ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

На правах рукописи

СКУБАЧЕВСКАЯ Нина Дмитриевна

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ МЕХАНИЗМОВ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ НА ВЫБРОСЫ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ

Специальность 5.2.3 – «Региональная и отраслевая экономика»

(Специализация – «Экономика промышленности»)

Диссертация на соискание ученой степени

кандидата экономических наук

Научный руководитель: кандидат экономических наук

Колпаков Андрей Юрьевич

Москва – 2026

Оглавление

Введение 4

Глава 1. Стратегия развития с низким уровнем выбросов парниковых газов в обеспечении устойчивого социально-экономического роста 16

1.1 Международная климатическая повестка и устойчивое социально-экономическое развитие 16

1.2 Стратегии низкоэмиссионного социально-экономического развития: обобщение исследований и практика реализации 26

Глава 2. Механизмы ценообразования на выбросы парниковых газов в реализации стратегии низкоэмиссионного социально-экономического развития 54

2.1 Место и роль механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов в реализации стратегии низкоэмиссионного социально-экономического развития……..54

2.2 Содержание и качественный анализ механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов 57

2.3 Опыт использования механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов за рубежом и в России..... 87

Глава 3. Отраслевые особенности использования механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов в моделировании и прогнозировании развития экономики России 105

3.1 Роль, место и общая схема блока ценообразования (на примере целевого сценария низкоэмиссионного социально-экономического развития России до 2060 года)..... 106

3.2 Отраслевая специфика использования механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов 112

3.3 Сценарии использования механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов в прогнозах развития отраслей экономики России..... 120

3.4 Структура модельного блока механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов (система торговли выбросами, углеродный налог, социальная цена углерода) 133
3.5 Результаты сценарного прогнозирования использования механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов 143
Заключение 155
Список сокращений и условных обозначений 165
Список литературы и информационных источников 167
Приложения 191

Введение

Актуальность темы исследования. Россия взяла на себя четкие обязательства по сокращению нетто-выбросов парниковых газов (далее ПГ) и достижению баланса выбросов и поглощений ПГ, которые прописаны в таких документах как Климатическая доктрина Российской Федерации (утверждена указом Президента Российской Федерации от 26 октября 2023 г. № 812) и Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 октября 2021 г. № 3052-р). В данных документах были сформулированы следующие цели: в Климатической доктрине РФ зафиксирована цель достижения не позднее 2060 года баланса между антропогенными выбросами ПГ и их поглощением, а в Стратегии социально-экономического развития РФ с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года сформулирована цель достижения уровня выбросов ПГ на уровне 2212 и 1830 млн тCO_2-экв. к 2030 и 2050 гг. соответственно. Также была поставлена цель достижения уровня нетто-выбросов ПГ 1673 и 630 млн тCO_2-экв. к 2030 и 2050 гг. соответственно.

Кроме того, Россия как страна-участник Парижского соглашения должна разрабатывать и обновлять каждые 5 лет план действий по сокращению нетто-выбросов ПГ и адаптации к изменению климата, включая определяемый на национальном уровне вклад (далее ОНУВ). Целевой показатель второго ОНУВ, опубликованного в 2025 году, соответствует положениям Указа Президента Российской Федерации от 6 августа 2025 г. № 547 «О сокращении выбросов парниковых газов». Поставлена цель сокращения к 2035 году выбросов ПГ до 65–67% относительно уровня 1990 года.

Промышленные сектора экономики России обеспечивают подавляющую долю выбросов парниковых газов в стране. Согласно данным Национального кадастра о выбросах и поглощениях парниковых газов − 2026, который содержит детальную информацию о динамике нетто-выбросов парниковых газов за 2024 год,

а также об их источниках и определяющих факторах, доля выбросов от секторов промышленности составляет 68% в 2024 году. Основными источниками выбросов от секторов промышленности являются электростанции и котельные.

Механизмы ценообразования на выбросы парниковых газов в секторах промышленности являются одним из инструментов управления низкоэмиссионным развитием, используемых для достижения поставленных целей по сокращению нетто-выбросов ПГ и достижению баланса их выбросов и поглощений. Среди механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов можно выделить систему торговли выбросами[1], углеродный налог, добровольный рынок, а также отбор и финансирование проектов при помощи социальной цены углерода. В 2026 году в мире насчитывалось 87 механизмов торговли выбросами ПГ и углеродного налогообложения, которые покрывали 29% объема указанных выбросов или 15,6 млрд тCO_2-экв.; и 34 добровольных рынка, а общий объем сокращения выбросов за все время существования ее механизмов составил 6,2 млрд тCO_2-экв. [1].

Механизмы ценообразования на выбросы парниковых газов являются не только инструментом достижения целей низкоэмиссионного развития России по внутреннему и внешнему контуру, но и методом стимулирования внедрения современных технологий с низким уровнем выбросов в промышленности, способствующих повышению эффективности промышленных процессов и оптимизации использования ресурсов [2]. Кроме того, данные механизмы могут иметь синергетические эффекты с иными направлениями, в том числе политическими, экологическими и экономическими.

Использование механизмов ценообразования на выбросы ПГ также оказывает существенное влияние на доходы и расходы бюджета правительств: за

[1] На самом деле, корректнее вести речь о торговле квотами (кредитами) на выбросы, но, учитывая устоявшуюся в мировой экономической литературе терминологию, здесь и далее в работе сохранено словосочетание «торговли выбросами». Аналогичная оговорка относится и к термину «социальная цена углерода», реально подразумевающего социальные издержки последствий изменения климата вследствие антропогенных выбросов парниковых газов и/или неэффективности климатической политики, прежде всего регулирования нетто-выбросов ПГ.

2025 год доходы правительств в результате внедрения систем торговли выбросами и углеродных налогов составили 107 млрд долл. [1].

В России на данный момент действует добровольный рынок, однако нет национальной системы торговли выбросами. Перед использованием системы торговли выбросами на таком масштабном уровне некоторые страны, например Китай, запускают пилотные проекты на уровне отдельных городов или регионов, что позволяет протестировать новый механизм перед его распространением на всю страну. Так, в 2022 году на Сахалине был запущен первый в России пилотный проект механизма ценообразования на выбросы, который продлится до конца 2028 года. Однако региональный вариант системы торговли выбросами не всегда является предтечей национального механизма. Так, например, в США регулирование осуществляется на уровне отдельных штатов, которые самостоятельно принимают решения о введении таких систем и устанавливают соответствующие правила.

Помимо вышеперечисленных целей низкоэмиссионной политики в России, в настоящее время существует ряд предпосылок для внедрения и развития механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов в нашей стране. Среди них можно выделить следующие.

Во-первых, в ЕС запущен пограничный корректирующий углеродный механизм, который предусматривает взимание платы при ввозе в ЕС определенных категорий товаров, размер которой определяется объемом ПГ, сопряженных с производством. Существует вероятность того, что финансовая нагрузка по пограничному корректирующему углеродному механизму может быть переложена на экспортеров. Однако предусмотрена возможность уменьшения платежа по данному механизму на величину «эффективно» уплаченной «углеродной цены» в стране происхождения товара. В настоящее время правила определения вычета и понятия «эффективно» уплаченной «углеродной цены» находятся на стадии формирования. Так, согласно проекту имплементационного регламента [3], реальная финансовая нагрузка в рамках национальных систем торговли выбросами и углеродных налогов может выступать в качестве «эффективно» уплаченной

«углеродной цены». Кроме того, рассматривается вопрос исключения обходных путей учета различных скидок, компенсаций, бесплатных квот и др. в качестве «эффективно» уплаченной цены. То есть в будущем планируется учет лишь реальной финансовой нагрузки эмитента. Но уже понятно, что наличие механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов является необходимым (но не достаточным) условием снижения рисков со стороны пограничного корректирующего углеродного механизма как инструмента нетарифного регулирования внешней торговли. Особенно это важно в случае глобального распространения практики трансграничного углеродного регулирования, которое может произойти после полноценного запуска пограничного корректирующего углеродного механизма ЕС и анализа его последствий. Очевидно, что институциональная схожесть национального механизма ценообразования на выбросы парниковых газов с системой торговли выбросами в ЕС может стать важным критерием «эффективности» уплаченной «углеродной цены».

