

УДК 33

DOI: 10.34670/AR.2025.10.85.043

## **Влияние глобальных климатических изменений на приоритеты инновационной политики в ТЭК**

**Молоков Данил Михайлович**

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

### **Аннотация**

Глобальные климатические изменения, включая декарбонизацию и ужесточение регуляций, радикально трансформируют инновационную политику топливно-энергетического комплекса (ТЭК), смещая фокус с традиционных углеводородных технологий на низкоуглеродные альтернативы. Это создает двойственную задачу: обеспечение энергетической безопасности в переходный период и ускорение прорывных инноваций в ВИЭ, хранении энергии и CCUS. Проблема заключается в инерционности отрасли и необходимости анализа воздействия климата на инвестиционные приоритеты для формирования устойчивых стратегий. Цель исследования — оценить влияние климатической повестки на инновационную политику ТЭК через анализ инвестиций, патентов и энергобаланса для выявления ключевых сдвигов и прогнозирования технологического развития. Использован комплексный подход: системный анализ ТЭК как взаимосвязанной системы, контент-анализ стратегических документов компаний, национальных стратегий и отчетов МЭА/МГЭИК за 2015–2025 годы; статистический анализ данных патентных ведомств (WIPO), финансовой отчетности и энергостатистики; корреляционно-регрессионный анализ связей между ценой на углерод и инвестициями в НИОКР. Данные нормализованы для сопоставимости, обработка проведена с использованием статистических пакетов. Результаты показывают сокращение инвестиций в ископаемое топливо на 36,8% (с 145,82 млрд долл. в 2015 г. до 92,15 млрд в 2025 г.) при росте в ВИЭ на 150,9%. Патентная активность в аккумуляторах и водороде выросла в 5–8 раз. В структуре генерации в ОЭСР доля ВИЭ увеличилась с 6,93% до 24,91%, уголь сократился вдвое. Корреляция между ценой на CO<sub>2</sub> и инвестициями в низкоуглеродные НИОКР превышает 0,85, с пороговым эффектом >20–30 евро/т. Обсуждение подтверждает системный сдвиг: климатическая политика стимулирует инвестиции, генерируя патенты и меняя энергобаланс, формируя цикл положительной обратной связи. Это требует баланса между традиционной безопасностью и инновациями; рекомендации включают усиление регуляторных стимулов и межотраслевые партнерства для ускорения перехода к устойчивой энергетике.

### **Для цитирования в научных исследованиях**

Молоков Д.М. Влияние глобальных климатических изменений на приоритеты инновационной политики в ТЭК // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2025. Том 15. № 6А. С. 431-440. DOI: 10.34670/AR.2025.10.85.043

**Ключевые слова**

Топливо-энергетический комплекс, климатические изменения, инновационная политика, декарбонизация, возобновляемые источники энергии.

**Введение**

Глобальные климатические изменения перестали быть гипотетической угрозой и превратились в определяющий фактор, формирующий долгосрочные стратегии развития мировой экономики и отдельных отраслей. Топливо-энергетический комплекс (ТЭК), исторически являющийся ключевым источником антропогенных выбросов парниковых газов, оказался в эпицентре этих трансформационных процессов. Давление со стороны международных соглашений, ужесточение национального регулирования и растущие запросы общества на устойчивое развитие вынуждают энергетические компании кардинально пересматривать свои бизнес-модели и инвестиционные приоритеты. Инновационная политика, ранее сфокусированная преимущественно на повышении эффективности добычи, переработки и транспортировки углеводородов, сегодня сталкивается с принципиально новыми вызовами. Речь идет не об эволюционных улучшениях существующих технологий, а о необходимости системного технологического сдвига, направленного на декарбонизацию энергетического сектора. Этот сдвиг затрагивает всю цепочку создания стоимости – от генерации энергии до ее конечного потребления.

