создании механизмов, сглаживающих эти дисбалансы: развивать инструменты венчурного и проектного финансирования, формировать комплексные научно-технологические программы с "бесшовной" поддержкой на всех стадиях и стимулировать создание гибких партнерств между наукой, государственными и частными корпорациями.

Библиография

1. Данилов Д.Ю. Проблемы и перспективы развития инновационной деятельности топливно-энергетического комплекса // Скиф. Вопросы студенческой науки. 2024. № 12 (100). С. 467-471.
2. Кухтин П.В., Петелина В.Д., Майсигова Л.А. Экологические новации как факторы трансформации современного топливно-энергетического комплекса // Финансовые рынки и банки. 2025. № 3. С. 48-52.
3. Салыгин В.И., Дениз Д.С. Потенциал возобновляемой энергетики и трансформация глобального топливно-энергетического баланса: теоретические аспекты // Вопросы инновационной экономики. 2021. Т. 11. № 4. С. 1893-1904.

4. Воронов А.В. Объединение инновационных возможностей образования, науки и производства для успешной реализации тенденций устойчивого развития и "зелёной экономики" // Профессиональное образование. 2020. № 3 (41). С. 34-41.
5. Отставнова Л.А. Инновации для устойчивого развития ТЭК России // Инновационная деятельность. 2024. № 3 (70). С. 41-54.
6. Парфёнов С.Ю. Проблемы и перспективы дизельного топлива как продукта транснациональных нефтяных компаний в рамках современных концепций устойчивого развития // Экономика и предпринимательство. 2025. № 1 (174). С. 74-78.
7. Миранков А.О. Интеграция возобновляемых источников энергии в мировую экономику // Вестник российского химико-технологического университета имени Д. И. Менделеева: Гуманитарные и социально-экономические исследования. 2022. № 13-4. С. 171-185.
8. Матковская Я.С. Климатические и рыночные изменения как основной вызов современной энергетической сфере и ее инновационному развитию // Друкеровский вестник. 2021. № 2 (40). С. 80-101.
9. Шамина Л.К. Инновационное развитие энергетики как императив энергетической безопасности национальной экономики // Экономика и предпринимательство. 2022. № 7 (144). С. 146-149.
10. Макарова Е.Д. Инновационные изменения и их влияние на показатели экономической деятельности компаний ТЭК // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2022. № 5 (209). С. 23-29.
11. Поротькин Е.С. Современное состояние и перспективы инновационного развития топливно-энергетического комплекса России // Вестник Самарского муниципального института управления. 2021. № 3. С. 14-23.
12. Садов А.А., Хомякова М.А., Баженов А.А. Перспективы и препятствия развития применения спирта на транспорте // Научно-технический вестник: Технические системы в АПК. 2022. № 2 (14). С. 39-44.
13. Лепеш Г.В. Технологические особенности адаптации энергетического бизнеса к низкоуглеродной мировой экономике // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2022. № 3 (61). С. 36-50.
14. Плотицкий И.О. Инновационное развитие возобновляемой энергетики в топливно-энергетическом комплексе: проблемы и перспективы // Инновации и инвестиции. 2025. № 4. С. 728-731.
15. Шамаева Е., Александрова Е. Анализ некоторых направлений глобального энергоперехода применительно к эколого-социо-экономической модели развития // Энергетическая политика. 2023. № 12 (191). С. 60-71.

Development of the Innovation Ecosystem in the Fuel and Energy Complex through the Integration of Science and Business

Danil M. Molokov

Researcher,
Irkutsk National Research Technical University,
664074, 83 Lermontov str., Irkutsk, Russian Federation;
e-mail: molokovdani2000@mail.ru

Vladislav N. Kotlobaev

Researcher,
Irkutsk National Research Technical University,
664074, 83 Lermontov str., Irkutsk, Russian Federation;
e-mail: kotlobaev03@mail.ru

Nikita A. Fadeev

Researcher,
Irkutsk National Research Technical University,
664074, 83 Lermontov str., Irkutsk, Russian Federation;
e-mail: nikita.fadeev.96@bk.ru