В 2024 году Китай представил «План внедрения системы управления углеродным следом», согласно которому к 2027 году намерен создать единую национальную систему управления выбросами. Документ предусматривает разработку стандартов и правил расчета углеродного следа около 100 товаров с расширением до 200 к 2030 году, оценку выбросов предприятиями как от собственной деятельности, так и по всей цепочке поставок, а также формирование требований к раскрытию информации и маркировке продукции. Данный документ можно рассматривать как реакцию Китая на пограничный корректирующий углеродный механизм ЕС: он позволит сократить разрыв в регулировании и смягчить последствия от введения платежей в рамках данного механизма за счет улучшения обмена данными о выбросах и уточнения подходов к расчету углеродного следа. Особое внимание уделено той же номенклатуре товаров, что и в пограничном корректирующем углеродном механизме ЕС: электроэнергетика, сталь, алюминий, водород, известь, цемент, литиевые батареи, электромобили [4].

Во-вторых, статья 6 Парижского соглашения предусматривает создание международной системы торговли углеродных единиц между странами. На данный

момент в качестве международного механизма выбран добровольный рынок, однако концепция международного рынка может быть также реализована при помощи кооперации с другими странами для создания объединенных региональных рынков. Данное обстоятельство стоит учитывать при проектировании перспективного механизма ценообразования на выбросы парниковых газов в России для обеспечения его беспрепятственной синхронизации с международным рынком. Как и в случае с пограничным корректирующим углеродном механизмом, институциональная схожесть национального механизма ценообразования на выбросы с международными аналогами будет играть решающую роль для решения данной задачи.

В-третьих, РФ является членом Международной организацией гражданской авиации (англ. International Civil Aviation Organization, ICAO) и, соответственно, также является участником в системе компенсации и сокращения выбросов углерода для международной авиации (англ. Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation, далее CORSIA), что обязует российские авиакомпании осуществлять мониторинг потребления топлива при выполнении зарубежных перелетов, ежегодно формировать и верифицировать углеродную отчетность. С 2031 года появится дополнительное требование, а именно, необходимость компенсации выбросов ПГ за предыдущие годы, начиная с 2027 г., которые будут превышать базовый показатель. В связи с этим в России активно осуществляется процесс, нацеленный на обеспечение признания российских углеродных единиц климатических проектов на международном уровне, в том числе и в CORSIA.

Механизмы ценообразования на выбросы парниковых газов имеют разные характеристики, в том числе: степень охвата выбросов и отраслей экономики, цена на выбросы ПГ, компенсационные механизмы, объект регулирования и др. От того, каким образом будут настроены перечисленные характеристики, зависит влияние механизмов углеродного ценообразования на экономику и промышленность России. С этой точки зрения необходим предварительный анализ последствий внедрения данных механизмов и их комбинаций на национальном уровне в России.

Таким образом, применение национальных механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов в России может оказать существенное влияние на экономику и промышленность страны, помочь в достижении поставленных целей по сокращению нетто-выбросов ПГ, ускорить использование низкоэмиссионных решений, в том числе и в промышленности, а также укрепить сотрудничество в рамках международных соглашений, что определяют высокую актуальность исследуемой темы.

Степень научной разработанности проблемы. В области формирования климатической политики диссертационная работа опирается на научные труды отечественных ученых, таких как И.А. Башмаков, И.В. Гайда, Н.В. Горбачева, А.Ю. Колпаков, И.А. Макаров, Ю. Мельников, Б.Н. Порфирьев, Н.А. Турдыева, А.А. Широв, в том числе и зарубежных ученых W. Nordhaus, A.S. Pigou, P. Samuelson, A. Smit, N. Stern, G. Stigler, R. Tol и других.

Комплексному анализу механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов и их характеристик посвящены работы таких авторов как И.А. Башмаков, А.Ю. Колпаков, И.А. Макаров, Б.Н. Порфирьев, С.А. Рогинко, W. Nordhaus, N. Stern, R. Tol и других.

Значительный вклад в создание и развитие модели межотраслевого баланса – важнейшего инструмента анализа социально-экономических последствий – внесли А.Г. Аганбегян, А.О. Баранов, Э.Ф. Баранов, Ю.В. Белецкий, А.Р. Белоусов, Д.Р. Белоусов, В.М. Гильмундинов, А.Г. Гранберг, М.С. Гусев, В.В. Ивантер, А.Н. Клепач, А. Клоппер, Ф.Н. Клоцвог, В.В. Леонтьев, И.Д. Масакова, Д.А. Ползиков, А.Р. Саяпова, А.А. Широв, Ю.В. Яременко и другие.

Разработке и апробации методов оценки социально-экономических эффектов и изменения баланса выбросов парниковых газов вследствие применения механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов посвящены работы многих отечественных и зарубежных ученых. Особый вклад внесли И.А. Башмаков, И.А. Макаров, Ю. Мельников, А. Орлов, Н.А. Турдыева, G. Allan, A. Barry, P. Basaglia, P. Bayer, B. Buchner, J. Colmer, D.M. Corrado, L. Dattaro, D. Ellerman, K. Feng, L. Da Silva Freitas, J. Labeaga, X. Labandeira, T. Laing, J. Li,

R. Martin, B. Murray, E.D. Noubissi, W. Nordhaus, H. Qian, N. Rivers, F. Rogan, A. Rokhmawati, E. Sauma, H.K. Sing, N. Stern, S. Vera, P. Villoria-Sáez, A. Wattanakuljarus, W. Zhang, W. Zhang, Y. Yi и другие.

Значительный вклад в теоретические и методологические исследования о вопросах повышения эффективности и инновационного развития отраслей, а также процессах, учитывающих сокращение выбросов парниковых газов, внесли И.А. Башмаков, С.Н. Бобылев, А.Ю. Колпаков, Н.И. Комков, Б.Н. Порфирьев, Т.О. Тагаева, И.Э. Фролов, А.А. Широв и другие.

Изучение научной литературы и прикладных работ по теме исследования позволило сделать вывод о сохраняющейся актуальности комплексной задачи оценки социально-экономических последствий и изменения баланса выбросов ПГ в долгосрочной перспективе вследствие внедрения комплекса механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов в России с учетом отраслевой специфики, множественности данных механизмов и потенциальных целей их применения. Для решения этой задачи необходим качественный и количественный анализ различных видов механизмов углеродного ценообразования, а также разработка методического подхода и модельного инструментария. Таким образом, вопрос внедрения механизмов ценообразования на выбросы в России требует численной оценки социально-экономических последствий и изменения выбросов ПГ с учетом отраслевой специфики.

Цель исследования: оценка социально-экономических последствий изменения динамики выбросов ПГ вследствие применения механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов в России на основе разработанных автором методического подхода и модельного инструментария.

Для достижения указанной цели поставлены и решены следующие **исследовательские задачи**.

1. Систематизация характеристик механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов, применяемых в России и мире, в том числе: конфигурация данных механизмов и метод определения цены на единицу выбросов парниковых газов; уровень цен на выбросы; охват отраслей и выбросов; степень

финансовой нагрузки на экономику; направления расходования бюджетных доходов от механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов; применение льгот и компенсаций; потенциал встраивания в международный углеродный рынок; потенциал зачета части выплат по пограничному корректирующему углеродному механизму.

2. Разработка возможных сценариев применения механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов в России в отраслевом разрезе с учетом капиталоемкости и механизмов запуска проектов низкоэмиссионной трансформации в отраслях.