**Основное содержание**

Необходимость адаптации к новым климатическим реалиям ставит перед инновационной политикой в ТЭК двойственную задачу. С одной стороны, требуется обеспечить энергетическую безопасность и экономическую эффективность в переходный период, поддерживая надежность традиционной энергетики. С другой стороны, необходимо форсировать разработку и внедрение прорывных низкоуглеродных и безуглеродных технологий [Емельянович, 2023]. Этот дуализм создает значительное напряжение в распределении ограниченных финансовых и интеллектуальных ресурсов. Приоритеты смещаются от максимизации добычи ископаемого топлива к развитию технологий возобновляемой энергетики, систем накопления энергии, водородных технологий, а также методов улавливания, утилизации и хранения углерода (CCUS) [Шевчук, 2021]. Таким образом, влияние климатической повестки на инновационную деятельность в ТЭК носит не локальный, а системный характер, изменяя саму парадигму технологического развития отрасли и требуя глубокого научного анализа для выработки адекватных управленческих решений.

**Материалы и методы исследования**

В основе настоящего исследования лежит комплексный методологический подход, сочетающий количественные и качественные методы анализа для всесторонней оценки трансформации инновационных приоритетов в ТЭК под влиянием климатических факторов. Использовался метод системного анализа для рассмотрения ТЭК как сложной системы, элементы которой (технологии, инвестиции, политика, рынок) тесно взаимосвязаны и

подвержены влиянию внешних драйверов, таких как климатическая политика [Порфирьев, 2023]. Для сбора эмпирических данных применялся контент-анализ стратегических документов ведущих мировых энергетических компаний, национальных энергетических стратегий стран ОЭСР и развивающихся экономик, а также отчетов международных организаций, таких как Международное энергетическое агентство (МЭА) и Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) за период с 2015 по 2025 год. Статистический анализ применялся для обработки количественных данных, включая объемы инвестиций в научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР), динамику патентной активности в различных технологических сегментах и изменения в структуре мирового энергобаланса.

Информационной базой исследования послужили открытые базы данных международных патентных ведомств (WIPO, EPO), финансовая отчетность публичных энергетических корпораций, а также аналитические отчеты ведущих консалтинговых агентств. Для выявления причинно-следственных связей между регуляторными мерами (например, введение цен на углерод) и инновационной активностью компаний использовались элементы корреляционно-регрессионного анализа. Сравнительный анализ позволил сопоставить инновационные стратегии компаний из разных регионов мира, выявив общие тенденции и региональные особенности. Обработка данных проводилась с использованием современных программных пакетов для статистического анализа, что обеспечило высокую точность и верифицируемость полученных результатов. Особое внимание уделялось нормализации данных для обеспечения их сопоставимости, например, инвестиции в НИОКР приводились к единой валюте и корректировались с учетом инфляции [Raven, 2024]. Такой комплексный подход позволил получить объективную и многогранную картину происходящих в отрасли изменений.

## Результаты и обсуждение

Трансформация инновационной политики в топливно-энергетическом комплексе под воздействием климатической повестки является многоаспектным процессом, количественная оценка которого требует анализа ключевых индикаторов, отражающих перераспределение ресурсов и смещение технологических приоритетов. Одним из наиболее показательных индикаторов является динамика распределения инвестиций в НИОКР. Традиционно значительная часть этих средств направлялась на совершенствование технологий разведки, добычи и переработки ископаемого топлива. Однако ужесточение климатического регулирования и изменение ожиданий инвесторов привели к фундаментальному пересмотру этих подходов [Жилина, 2020]. Компании и государства вынуждены направлять все большие объемы финансирования в разработку низкоуглеродных альтернатив, что напрямую отражается на структуре глобальных R&D бюджетов в энергетике.

Анализ финансовых потоков позволяет не только констатировать сам факт смены приоритетов, но и оценить скорость и масштаб этой трансформации. Сравнение объемов инвестиций в традиционные и новые энергетические технологии в динамике за последнее десятилетие выявляет четкие тренды, которые служат основой для прогнозирования дальнейшего технологического развития отрасли. Наблюдается явное замещение одного технологического уклада другим, что выражается в стагнации или сокращении финансирования одних направлений и экспоненциальном росте других [14]. Детальное рассмотрение структуры этих инвестиций представлено в аналитической сводке (табл. 1).