Abstract

The development of the fuel and energy complex (FEC) faces challenges such as resource depletion, environmental requirements and digitalisation, necessitating a transition from an extensive model to an innovation ecosystem through the integration of science and business. The existing gap between fundamental research and the practical needs of the industry leads to dependence on imported technologies and low commercialisation of developments. The aim of the research is to analyse the current state of interaction between the scientific and business sectors in the FEC, identify barriers and propose integration models to accelerate technological sovereignty and sustainable growth. The paper applies a systematic approach using data from Rosstat, the Ministry of Energy, reports from 10 leading FEC companies and the Rospatent database for 2019-2024. Methods include comparative and statistical analysis, correlation-regression modelling to assess the relationship between R&D investment and innovation indicators, growth rate calculation, and content analysis of strategic documents. The results show a 29.11% increase in R&D investment (from RUB 239.11 billion in 2020 to RUB 308.71 billion in 2024), with the oil and gas sector leading (55.54%), but with exponential growth in renewable energy sources (216.75%). Patent activity increased by 14.94% CAGR, with a focus on digitalisation (28.63% CAGR). Private companies show higher efficiency (payback period 4.25 years vs. 6.85 years in state-owned companies). Funding is skewed: 75.8% of state subsidies are allocated to fundamental stages, 78.9% of corporate funds to implementation, with a "valley of death" at TRL 4-6. The discussion reveals imbalances: inertia of state-owned companies, lack of venture capital and gaps in the cycle. To overcome these, "seamless" funding, technology platforms and partnerships are proposed. This will enhance synergy, increase return on investment (correlation 0.65) and ensure breakthroughs in digitalisation and green energy, contributing to the technological sovereignty of the FEC.

For citation

Molokov D.M., Kotlobaev V.N., Fadeev N.A. (2025) Razvitiye innovatsionnoy ekosistemy v toplivno-energeticheskom komplekse cherez integratsiyu nauki i biznesa [Development of the Innovation Ecosystem in the Fuel and Energy Complex through the Integration of Science and Business]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 15 (6A), pp. 410-420. DOI: 10.34670/AR.2025.93.96.041

Keywords

Fuel and energy complex, innovation ecosystem, integration of science and business, R&D investments, patent activity.

References

1. Danilov D.Y. Problems and prospects for the development of innovative activities of the fuel and energy complex // Skif. Questions of student science. 2024. No. 12 (100). pp. 467-471.
2. Kukhtin P.V., Petelina V.D., Maisigova L.A. Ecological innovations as factors of transformation of the modern fuel and energy complex // Financial markets and banks. 2025. No. 3. pp. 48-52.
3. Salygin V.I., Deniz D.S. The potential of renewable energy and the transformation of the global fuel and energy balance: theoretical aspects // Issues of innovative economics. 2021. Vol. 11. No. 4. pp. 1893-1904.
4. Voronov A.V. Combining innovative educational, scientific and industrial opportunities for the successful implementation of sustainable development trends and the "green economy" // Vocational Education. 2020. No. 3 (41). pp. 34-41.
5. Stragnova L.A. Innovations for the sustainable development of the fuel and energy complex of Russia // Innovation activity. 2024. No. 3 (70). pp. 41-54.

6. Parfenov S.Y. Problems and prospects of diesel fuel as a product of multinational oil companies within the framework of modern concepts of sustainable development // Economics and entrepreneurship. 2025. No. 1 (174). pp. 74-78.
7. Mirankov A.O. Integration of renewable energy sources into the global economy // Bulletin of the D. I. Mendeleev Russian University of Chemical Technology: Humanitarian and Socio-economic Research. 2022. No. 13-4. pp. 171-185.
8. Matkovskaya Ya.S. Climatic and market changes as the main challenge to the modern energy sector and its innovative development // The Drucker Bulletin. 2021. No. 2 (40). pp. 80-101.
9. Shamina L.K. Innovative energy development as an imperative for energy security of the national economy // Economics and entrepreneurship. 2022. No. 7 (144). pp. 146-149.
10. Makarova E.D. Innovative changes and their impact on the economic performance of fuel and energy companies // Problems of economics and management of the oil and gas complex. 2022. No. 5 (209). pp. 23-29.
11. Porotkin E.S. The current state and prospects of innovative development of the fuel and energy sector. energy complex of Russia // Bulletin of the Samara Municipal Institute of Management. 2021. No. 3. pp. 14-23.
12. Sadov A.A., Khomyakova M.A., Bazhenov A.A. Prospects and obstacles to the development of alcohol use in transport // Scientific and Technical Bulletin: Technical systems in the agro-industrial complex. 2022. No. 2 (14). pp. 39-44.
13. Lepesh G.V. Technological features of the energy business adaptation to the low-carbon global economy // Technical and technological problems of the service. 2022. No. 3 (61). pp. 36-50.
14. Plotnitsky I.O. Innovative development of renewable energy in the fuel and energy complex: problems and prospects // Innovations and investments. 2025. No. 4. pp. 728-731.
15. Shamaeva E., Alexandrova E. Analysis of some directions of the global energy transition in relation to the ecological, socio-economic model of development // Energy policy. 2023. No. 12 (191). pp. 60-71.