3. Разработка методического подхода и модельного инструментария для прогнозирования социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов парниковых газов с целью оценки макроэкономических и отраслевых эффектов реализации сценариев использования механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов в России.

4. Подготовка предложений и рекомендаций для осуществления государственной экономической политики в сфере ценообразования на выбросы парниковых газов на основе выполненных количественных оценок.

Объектом диссертационной работы являются механизмы ценообразования на выбросы парниковых газов.

Предмет исследования – макроэкономические и отраслевые эффекты от внедрения механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов на социально-экономическое развитие и баланс выбросов парниковых газов в России.

Теоретической и методологической основой исследования являются научные положения и выводы, сформулированные в трудах отечественных и зарубежных ученых по анализу и прогнозированию реализации климатической политики, влияния механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов на социально-экономическое развитие и баланс выбросов ПГ; методы межотраслевого и статистического анализа, экономико-математического моделирования, сценарного прогнозирования; системный подход к объекту исследования, используемый при оценке экономической деятельности и в

прогнозировании; экономико-математический инструментарий, а также иные прикладные исследования ИНП РАН.

Информационной базой исследования являются статистические данные по отраслевым выбросам ПГ национального кадастра антропогенных выбросов парниковых газов из источников и их абсорбции поглотителями за 1990–2023 гг., социально-экономическая статистика РФ из системы Национальных счетов России, исследования отечественных и зарубежных авторов – статьи, обзоры, диссертационные работы, нормативно-правовые документы, регламентирующие деятельность в сфере низкоэмиссионного развития.

Достоверность результатов диссертационного исследования обеспечивается корректным применением методов статистического анализа и экономико-математического моделирования, использованием релевантных и перекрестно перепроверяемых данных, полученных на их базе результатов. Часть результатов исследования была включена в выходные материалы ИНП РАН.

Соответствие темы диссертации требованиям паспорта специальностей ВАК. Диссертационная работа соответствует направлению исследования по специализации 2. «Экономика промышленности» подпунктам 2.6. «Конкурентоспособность производителей промышленной продукции», 2.8. «Ценообразование в промышленности», 2.10. «Промышленная политика», 2.11. «Формирование механизмов устойчивого развития экономики промышленных отраслей, комплексов, предприятий», 2.14. «Проблемы повышения энергетической эффективности и использования альтернативных источников энергии» паспорта специальности 5.2.3. «Региональная и отраслевая экономика».

Научная новизна диссертационного исследования заключается в разработанных автором методическом подходе и модельном инструментарии, позволяющих получить качественные и количественные оценки влияния механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов на социально-экономическое развитие страны и баланс выбросов ПГ, а также в результатах модельных расчетов, полученных на вышеупомянутой научной базе, и основанных на них выводах и рекомендациях для экономической политики страны.

Научная новизна диссертационного исследования определяется следующими основными **научными результатами**, выносимыми на защиту.

1. Обоснованы критерии систематизации механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов (систем торговли выбросами парниковых газов, углеродного налога и социальной цены углерода), расширяющей существующие классификации и включающей: метод ценообразования; уровень цен на выбросы парниковых газов; охват отраслей и выбросов; степень финансовой нагрузки на экономику; направления расходования бюджетных доходов от использования указанных механизмов; применение инструментов компенсаций углеродного налога; потенциал встраивания в международный углеродный рынок; потенциал зачета части выплат в рамках трансграничного углеродного регулирования третьих стран.

2. Разработаны методический подход и модельный инструментарий для прогнозирования социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов парниковых газов с учетом использования механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов, конфигурация которых определяется действующими в России особенностями принятия инвестиционных и бюджетных решений, отраслевой и промышленной спецификой (конкретные механизмы для разных отраслей) и динамическим подходом.

3. Предложены три сценария развития экономики России до 2060 года с учетом применения механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов, в числе которых обоснован «сбалансированный» сценарий, направленный на максимизацию эффектов синергии динамичного социально-экономического и промышленного роста и низкоэмиссионного развития. Он ориентирован на достижение существенного сокращения выбросов парниковых газов при низких отрицательных социально-экономических эффектах (в виде роста цен и потери ВВП) за счет применения компенсационных механизмов, максимально возможного использования социальной цены углерода, а также вычета по пограничному корректирующему углеродному механизму ЕС и встраивания в международный углеродный рынок.

4. На основе полученных качественных и количественных оценок влияния механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов на социально-экономическое и промышленное развитие страны сформулированы рекомендации для государственной экономической политики в России. В том числе обоснованы предложения по использованию механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов в нефтегазовой отрасли, черной металлургии, химической промышленности, промышленности строительных материалов, а также электроэнергетике, ЖКХ, отрасли обращения с отходами с учетом их специфики. В частности, применительно к трем последним из перечисленных отраслей обосновано использование социальной цены углерода как предпочтительного механизма ценообразования на выбросы парниковых газов.

Теоретическая значимость исследования состоит в прогнозно-аналитических разработках в рамках научного направления экономики низкоэмиссионного развития, оценках применимости зарубежного опыта применения механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов для России, которые развивают представление о механизмах ценообразования на выбросы парниковых газов и их влиянии на экономику России.

Практическая значимость проведенного исследования заключается в разработке прогнозных оценок, параметров и сценариев развития экономики России и отдельных ее отраслей, в том числе отраслей промышленности, в условиях использования или отсутствия механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов на основе прогнозно-аналитического инструментария. Разработки могут быть использованы органами исполнительной власти и ведомствами России в целях оценки введения обязательных механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов в России в целом или на отдельных территориях, а также формирования политики по низкоэмиссионному развитию России.

Апробация результатов. Научные и практические результаты работы, представленные автором, докладывались и получили положительную оценку на научно-практических конференциях, семинарах и форумах: XXII осенняя

конференция молодых ученых в Новосибирском Академгородке "Актуальные вопросы экономики и социологии" (12-15 октября 2026 года, г. Новосибирск), LXIX сессия российско-французского семинара «Прохождение глобальной экономики через зону высокой турбулентности» (30 июня-2 июля 2025 года, г. Москва), Встреча молодых ученых ООН РАН (21 мая 2025, г. Москва), VII совместная конференция ИНП РАН и ИЭОПП СО РАН по макроструктурному и региональному анализу и прогнозированию (20-21 марта 2025, г. Ярославль), Всероссийская школа молодых ученых «Роль возобновляемой энергетики при переходе к углерод-нейтральной экономике» (21-22 ноября, 2024, г. Москва), Хачатуровские чтения - 2024: Реализация концепции устойчивого развития в условиях суверенизации России (21-22 ноября, 2024, г. Москва), XX Осенняя конференция молодых ученых «Актуальные вопросы экономики и социологии» (10-11 октября 2024, г. Новосибирск).

Публикации. По теме диссертации опубликованы научные работы в резецируемых научных журналах и изданиях. Результаты диссертационной работы изложены в 9 публикациях (7,8 п.л., личный вклад автора – 4,1 п.л.), в том числе в 4 научных публикациях в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях из Перечня ВАК Минобрнауки России (личный вклад автора – 2,3 п.л.).

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и информационных источников. Объем основного текста – 164 страницы, общий объем с приложениями – 208 страниц, включая 24 рисунка, 33 таблицы, 237 источников в списке литературы.

Глава 1. Стратегия развития с низким уровнем выбросов парниковых газов в обеспечении устойчивого социально-экономического роста

1.1 Международная климатическая повестка и устойчивое социально-экономическое развитие

На протяжении большей части XX века экономический прогресс измерялся почти исключительно ростом производства и доходов. ВВП, вошедший в практику национального счетоводства в 1930–1950-е годы, стал универсальным индикатором успеха. Предполагалось, что рост ВВП автоматически ведет к повышению уровня жизни, сокращению бедности и социальной стабильности [5].