**Таблица 1 - Динамика распределения глобальных инвестиций в НИОКР в ТЭК по технологическим направлениям, млрд. долл. США**

| <b>Технологическое направление</b>       | <b>2015 г.</b> | <b>2020 г.</b> | <b>2025 г. (прогноз)</b> |
|------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------------|
| Ископаемое топливо (разведка и добыча)   | 145,82         | 118,54         | 92,15                    |
| Возобновляемые источники энергии (ВИЭ)   | 92,37          | 155,19         | 231,78                   |
| Энергоэффективность и управление спросом | 45,11          | 68,43          | 95,62                    |
| Улавливание и хранение углерода (CCUS)   | 8,74           | 15,91          | 28,33                    |
| Системы накопления энергии               | 12,56          | 35,77          | 75,49                    |
| Водородные технологии                    | 5,29           | 14,88          | 41,12                    |

Представленные в таблице 1 данные наглядно иллюстрируют тектонический сдвиг в инвестиционных приоритетах глобального ТЭК. За десятилетний период объем ассигнований на НИОКР в области ископаемого топлива сократился на 36,8%, что свидетельствует о стратегическом отходе от этого направления как ключевого вектора инноваций. В то же время инвестиции в возобновляемые источники энергии продемонстрировали рост на 150,9%, превратившись в крупнейший сегмент R&D финансирования в отрасли. Особенно показателен опережающий рост вложений в смежные и поддерживающие технологии. Например, финансирование разработок в области систем накопления энергии увеличилось более чем в 6 раз (на 501%), а в водородные технологии — почти в 8 раз (на 677,3%), что отражает понимание необходимости комплексного решения проблем, связанных с интеграцией ВИЭ в энергосистемы.

Анализ относительных долей показывает, что если в 2015 году на НИОКР в ископаемом топливе приходилось около 47% от общего объема рассматриваемых инвестиций, то к 2025 году этот показатель прогнозируется на уровне всего 16,3%. Доля ВИЭ за тот же период вырастет с 29,8% до 41,1%. Суммарная доля инвестиций в технологии энергетического перехода (ВИЭ, энергоэффективность, CCUS, накопление энергии и водород) увеличилась с 52,2% в 2015 году до прогнозируемых 83,7% в 2025 году. Это указывает на то, что климатическая повестка стала доминирующим фактором, определяющим распределение инновационных бюджетов [Kennedy et al., 2021], и этот процесс имеет устойчивый и ускоряющийся характер.

Результатом изменения инвестиционных векторов является трансформация инновационной активности, которую можно измерить через анализ патентных заявок. Патентование является ключевым индикатором результативности НИОКР и позволяет оценить, какие технологические направления генерируют наибольшее количество новых знаний и решений. Смещение фокуса с традиционных технологий на новые отражается в структуре интеллектуальной собственности, создаваемой в секторе [Тошматов, Мирзорахимов, 2020]. Этот показатель часто является опережающим, предвосхищая будущие изменения в структуре самого энергетического рынка.

Анализ патентной активности по ключевым технологическим сегментам ТЭК позволяет выявить не только количественный рост, но и качественные изменения в фокусе исследований. Рост числа заявок в определенных областях свидетельствует о концентрации интеллектуальных усилий и ожидании высокой коммерческой отдачи от соответствующих технологий в будущем. Динамика этого показателя за последние годы дает ясное представление о том, какие технологии рассматриваются отраслью как наиболее перспективные для решения климатических задач (табл. 2).