Однако по мере индустриализации и урбанизации становилось все более очевидным, что экономическая активность порождает последствия, не улавливаемые традиционными показателями: загрязнение окружающей среды, шум, утрата биоразнообразия и изменение климата [6, 7]. Общество постепенно осознавало, что благополучие измеряется не только в денежном выражении, но и по целому ряду других параметров: здоровье, безопасность, качество среды обитания [8].

Одним из первых, кто поставил под сомнение адекватность ВВП как меры общественного прогресса, стал лауреат Нобелевской премии Амартия Сен. Он показал, что благосостояние человека зависят от множества факторов, не сводимых к доходу: состояния здоровья, доступа к образованию, продолжительности жизни, политических свобод. Сен предложил «подход к возможностям», согласно которому развитие следует оценивать не по тому, сколько произведено, а по тому, какие реальные возможности открываются перед людьми [8].

Параллельно формировалось понимание того, что экономическая деятельность имеет пределы, задаваемые возможностями экосистем. Знаковым событием стал доклад Римского клуба «Пределы роста», в котором описаны проблемы нерационального использования ресурсов ради экономического роста [7]. В том же году состоялась Конференция ООН по проблемам окружающей

среды, где были заложены основы международного экологического сотрудничества [9].

Таким образом, признание сложной структуры благосостояния и ограниченности экономических индикаторов создало основу для формирования климатической повестки. Позже климатические изменения перестали быть абстрактной теоретической проблемой и превратились в измеримый фактор, оказывающий прямое воздействие на экономику и жизнедеятельность населения. Одним из наиболее наглядных проявлений этих изменений является рост среднегодовой температуры.

Среднегодовая температура растет и это статистический факт (Рисунок 1.1.1). Рост температуры является лишь частным примером изменения климата, которое также связано с другими параметрами климатический системы, в том числе и негативными для человека, например, увеличением глубины сезонного протаивания многолетней мерзлоты, учащением лесных пожаров, засух, волн жары и холода, увеличением числа и масштаба опасных гидрометеорологических явлений, таких как учащение дождевых паводков, сильные дожди, порывистый ветер и др. [10].

Многие опасные гидрометеорологические явления наносят существенный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения во всем мире, в том числе и в России. В среднем за 2015–2022 гг. в России число природных чрезвычайных ситуаций увеличилось на 8 случаев в год, а суммарный ущерб от них превысил 110 млрд руб. Это, в свою очередь, негативно влияет на многие сферы экономики, например, на электро- и теплоснабжение, ЖКХ (повреждение и износ оборудования), на сельское и лесное хозяйство (потеря урожая, гибель леса), на здания и сооружения, транспортную инфраструктуру (повреждения и разрушение) [11, 12].

Помимо увеличения числа опасных гидрометеорологических явлений, изменение климата также влияет на условия работы многих секторов экономики, что ведет к дополнительным издержкам. Например, увеличение осадков ведет к коррозии оборудования; дефицит воды в южной части России создает риски

снижения урожайности и требует изменений в севообороте; увеличение средних температур снижает эффективность генерирующего оборудования на ТЭС и АЭС и т.д. [11, 12].

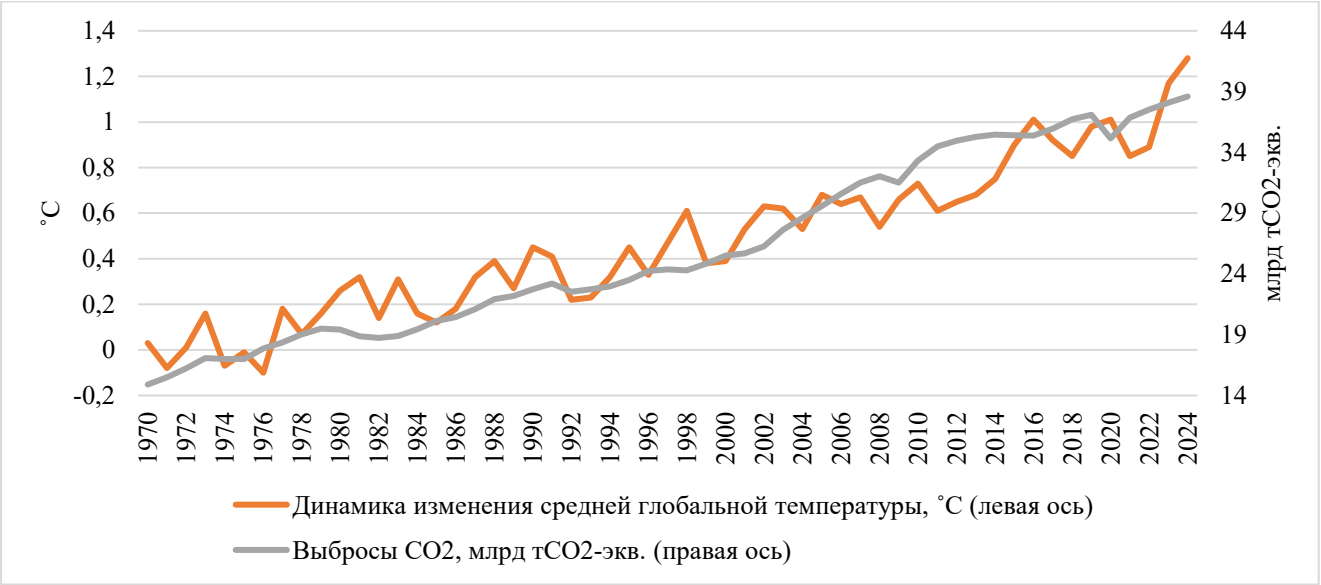

Рисунок 1.1.1 – Динамика изменения средней глобальной температуры по сравнению со среднегодовым значением за 1851–1880 годы и динамика выбросов CO_2
Источники: [13, 14].

Беспокоясь о последствиях изменения климата, люди еще с XIX века начали задумываться о причинах повышения температуры и возможных мерах реагирования на данные изменения. В 1827 году французский ученый Ж. Фурье ввел новое понятие «парникового эффекта» и дал его обоснование: солнечное излучение (в основном в виде света и ультрафиолетового излучения) проходит через атмосферу Земли и достигает поверхности планеты. Нагретая поверхность поглощает эту энергию, а затем повторно излучает ее в виде длинноволнового инфракрасного излучения. Парниковые газы в атмосфере поглощают часть этого инфракрасного излучения и снова излучают его во всех направлениях, в том числе обратно к поверхности. Так, тепло задерживается в нижних слоях атмосферы, повышая среднюю температуру на Земле [15]. Парниковый эффект достигается за счет водяного пара, углекислого газа, метана, закиси азота и других газов, составляющих атмосферу. Шведский ученый С. Аррениус в результате расчетов пришел к выводу о прямой зависимости концентрации углекислого газа и температуры окружающей среды [16].

Парниковый эффект был всегда, то есть со времен появления атмосферы. Однако важно обратить внимание на увеличивающийся масштаб парникового эффекта за последние столетия. Можно выделить два объяснения причины изменения климата. Первое объяснение заключается в том, что повышение средней глобальной температуры – это результат естественных процессов, ход которых не связан с деятельностью человека и неподвластен его воздействию. В качестве таких влияющих естественных факторов выделяют смещение орбиты и угла наклона Земли, вулканические извержения, изменение количества атмосферных твердых взвешенных частиц, изменение солнечной радиации, активность солнечных пятен и др. [17].

В рамках второй теории антропогенные выбросы парниковых газов, то есть выбросы в результате человеческой деятельности, являются определяющим фактором современного изменения климата. К ключевым парниковым газам в рамках данной теории относят углекислый газ (CO_2), метан (CH_4), закись азота (N_2O) и F-газы. К основным источникам парниковых газов, образующихся в результате деятельности человека, относят сжигание ископаемого топлива, фугитивные выбросы, промышленные процессы, сельское хозяйство, отходы, сектор землепользования, изменения в землепользовании и лесного хозяйства (далее ЗИЗЛХ).