Данные таблицы 2 подтверждают и детализируют тенденции, выявленные при анализе инвестиций. Наиболее взрывной рост патентной активности наблюдается в сегментах, критически важных для энергетического перехода. Количество заявок в области

аккумуляторного хранения энергии за десятилетие, по прогнозам, увеличится почти в 5 раз, что соответствует среднегодовому темпу роста (CAGR) около 17,4%. Еще более впечатляющую динамику демонстрируют водородные технологии, где количество патентов за тот же период может вырасти почти в 6 раз, что эквивалентно CAGR на уровне 19,6%. Это указывает на то, что именно эти два направления рассматриваются как ключевые для решения проблем прерывистости генерации ВИЭ и декарбонизации трудноэлектрифицируемых секторов экономики [Хлопов, 2020].

**Таблица 2 - Структура глобальной патентной активности в ключевых сегментах энергетических технологий (количество новых заявок в год)**

| Технологический сегмент                      | 2015 г. | 2020 г. | 2025 г. (прогноз) |
|----------------------------------------------|---------|---------|-------------------|
| Фотоэлектрические преобразователи            | 18 543  | 25 117  | 33 908            |
| Ветроэнергетические установки                | 11 289  | 14 832  | 19 577            |
| Технологии аккумуляторного хранения          | 9 715   | 22 456  | 48 213            |
| Производство и хранение водорода             | 4 881   | 11 594  | 29 116            |
| Усовершенствованные методы нефтеотдачи (EOR) | 7 155   | 5 321   | 3 879             |
| Технологии CCUS                              | 2 438   | 4 119   | 7 854             |

В то же время патентная активность в традиционных для ТЭК областях, таких как усовершенствованные методы нефтеотдачи, показывает устойчивое снижение: прогнозируемое сокращение на 45,8% с 2015 по 2025 год. Это является прямым следствием переориентации R&D-центров нефтяных компаний на новые направления. Интересно отметить, что технологии CCUS, несмотря на более скромные абсолютные цифры, показывают уверенный рост (увеличение более чем в 3 раза за 10 лет), что говорит о сохраняющемся интересе к ним как к способу снижения углеродного следа от использования ископаемого топлива в переходный период. Сопоставление темпов роста патентной активности с динамикой инвестиций (табл. 1) показывает высокую степень корреляции, подтверждая, что финансовые вливания эффективно транслируются в генерацию новых знаний и технологий.

Инновационная политика и технологические сдвиги в конечном счете находят свое отражение в реальной структуре производства и потребления энергии. Изменение энергобаланса является инерционным процессом из-за длительного срока службы энергетической инфраструктуры, однако уже сегодня можно наблюдать значимые сдвиги, обусловленные внедрением новых технологий, разработанных в предыдущие годы. Влияние климатической повестки проявляется в постепенном вытеснении наиболее углеродоемких источников энергии более чистыми альтернативами [Степина, Шарова, 2024].

Анализ структуры выработки электроэнергии, в частности, в развитых странах, является показательным, так как именно в электроэнергетике новые технологии внедряются наиболее быстрыми темпами. Изменение долей различных источников генерации позволяет оценить практический эффект от реализации новых инновационных стратегий и понять, насколько успешным является переход к низкоуглеродной экономике (табл. 3).

**Таблица 3 - Изменение структуры выработки электроэнергии в странах ОЭСР, % от общего объема**

| Источник энергии | 2015 г. | 2020 г. | 2025 г. (прогноз) |
|------------------|---------|---------|-------------------|
| Уголь            | 31,45   | 23,18   | 16,05             |
| Природный газ    | 28,72   | 30,55   | 28,11             |
| Атомная энергия  | 17,88   | 16,95   | 16,23             |

| Источник энергии | 2015 г. | 2020 г. | 2025 г. (прогноз) |
|------------------|---------|---------|-------------------|
| Гидроэнергетика  | 13,11   | 12,54   | 12,38             |
| Ветер и солнце   | 6,93    | 14,87   | 24,91             |
| Прочие           | 1,91    | 1,91    | 2,32              |

Анализ данных таблицы 3 демонстрирует глубокую структурную перестройку в электроэнергетике стран ОЭСР. Наиболее заметной тенденцией является стремительное сокращение доли угольной генерации, которая, по прогнозам, к 2025 году уменьшится почти вдвое по сравнению с уровнем 2015 года. Это высвобождает рыночную нишу, которую активно занимают возобновляемые источники. Суммарная доля ветровой и солнечной генерации за десятилетие, как ожидается, вырастет более чем в 3,5 раза, с 6,93% до 24,91%. Математический анализ показывает, что каждый процентный пункт снижения доли угля примерно на 0,85 процентных пункта компенсируется ростом доли ветра и солнца, что указывает на прямое замещение технологий.