Советский ученый М. Будыко, основатель физической климатологии, показал, что повышение глобальной температуры ведет к увеличению сезонного протаивания многолетней мерзлоты. Михаил Иванович выделил два определяющих фактора изменения климата: рост производства энергии и увеличение концентрации углекислого газа в атмосфере. Он был одним из первых ученых, выделяющих человеческий фактор в качестве определяющего [18, 19].

В качестве мер реагирования на изменение климата в рамках первой теории выделяют адаптацию к изменению климата, поскольку, согласно данной концепции, человек не влияет на повышение температуры и может лишь подготовиться к будущим изменениям. В то время как в рамках второй теории

особое внимание уделяется снижению антропогенных выбросов ПГ, а также адаптации к «остаточным» изменениям климата.

Таким образом, адаптация к повышению глобальной температуры принимается в качестве меры реагирования в обеих теориях, чему безусловно стоит придавать большое значение. Однако стоит отметить, что вторая теория антропогенных выбросов более распространена в научном сообществе, и именно она лежит в основе разработки мер национальной и международной климатической политики − работы, проводимой правительственными органами. Принимаются меры по сокращению антропогенных выбросов ПГ, что имеет социально-экономические последствия, и что необходимо брать во внимание вне зависимости от приверженности той или иной теории.

В 1988 году предпринимаются совместные усилия ученых для исследования проблем и рисков изменения климата: Всемирной метеорологической организацией и Программой ООН по окружающей среде (англ. United Nations Environment Programme, далее ЮНЕП) создается Межправительственная группа экспертов по изменению климата (далее МГЭИК), которая объединяет тысячи климатологов, экологов, энергетиков, экономистов и других ученых для оценки рисков и потенциальных последствий изменения климата, вызванного антропогенными факторами, а также подготовки рекомендаций на основе исследований участников [17].

В рамках работы МГЭИК публикуются оценочные доклады. Первый оценочный доклад МГЭИК об изменении климата, который впоследствии стал основополагающим, был опубликован в 1990 году [20]. На данный момент опубликовано 6 оценочных докладов, публикация седьмого запланирована на 2029 год [21].

Важным инструментом для проведения расчетов рисков и последствий изменения климата являются сценарные расчеты, иллюстрирующие последствия широкого ряда предположений в области экономики, политики, применения эффективных технологий, выбросов CO_2 и демографии. В рамках первых оценочных докладов предполагалось, что скорость повышения температуры будет

не ниже значений за последние десятилетия XX века. Диапазон скорости роста глобальной температуры относительно доиндустриального уровня в рамках всего пакета сценариев составил 1,4–5,8 ˚C, а рост 2−3 ˚C выглядел наиболее вероятно. Также в докладе приводятся различные риски и последствия для экосистемы, здоровья человека, водных ресурсов и др. с учетом скорости изменения глобальной температуры.

В рамках первого оценочного доклада МГЭИК призвал создать специальное глобальное соглашение для решения вопроса изменения климата. Генеральная Ассамблея ООН ответила на данный запрос, вследствие чего в конце 1990 года была принята резолюция 45/212 «Об охране глобального климата в интересах нынешнего и будущих поколений человечества», на основании которой был образован специальный Межправительственный переговорный комитет. На пятой сессии Межправительственного переговорного комитета в 1992 году была принята Рамочная конвенция ООН об изменении климата (далее РКИК ООН), которая вступила в силу в 1994 году. В данном документе, который ратифицировали на данный момент 197 стран, зафиксирована цель стабилизации концентрации парниковых газов в атмосфере, «которая не допускала бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему» [22].

Бóльшая часть выбросов ПГ, в том числе и накопленных выбросов за всю историю, приходится на развитые страны, тем самым они несут ключевую ответственность за изменение климата в рамках антропогенной концепции. Вследствие чего было принято решение выделить отдельно «государства Приложения I», которые обязались снизить уровень выбросов ПГ, регулярно отчитываться о проводимой климатической политике, предоставлять национальный кадастр выбросов ПГ, а также предоставлять финансовую и технологическую помощь развивающимся странам.

Импульс усилиям развитым странам Приложения I придавал Киотский протокол, который был принят в 1997 году, а ратифицирован лишь в 2005, охватывающий 192 государства [23]. РКИК ООН содержит лишь призыв к проведению климатической политики и составлению регулярной отчетности, в то

время как Киотский протокол служит дополнением Конвенции, обязуя развитые страны ограничивать и сокращать выбросы ПГ в соответствии с согласованными обязательствами. В рамках протокола предусматривалось сокращение выбросов ПГ к 2012 году на 5% по сравнению с уровнем 1990 года по всему миру.

Некоторые развивающиеся страны также присоединились к Киотскому протоколу. Так, России было предложено удержать выбросы на уровне 1990 года, что было выполнено [24, 25].

Первый этап Киотского протокола был завершен, стороны обсуждали принятие новых обязательств, но процесс затормозился, поскольку первое десятилетие XXI века не располагало к активному развитию климатической политики: скептическое отношение властей в США, Австралии и Канаде; отказ стран, являющихся крупными эмитентами, в том числе Индии и Китая, брать на себя конкретные обязательства по сокращению выбросов ПГ; высокие требования развивающихся государств по отношению к финансовой помощи от развитых стран; беспокойство о социально-экономических последствиях и др. [25]. Все это замедлило ратификацию Киотского протокола, а также принятие новых обязательств до 2020 года.

В 2015 году на конференции ООН по изменению климата было заключено Парижское соглашение, которое вступило в силу в 2016 году. Киотский протокол и Парижское соглашение являются отдельными и независимыми документами в рамках единой конвенции, однако, принимая во внимание их хронологический порядок, Парижское соглашение можно рассматривать как преемника Киотского протокола [26]. Целью Парижского соглашение является удержание прироста средней глобальной температуры в рамках 1,5−2˚C. Важно отметить, что Парижское соглашение, в отличие от Киотского протокола, не содержит конкретных обязательств и санкций по отношению к участникам, их не выполнивших, и каждая страна-участница самостоятельно и добровольно определяет свои цели по снижению или ограничению выбросов ПГ [27].

Отдельно стоит рассмотреть два принципиально важных направления: митигацию и адаптацию. Эволюция этих терминов восходит к оценочным

докладам МГЭИК. В четвертом оценочном докладе МГЭИК было зафиксировано разграничение: митигация определяется как антропогенное воздействие, направленное на сокращение источников или увеличение поглотителей парниковых газов, тогда как адаптация определяется как процесс приспособления к фактическому или ожидаемому климату и его воздействиям с целью смягчения ущерба или использования благоприятных возможностей [28].

В российской экономической науке одним из первых комплексно рассмотрел эти два направления во взаимосвязи с экономической теорией и политикой Б.Н. Порфирьев в монографии «Экономика климатических изменений» [29]. Автор обосновал необходимость институционально-эволюционного подхода, увязывающего экономический рост, технологический переход и снижение климатических рисков в единую стратегию. В работе выделены два направления перехода к устойчивому развитию: превентивное, ориентированное на снижение антропогенного риска изменения климата, и адаптационное, предполагающее приспособление экономики и общества к последствиям климатических изменений [29; 30].

На международном уровне первым опытом практического закрепления обоих направлений стал Киотский протокол. Однако его архитектура была ориентирована преимущественно на митигацию через механизмы торговли выбросами, а адаптация упоминалась лишь фрагментарно: статья 10 призывала стороны формулировать программы, содержащие меры по содействию адекватной адаптации [24]. Как отмечают исследователи, адаптация изначально занимала второстепенное положение в переговорах, поскольку основное внимание уделялось обязательствам по сокращению выбросов [31].

Качественно новый этап наступил с принятием Парижского соглашения. Адаптация впервые получила статус самостоятельной глобальной цели (статья 7), а ее связь с митигацией была зафиксирована напрямую: более высокие уровни митигации способны снизить потребность в дополнительных адаптационных усилиях. Соглашение предусматривает национальные планы адаптации, сообщения об адаптации и их учет в рамках глобального подведения итогов [27].