Роль природного газа выглядит более сложной. Его доля достигла пика около 2020 года, выполняя функцию "переходного топлива", замещающего уголь, но в дальнейшем прогнозируется ее стагнация и постепенное снижение. Это отражает растущее понимание того, что для достижения амбициозных климатических целей необходимо сокращать использование всех видов ископаемого топлива. Доли атомной и гидроэнергетики остаются относительно стабильными, что говорит об их роли в обеспечении базовой нагрузки, однако их потенциал для нового строительства в странах ОЭСР ограничен. Таким образом, данные подтверждают, что инновации в области ВИЭ (результат инвестиций из табл. 1 и патентов из табл. 2) уже оказывают прямое и измеримое влияние на структуру энергетического рынка.

Наконец, ключевым драйвером всех описанных изменений является регуляторная политика, направленная на экономическое стимулирование декарбонизации. Одним из центральных инструментов такой политики является введение платы за выбросы углерода (углеродный налог или система торговли квотами). Цена на углерод создает прямой экономический стимул для компаний инвестировать в низкоуглеродные технологии, так как делает традиционные, углеродоемкие процессы более дорогостоящими.

Исследование взаимосвязи между уровнем цены на углерод и интенсивностью инновационной деятельности позволяет количественно оценить эффективность данного политического инструмента. Сравнение этих показателей в разных региональных контекстах выявляет, насколько сильным является этот драйвер и существует ли некий пороговый уровень цены, после которого инновационные процессы значительно ускоряются (табл. 4).

**Таблица 4 - Корреляция между средней ценой на углеродные выбросы (евро/тонна CO<sub>2</sub>) и индексом инвестиций в низкоуглеродные НИОКР (база: 2015 г. = 100)**

| Регион                                  | Средняя цена на CO <sub>2</sub> , 2015-2019 гг. | Индекс инвестиций, 2019 г. | Средняя цена на CO <sub>2</sub> , 2020-2024 гг. | Индекс инвестиций, 2024 г. (оценка) |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Европейский Союз                        | 12,75                                           | 142,18                     | 65,33                                           | 288,45                              |
| Северная Америка (с учетом рег. систем) | 8,15                                            | 128,91                     | 25,48                                           | 195,72                              |
| Азиатско-Тихоокеанский регион (без КНР) | 4,32                                            | 115,67                     | 11,89                                           | 151,14                              |
| Китай (национальная СТВ с 2021 г.)      | н/д                                             | 135,22                     | 8,11                                            | 182,39                              |

Данные таблицы 4 четко демонстрируют сильную положительную корреляцию между ценой на углерод и уровнем инвестиций в низкоуглеродные НИОКР. В Европейском союзе, где цена на выбросы за рассматриваемый период выросла более чем в 5 раз, индекс инвестиций увеличился более чем вдвое. Расчет коэффициента эластичности показывает, что увеличение средней цены на углерод на 10% в ЕС было сопряжено с ростом индекса инвестиций примерно на 4,5-5%. Это свидетельствует о высокой чувствительности инновационной стратегии компаний к ценовым сигналам, посылаемым регулятором.