Таким образом, если в Киотском протоколе митигация является доминирующей, то в Парижском соглашении закреплена равная значимость обоих направлений [27, 31].

Также стоит отметить Марракешское дополнение к Киотскому протоколу, в рамках которого упоминается механизм ценообразования на выбросы, а именно, международная торговля эмиссиями ПГ, как один из механизмов регулирования процессов индустриального развития и выбросов ПГ. Механизм торговли выбросами был запущен в 2005 году и к 2015 году был практический полностью заморожен, поскольку сроки действия обязательств по Киотскому протоколу истекли, а механизмы торговли углеродными единицами между странами (статья 6.2) и между уполномоченными компаниями (статья 6.4) в рамках Парижского соглашения еще не запущены, действуют лишь независимые реестры [32].

Подводя итоги, научное и политическое сообщества в основном придерживаются антропогенной теории изменения климата, вследствие чего создаются различные комитеты и группы экспертов, проводятся соответствующие исследования и принимаются протоколы и соглашения, направленные на сдерживание и сокращение выбросов ПГ в атмосферу. Россия также является активным участником РКИК ООН, Киотского протокола, Парижского соглашения в рамках мировой климатической повестки.

Как было упомянуто выше, изменение климата влечет за собой существенные последствия для экономики и общества, что негативно отражается на качестве роста и устойчивости экономического развития. В этом контексте низкоэмиссионные цели становятся сопутствующими для достижения целей повышения качества жизни, обеспечения национальной безопасности, роста экономической эффективности и ряда других. Мировое экономическое развитие и развитие России создают предпосылки для новых подходов. Формируется международная климатическая повестка, возникают идеи устойчивого развития. Логическим продолжением становится стратегия низкоэмиссионного роста в контексте социально-экономического развития.

На вершине системы целеполагания находятся здоровье, безопасность и качество жизни населения, а низкоэмиссионная повестка пронизывает все эти направления, поскольку климатические риски напрямую влияют на здоровье, продовольственную и энергетическую безопасность, устойчивость территорий и качество среды обитания. Изменение климата влечет за собой заметные перемены в условиях хозяйствования и жизнедеятельности в целом [33]. Именно поэтому низкоэмиссионная повестка возникает не на пустом месте: она встроена в логику социально-экономического развития как его неотъемлемая составляющая.

В моделях экономического роста климатический блок перестал быть периферийным, он учитывается при оценке динамики ВВП, производительности, инвестиций и технологической структуры. В стратегических документах России низкоэмиссионная повестка рассматривается как способ повышения эффективности экономики: снижение энерго- и ресурсоемкости, модернизация производств, технологическое обновление и рост конкурентоспособности. Это закреплено в Климатической доктрине Российской Федерации, Стратегии социально-экономического развития РФ с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года, Энергетической стратегии РФ на период до 2050 года, а также в отраслевых стратегиях: металлургии, химического и нефтехимического комплекса, строительства и ЖКХ, агропромышленного комплекса. Во всех этих документах прослеживается общая логика: климатическая цель не противопоставляется экономическому росту, а становится его условием и драйвером.

Кроме того, в России удельные затраты на сокращение эмиссий минимальны [34], что связано с высоким уровнем износа производственного оборудования. В свою очередь, инвестиции в энергосбережение необходимы для реализации структурных реформ, без которых не добиться качества роста и устойчивости экономического развития [33].

Для создания благоприятного климата для инноваций и инвестиций, реализация которых способствует снижению возможного ущерба, связанного с климатическими изменениями, необходима целенаправленная политика в

контексте реализации общей стратегии устойчивого развития [33]. Механизмы ценообразования на выбросы парниковых газов, которые являются объектом данного исследования, выступают в качестве одного из возможных инструментов снижения техногенного риска климатических изменений.

1.2 Стратегии низкоэмиссионного социально-экономического развития: обобщение исследований и практика реализации

Теоретико-методическая база в области политики низкоэмиссионного развития

Существует обширный пласт работ, посвященных климатической политике, низкоэмиссионным технологиям и механизмам ценообразования на выбросы парниковых газов. Ниже приведено обобщение ключевых исследований, составивших теоретику-методическую базу для диссертационной работы.

В работах Б.Н. Порфирьева [35, 36] представлен критический анализ парадигмы низкоэмиссионной экономики как инструмента стабилизации климата, подчеркивается необходимость реализации политики снижения климатических рисков социально-экономического развития, а также выделяются факторы эффективной стратегии в отношении изменения климата, в том числе институциональные, экономические и технологические меры. Так, эффективная стратегия предусматривает экономический рост посредством повышения производственной эффективности на основе лучших доступных технологий, снижение негативного воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду и население, адаптацию и охрану здоровья людей и экосистем от указанного воздействия и его последствий, включая изменение климата, снижение накопленных эффектов и уменьшение текущего и будущего техногенного влияния на климатообразующие факторы. Также на примере Китая подчеркивается возможность достижения иных сопутствующих целей, например, экологических, экономических и военно-политических при реализации низкоэмиссионной политики.

Работа Б.Н. Порфирьева [29] посвящена исследованию экономических проблем вследствие изменения климата. Борис Николаевич впервые в России рассмотрел концептуальные основы низкоэмиссионной экономики, связал их с

экономической теорией и экономической политикой. Монография содержит описание эволюции проблемы глобального потепления, основных концепций и последствий климатических изменений для общественного развития. Подчеркивается, что глобальное потепление наносит ущербы многим секторам экономики, а доля ВВП России таких секторов, деятельность которых зависит от факторов окружающей среды, по оценкам автора, составляет около трети, что означает серьезные макроэкономические последствия в перспективе. В работе также представлены мировые прогнозные оценки климатических изменений, оценки экономических последствий для России, предложения по вопросам развития механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов и других инструментов регулирования.

Значительное число исследований сосредоточено на рассмотрении вопросов климатической политики и низкоэмиссионного развития. А.А. Широв и А.Ю. Колпаков в работе [37] проводят анализ подходов к оценке объемов антропогенных выбросов, а именно подходов, учитывающих международные перетоки выбросов ПГ, и подходов, основанных на учете лишь производственных процессов внутри страны. Анализируются положительные и отрицательные стороны подходов, а также сделана оценка выбросов ПГ России на основе данных методов. На основе сценарных прогнозных расчетов оценивается, насколько для России приемлемо использовать подобные показатели для установления обязательных лимитов на антропогенные выбросы. Авторы приходят к выводу, что при темпах роста ВВП, сравнимых с общемировыми, уровень выбросов в России до 2030 года значительно возрастет. В работе Б.Н. Порфирьева, А.А. Широва, А.Ю. Колпакова и Е.А. Единак [38] показаны результаты сценарного моделирования влияния внедрения низкоэмиссионных технологий на экономическую динамику России, а также подчеркивается важность поглощающей способности экосистем в рамках политики низкоуглеродного развития. Расчеты проводились с использованием модельного комплекса, увязывающего модель межотраслевого баланса, модель энергетического баланса и блок выбросов ПГ. Показано, что наиболее эффективными с точки зрения экономического развития

являются умеренные сценарии, в рамках которых темпы экономического роста выше среднемировых, а именно около 3%, что сопровождается снижением уровня выбросов ПГ к 2050 году до менее чем 0,9 млрд тCO_2-экв., что позволит России достичь углеродной нейтральности к 2060–2070 гг. Реализация умеренных сценарием также имеет положительные социальные аспекты, например потенциал создания дополнительных рабочих мест.