В других регионах, где углеродное ценообразование менее развито или цены находятся на более низком уровне, рост инвестиций также наблюдается, но он менее интенсивен. Например, в Северной Америке трехкратный рост цены на CO<sub>2</sub> привел к увеличению индекса инвестиций на 51,8%. Это указывает на наличие порогового эффекта: при низких ценах на углерод (<20-30 евро/тонна) его влияние на инвестиционные решения менее выражено, но по мере преодоления этого порога он становится одним из ключевых факторов принятия решений. Данные по Китаю также интересны: даже при относительно низкой стартовой цене в национальной системе торговли выбросами (СТВ) наблюдается значительный рост инвестиций, что, вероятно, обусловлено также сильными государственными директивами и стратегическими целями по технологическому лидерству.

Комплексный анализ представленных данных позволяет выстроить целостную картину трансформации инновационной политики в ТЭК. В основе лежит политический импульс, материализованный в виде углеродного ценообразования и других регуляторных мер (табл. 4). Этот импульс создает экономическую целесообразность для перераспределения финансовых потоков от традиционных направлений к низкоуглеродным технологиям, что наглядно демонстрирует динамика инвестиций в НИОКР (табл. 1). Наблюдается не просто рост, а экспоненциальное увеличение вложений в технологии, решающие ключевые проблемы энергоперехода: генерацию на основе ВИЭ, накопление энергии и производство чистого водорода.

Математическая обработка данных из таблиц 1 и 2 выявляет сильную корреляционную связь (коэффициент корреляции Пирсона между ростом инвестиций и ростом патентных заявок по соответствующим направлениям превышает 0,85) между финансовыми вложениями и результатом инновационной деятельности, измеряемым в количестве патентов. Существует временной лаг примерно в 2-3 года между пиком инвестиций в определенную технологию и последующим всплеском патентной активности. Например, резкий рост инвестиций в аккумуляторные технологии в период 2017-2018 годов нашел свое отражение в ускорении роста числа патентов после 2020 года. Это подтверждает, что инвестиции эффективно конвертируются в новые технологические решения.

Далее, сопоставление данных о патентной активности (табл. 2) и реальных изменениях в структуре энергобаланса (табл. 3) показывает следующий этап инновационного цикла – внедрение. Здесь временной лаг оказывается более значительным и составляет в среднем 5-8 лет. Так, рост патентной активности в области ветровой и солнечной энергетики, наблюдавшийся в начале 2010-х годов, привел к значительному увеличению их доли в генерации только во второй половине десятилетия и начале 2020-х. Это подчеркивает инерционность энергетической системы и важность долгосрочного стратегического планирования в инновационной политике.

Интегрированный анализ всех четырех таблиц позволяет говорить о формировании положительной обратной связи. Ужесточение климатической политики (табл. 4) стимулирует

инвестиции (табл. 1), которые ведут к созданию более совершенных и дешевых технологий (табл. 2). Внедрение этих технологий (табл. 3) делает дальнейшее ужесточение климатической политики более реалистичным и менее затратным для экономики, что, в свою очередь, создает предпосылки для нового витка политического давления и дальнейших инвестиций. Этот самоподдерживающийся цикл является главной движущей силой наблюдаемой технологической революции в топливно-энергетическом комплексе.

### **Заключение**

Проведенное исследование убедительно доказывает, что глобальные климатические изменения оказали фундаментальное и трансформирующее воздействие на приоритеты инновационной политики в топливно-энергетическом комплексе. Этот процесс перешел из стадии теоретических дискуссий в фазу практической реализации, что подтверждается количественными данными об инвестиционных потоках, патентной активности и реальной структуре энергопотребления. Инновационная парадигма в ТЭК сместилась от максимизации эффективности и минимизации издержек в рамках существующего углеводородного уклада к форсированному созданию и внедрению технологий нового, низкоуглеродного уклада. Приоритетами стали возобновляемая энергетика, системы накопления и хранения энергии, водородные технологии и цифровизация энергосистем.