В работе Н.В. Горбачевой [39] представлен обзор и анализ пяти групп концепций декарбонизации, а именно: концепции низкоуглеродного развития, в рамках которой акцент делается на снижении антропогенных выбросов ПГ; концепции глубокой декарбонизации, предполагающей сокращение выбросов в электроэнергетике и смежных областях; концепции углеродной нейтральности, в рамках которой акцент делается на предотвращении выбросов ПГ за счет энергоэффективности и поглощающей способности лесов; концепции «чистого» нуля, подразумевающей жесткое ограничение выбросов ПГ, удаление из атмосферы и долгосрочное хранение выбросов; концепции безуглеродного развития, подразумевающей экономическую деятельность без антропогенных выбросов ПГ. Также описывается использование данных понятий в рамках российского и международного дискурса. Так, российскими учеными часто первые четыре концепции воспринимаются как тождественные, что может исказить представление о направлениях декарбонизации в России. В то время как в международной практике расхождение в восприятии данных концепций все больше возрастает. В рамках экономического анализа процессов декарбонизации рассматриваются три подхода: метрический, политэкономический и нарративный. Метрический подход предполагает использование механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов; политэкономический подход подразумевает формирование социальной цены углерода и фокусируется на крупных экономических субъектах; нарративный подход направлен на анализ образа жизни, моделей поведения и уклада экономики в целом. Сочетание трех подходов позволяет комплексно подойти к вопросу низкоуглеродного развития.

В работе И.А. Макарова [40] рассмотрены проблемы, с которыми сталкивается экономическая наука в области низкоэмиссионного развития, а именно проблемы оценки будущего ущерба вследствие выбросов ПГ, выбора инструментов реализации климатической политики, определения формата международного сотрудничества в данной сфере. В работе представлен обзор и сравнение исследований и их результатов по оценке ущербов вследствие климатических изменений таких авторов, как R. Mendelsohn, R. Tol, W. Nordhaus, N. Stern. В качестве инструментов национального климатического регулирования в работе рассматриваются углеродный налог и система торговли выбросами, приводится обзор их отличий и аргументов в пользу того или иного механизма ценообразования на выбросы парниковых газов. Также описывается идея создания гибридных механизмов, например, идея установления минимальной и максимальной цен в системе торговли выбросами. Вопрос международного сотрудничества как «проблема коллективного действия» в работе анализируется с точки зрения экономической теории, в том числе при помощи клубного подхода к международной кооперации. Анализ данных вопросов может помочь найти экономически эффективный формат международного сотрудничества, однако выявление баланса между экономической и политической целесообразностью является более трудной задачей.

Многочисленные исследования посвящены классификации, обзору и теоретическому анализу механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов. Ежегодные доклады о механизмах углеродного ценообразования группы Всемирного Банка и Международного партнерства по углеродным действиям (англ. International Carbon Action Partnership, ICAP) [1, 41, 42] содержат статистическую информацию о покрытии, средней цене на выбросы ПГ, доходах бюджета вследствие внедрения механизмов углеродного ценообразования и др., а также подробное описание большинства национальных и региональных обязательных механизмов. В докладе, подготовленном департаментом многостороннего экономического сотрудничества Минэкономразвития России [43], представлен обзор функционирования механизмов ценообразования на выбросы разных стран,

в том числе Китая, Казахстана, Бразилии, Индии, Японии и других стран. Центр энергетики Московской школы управления Сколково выпустил исследование [44], посвященное анализу пограничного корректирующего углеродного механизма ЕС, в котором содержится описание механизма, обзор отраслей и стран, подверженных наибольшему влиянию, а также рекомендации для компаний и органов российской власти.

В работе И.А. Башмакова [45] представлен обзор системы торговли выбросами ЕС, сравнение с углеродным налогом, а также анализ ее эффективности с точки зрения регулирования выбросов ПГ. Кроме того, сформулированы рекомендации в случае внедрения данного механизма ценообразования на выбросы парниковых газов в России. Так, на основе обзора отчетов и других исследований был сделан вывод, что система торговли выбросами ЕС дала небольшой положительный эффект на снижение выбросов ПГ и использование низкоэмиссионных технологий, но избыток разрешений обрушил цену, лишив стимулов к инвестированию в низкоэмиссионные технологии и замещению угля газом вплоть до середины 2020-х гг. За 2005–2015 гг. вклад системы торговли выбросами в сокращение выбросов ПГ составил, по мнению автора, 1,7–3,3%. В то время как 8–10% сокращения приходится на экономические рецессии, 9% – на развитие возобновляемых источников энергии (далее ВИЭ) и повышение энергоэффективности, однако данные меры по повышению энергоэффективности были реализованы за счет иных мер политики, а не за счет механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов. Также подчеркивается важность настроечных параметров системы торговли выбросами, таких как цена на разрешения, размер квоты на выбросы, наличие механизма стабилизации и минимальной цены на разрешение и др., которые определяют эффективность механизма с точки зрения сокращения выбросов ПГ. Среди условий эффективности системы торговли выбросами выделяют наличие систем мониторинга, верификации и инвентаризации выбросов ПГ на установках эмитентов, определение динамично снижающихся лимитов на выбросы ПГ, постепенное повышение доли платных разрешений, создание эффективных

способов защиты конкурентоспособности углеродоемкой промышленности, формулирование правил работы рынка, позволяющих снизить волатильность цен на разрешения, определение минимальной доли выручки от реализации системы торговли выбросами, которая будет направляться на реализацию низкоэмиссионных и климатических проектов.

Отечественными учеными проведена работа по исследованию проблем формирования сценариев низкоэмиссионного развития России.

Влияние климатического регулирования на российскую экономику представлено в работе Б.Н. Порфирьева, А.А. Широва, А.Ю. Колпакова [46], где описываются результаты моделирования трех сценариев развития российской экономики до 2050 г., а также даны количественные оценки влияния мер по снижению выбросов ПГ на темпы роста экономики РФ. Базовый сценарий предполагает достижение целей Майского указа Президента РФ и Национальных проектов до 2024 г., а также опирается на ресурсный потенциал России и ограниченную технологическую модернизацию экономики. Разумный сценарий опирается на достижение целей Парижского соглашения преимущественно за счет внутреннего потенциала экономики России. В рамках агрессивного сценария цель недопущения роста глобальной температуры к концу века более чем на 1,5 °С по сравнению с доиндустриальной эпохой является первостепенной, независимо от возможных последствий для устойчивого развития экономики России. Сокращение нетто-выбросов ПГ в рамках всех трех сценариев происходит на счет технологической модернизации, а также потенциала поглощающей способности лесов. К 2050 году уровень выбросов ПГ в рамках трех сценариев составляет 90%, 58%, 17% соответственно по сравнению с уровнем 1990 г. Реализация агрессивного сценария оказывается несовместимой с устойчивым экономическим ростом.

И.А. Башмаков в своей работе [47] представил ключевые итоги сценарных прогнозных расчетов до 2050 г., реализованные на системе взаимосвязанных имитационных моделей, которые легли в основу разработки проекта Стратегии низкоуглеродного развития экономики РФ до 2050 года. В работе также содержится анализ возможного национального вклада России в сокращение

выбросов ПГ, оценка связанных с этим затрат, экономических выгод и воздействия на ВВП. Базовый сценарий прогноза опирается на Прогноз социально-экономического развития РФ до 2036 года и действующие документы стратегического планирования. По результатам моделирования к 2050 году рост нетто-выбросов составит 21–51% по сравнению с 1990 г. Сценарий «INDC» основывается на гипотезе удержания выбросов ПГ до 2050 г. на уровне ниже 67% от значения 1990 г. В результате моделирования данного сценария рост нетто-выбросов составит 8–26%, а «энергоэффективный» сценарий позволяет определить потенциал сдерживания роста выбросов ПГ посредством реализации мер по повышению энергоэффективности во всех секторах экономики. В результате моделирования данного сценария наблюдается снижение нетто-выбросов на 1,5–19%, а также удается обеспечить рост ВВП без роста уровня выбросов ПГ. Задача четвертого сценария «1,5 градуса» состоит в выявлении дополнительных возможностей ограничения выбросов ПГ при сохранении принятых в базовом сценарии допущений о масштабах роста экономики. Результатом моделирования является снижение выбросов на 69–78% к 2050 году по сравнению с 1990 г. Такое сокращение происходит благодаря форсированному развитию АЭС, ВИЭ, водородной энергетики, электрификация транспорта, а также углеродному налогу в цене топлива для всех потребителей, кроме населения. Размер углеродного налога к 2050 году в рамках сценария достигает 52 долл./тCO_2-экв. В рамках исследования ВВП полагается независимым от эффектов внедрения углеродного налога и реализации низкоуглеродных мер.