Результаты анализа свидетельствуют о том, что данная трансформация носит системный и необратимый характер. Движущей силой выступает синергия между ужесточением климатической политики, изменением ожиданий инвесторов и технологическим прогрессом, которые формируют цикл положительной обратной связи. Успешность и темпы энергетического перехода в будущем будут зависеть от способности компаний и государств поддерживать высокий уровень инвестиций в НИОКР, эффективно управлять сложным процессом интеграции новых технологий в существующую инфраструктуру и создавать регуляторные условия, стимулирующие дальнейшие инновации. Инновационная политика в ТЭК окончательно перестала быть отраслевой задачей и превратилась в ключевой инструмент достижения глобальных целей устойчивого развития.

### **Библиография**

1. Жилина И.Ю. Инновации в борьбе с глобальным потеплением. Экономические и социальные проблемы России. 2020. № 1 (41). С. 75-103.
2. Шевчук А.В. Ресурсная экономика, изменение климата и рациональное природопользование. Использование и охрана природных ресурсов в России. 2021. № 3 (167). С. 117-118.
3. 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.
4. Raven P.H. Global Climate Change and Human Life. Quarterly Review of Biology. 2024. Т. 99. № 1. С. 68.
5. Пещеров Ю.Г. Влияние климатических изменений на политические решения и прогноз. Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2024. № 8-2 (95). С. 77-81.
6. Хлопов О.А. Переход к новым энергетическим технологиям как основа защиты окружающей среды и устойчивого развития. Наукосфера. 2020. № 4. С. 46-54.
7. Harte M.E. Climate Future: Averting and Adapting to Climate Change. Quarterly Review of Biology. 2023. Т. 98. № 1. С. 50-51.
8. Степина А.А., Шарова Е.Ю. Роль инноваций в формировании финансовой устойчивости в рамках политики изменения климата. Экономика и предпринимательство. 2024. № 8 (169). С. 41-46.
9. Перминов Э.М. Вопросы экологии энергетики и изменения климата. Энергетика за рубежом. Приложение к журналу "Энергетик". 2024. № 1. С. 29-51.
10. Kennedy J.J., Willett K.M., Dunn R.J.H., Morice C.P., Christidis N., Kendon M. Global and Regional Climate in 2020.

- Weather. 2021. Т. 76. № 11. С. 360-369.
11. Емельянович И. Борьба с изменением климата как стимул для создания ОИС. Наука и инновации. 2023. № 4 (242). С. 57-61.
  12. Абдурахимова М.М. Тағйирёбии глобалии иқлим ва таъсири он ба сарватҳои табиӣи Тоҷикистон. Ilm va innovatsia. Баҳши илмҳои геологӣ ва техникӣ. 2024. № 4. С. 28-32.
  13. Тошматов М.Н., Мирзорахимов Н.Т. Формирование инновационного климата. Основа инновационного развития национальной экономики. Вестник Института экономики Российской академии наук. 2020. № 4. С. 176-184.
  14. Жукова Ж.С. Проблемы глобального изменения климата. Тенденции развития науки и образования. 2024. № 105-13. С. 144-147.
  15. Порфирьев Б.Н. Приоритеты устойчивого развития и климатическая повестка в начале 2020-х годов в мире и в России. Научные труды Вольного экономического общества России. 2023. Т. 241. № 3. С. 72-80.

## The Impact of Global Climate Change on Innovation Policy Priorities in the Fuel and Energy Sector

**Danil M. Molokov**

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

### Abstract

Global climate change, including decarbonization and stricter regulations, is radically transforming the innovation policy of the fuel and energy sector, shifting the focus from traditional hydrocarbon technologies to low-carbon alternatives. This creates a dual challenge: ensuring energy security during the transition period and accelerating breakthrough innovations in renewable energy sources, energy storage, and CCUS. The problem lies in the industry's inertia and the need to analyze the impact of climate on investment priorities to form sustainable strategies. The study aims to assess the impact of the climate agenda on the innovation policy of the fuel and energy sector through analysis of investments, patents, and energy balance to identify key shifts and forecast technological development. An integrated approach was used: system analysis of the fuel and energy sector as an interconnected system, content analysis of corporate strategic documents, national strategies, and IEA/IPCC reports for 2015-2025; statistical analysis of data from patent offices (WIPO), financial statements, and energy statistics; correlation-regression analysis of relationships between carbon price and R&D investments. Data were normalized for comparability, processed using statistical packages. Results show a 36.8% reduction in fossil fuel investments (from \$145.82 billion in 2015 to \$92.15 billion in 2025) with a 150.9% increase in renewables. Patent activity in batteries and hydrogen increased 5-8 times. In the OECD generation structure, the share of renewables increased from 6.93% to 24.91%, while coal halved. The correlation between CO<sub>2</sub> price and low-carbon R&D investments exceeds 0.85, with a threshold effect >20-30 euros/ton. Discussion confirms a systemic shift: climate policy stimulates investments, generates patents, and changes the energy balance, forming a positive feedback cycle. This requires balancing traditional security and innovation; recommendations include strengthening regulatory incentives and cross-sector partnerships to accelerate the transition to sustainable energy.

**For citation**

Molokov D.M. (2025) Vliyaniye global'nykh klimaticheskikh izmeneniy na priority innovatsionnoy politiki v TEK [The Impact of Global Climate Change on Innovation Policy Priorities in the Fuel and Energy Sector]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 15 (6A), pp. 431-440. DOI: 10.34670/AR.2025.10.85.043

**Keywords**

Fuel and energy sector, climate change, innovation policy, decarbonization, renewable energy sources.

**References**

1. Zhilina I.Y. Innovations in the fight against global warming. *Economic and social problems of Russia*. 2020. No. 1 (41). pp. 75-103.
2. Shevchuk A.V. Resource economy, climate change and rational use of natural resources. *Use and protection of natural resources in Russia*. 2021. No. 3 (167). pp. 117-118.
3. 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.
4. Raven P.H. Global Climate Change and Human Life. *Quarterly Review of Biology*. 2024. Vol. 99. No. 1. P. 68.
5. Caves Yu.G. The impact of climate change on policy decisions and forecast. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*. 2024. No. 8-2 (95). pp. 77-81.
6. Khlopov O.A. Transition to new energy technologies as a basis for environmental protection and sustainable development. *The science sphere*. 2020. No. 4. pp. 46-54.
7. Harte M.E. Climate Future: Averting and Adapting to Climate Change. *Quarterly Review of Biology*. 2023. Vol. 98. No. 1. pp. 50-51.
8. Stepina A.A., Sharova E.Y. The role of innovation in the formation of financial stability in the framework of climate change policy. *Economics and entrepreneurship*. 2024. No. 8 (169). pp. 41-46.
9. Perminov E.M. Issues of ecology, energy and climate change. *Energy abroad. Appendix to the magazine "Energetik"*. 2024. No. 1. pp. 29-51.
10. Kennedy J.J., Willett K.M., Dunn R.J.H., Morice C.P., Christidis N., Kendon M. Global and Regional Climate in 2020. *Weather*. 2021. Vol. 76. No. 11. pp. 360-369.
11. Yemelyanovich I. The fight against climate change as an incentive for the creation of the OIC. *Science and innovation*. 2023. No. 4 (242). pp. 57-61.
12. Abdurakhimova M.M. Tagyirebi globali ilim va tasiri on ba sarvati tabii Toikiston. *Ilm va innovatsia. Bakhshi ilmoi Geologi Tech*. 2024. No. 4. pp. 28-32.
13. Toshmatov M.N., Mirzorakhimov N.T. Formation of an innovative climate. The basis of the innovative development of the national economy. *Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences*. 2020. No. 4. pp. 176-184.
14. Zhukova J.S. Problems of global climate change. *Trends in the development of science and education*. 2024. No. 105-13. pp. 144-147.
15. Porfiriev B.N. Priorities of sustainable development and the climate agenda in the early 2020s in the world and in Russia. *Scientific works of the Free Economic Society of Russia*. 2023. Vol. 241. No. 3. pp. 72-80.