В работе А.Ю. Давыдовой, И.А. Макарова и Е.В. Смоловик [48] представлены полученные оценки влияния регулирования выбросов ПГ Китая на экономику России при помощи моделей общего равновесия, в том числе оценки влияния потенциального пограничного корректирующего углеродного механизма Китая. Результаты показывают, что введение данного механизма Китаем практически не оказывает влияние на энергоемкие отрасли России, в то время как металлургия, производство угля и газа, а также химическая промышленность более чувствительны к введению такого механизма в Китае. Также в части сценариев

было учено введение механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов в России в качестве меры реагирования по уменьшению финансовой нагрузки по пограничному корректирующему углеродному механизму. В рамках данных сценариев цена за тCO_2-экв. составляет 5, 10 и 20 долл. на товары списка пограничного корректирующего углеродного механизма, а именно: электроэнергию, минеральные продукты, черные и цветные металлы и изделия из них, продукцию химической промышленности. Так, введение механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов в России может уменьшить риски барьеров для экспорта в Китай, но приводит к снижению ВВП на 0,03%, 0,04% и 0,06% соответственно по сравнению с базовым сценарием.

Институтом проблем естественных монополий был подготовлен аналитический доклад [49], посвященный анализу пограничного корректирующего углеродного механизма ЕС, расчетам потенциальных прямых и косвенных эффектов вследствие реализации данного механизма, а также мерам по минимизации негативных экономических эффектов для России. По результатам расчетов дополнительные затраты российских экспортеров могут составить от 0,7 до 1,8 млрд долл. в год. Косвенные эффекты в рамках выбросов по всей цепочке создания товара могут составить 1,16 млрд долл. в год. Косвенные потери от снижения потребления электроэнергии и тепла внутри РФ из-за снижения экспорта могут составить 222 млн долл. Среди рекомендаций стоит выделить развитие внутренних механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов в России, позволяющие производителям снижать углеродный след продукции, что может уменьшить объем выплат по пограничному корректирующему углеродному механизму ЕС.

Проблемам развития и политики внедрения низкоэмиссионных технологий в России были посвящены работы следующих авторов. В исследовании И.А. Башмакова и соавторов [50] затрагивается вопрос технологического мониторинга с точки зрения выявления средств по достижению целей низкоэмиссионного развития. В работе представлен обзор, концепция и первые результаты внедрения мониторинга низкоэмиссионных решений в энергетике,

промышленности, транспорте, зданиях и других отраслях экономики, а также приведено сравнение с Великобританией. Так, в исследовании приводится анализ 24 технологий, в том числе ВИЭ, электромобилей, гибридных автомобилей, умного учета в зданиях, тепловых насосов, централизованного теплоснабжения, повторного использования отходов от строительства и сноса зданий, водородных технологий и др.

Рассматривая подробно отдельные отрасли, например производство цемента, Т.О. Тагаева, Н.В. Горбачева, А.И. Савина в своей работе [51] провели сравнительный анализ углеродоемкостей цемента и стратегий декарбонизации двух цементных предприятий, находящихся в России и в Дании. В статье И.А. Башмакова [52] представлены анализ ретроспективы и прогнозные оценки направлений декарбонизации цементной промышленности в России. Установлено, что пик выбросов парниковых газов после 2000 г. пришелся на 2013 г., что на 20% ниже уровня 1990 г. К 2060 г. возможно сокращение выбросов на 79% от уровня 1990 г. Углеродной нейтральности можно достичь за счет масштабного внедрения технологий улавливания, утилизации и хранения CO_2 (Carbon Capture, Utilization, and Storage, CCUS) или за счет увеличения доли биомассы в топливном балансе до 80–90%. Исследованию политики и внедрения технологий повышения эффективности, в том числе в зданиях, посвящены работы И.А. Башмакова, А.А. Широва, Д.А. Ползикова и др. [53−55]. И.А. Башмаковым представлен долгосрочный прогноз затрат и эффектов от мер по повышению энергоэффективности в зданиях России. Показано, что на их энергоснабжение расходуется 38% первичной энергии, однако здания обладают значительным потенциалом экономии энергии. Была также проведена оценка затрат на реализацию мер, экономических эффектов и сокращения выбросов ПГ. В работе А.А. Широва, Д.А. Ползикова и соавторов представлены результаты моделирования сценариев повышения эффективности городского жилищного строительства с целью сокращения выбросов ПГ в России на основе трех наборов допущений. Так, каждый рубль затрат на энергоэффективный капитальный ремонт генерирует прирост ВВП на 0,69–1,33 руб. в зависимости от объема

финансирования, задаваемого в рамках сценарных гипотез. При этом обратно в государственный бюджет возвращается в виде дополнительных налоговых поступлений 0,09–0,22 руб. Кроме того, при ежегодном финансировании энергоэффективного капитального ремонта в объеме 40 млрд. руб. к 2030 г. выбросы ПГ могут сократиться на 22 млн тCO_2-экв. или на 1,1% от совокупных выбросов в РФ в 2019 г.

Помимо внедрения низкоэмиссионных технологий для сокращения антропогенной эмиссии, важно учитывать поглощающую способность лесов в рамках сектора ЗИЗЛХ в достижении целей низкоэмиссионного развития. Так, в работе Е.А. Ваганова, Б.Н. Порфирьева, А.А. Широва, А.Ю. Колпакова, А.И. Пыжева [56] показано, что лесные экосистемы России способны компенсировать около 27% антропогенных выбросов страны. Также в исследовании приводится результаты прогноза потенциала поглощающей способности российских лесов в долгосрочной перспективе, ретроспективные данные в региональном разрезе, а также оценка экономических выгод вследствие наращивания поглощающей способности лесов на примере Иркутской области с учетом гипотезы внедрения механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов.

В научной литературе также существует немало работ, посвященных эффектам вследствие внедрения механизмов углеродного ценообразования.

В работе Н.А. Турдыевой [57] показаны результаты моделирования реализации климатической политики в России, в том числе механизмов ценообразования на выбросы ПГ, с учетом ограничений по экспорту. Показано, что без свободного доступа к глобальным низкоэмиссионным технологиям достижение поставленных климатических целей может иметь существенный отрицательный эффект на экономику страны. Так, сокращение выбросов ПГ от сжигания на 70% от уровня 2016 года на фоне снижающихся цен экспорта и ограничений торговли к 2040 году может привести к снижению уровня ВВП на 11% относительно базового сценария. При реализации умеренной климатической политики, а именно, при сокращении выбросов ПГ от сжигания на 36% от уровня 2016 года сокращение

ВВП, согласно расчетам, составит 4,7%, причем 0,3 п.п. от данного снижения приходится на национальную систему торговли выбросами России, которая, согласно сценарным гипотезам, распространяется на все отрасли.

Стоит отметить исследования, посвященные анализу социально-экономических эффектов внедрения механизмов ценообразования на выбросы ПГ в ретроспективе. Ключевая методологическая трудность для исследователей состоит в изолировании эффекта от механизмов углеродного ценообразования на снижение выбросов ПГ от воздействия иных факторов, как, например, финансовые кризисы, изменение производительности труда, использования ресурсов и др. В связи с этим применяются приближенные оценки, например моделирование сценария изменения выбросов без учета механизмов ценообразования на выбросы ПГ при прочих равных условиях, который в последствии сравнивается с ретроспективными данными. Большой пласт работ посвящен анализу такого механизма углеродного ценообразования, как система торговли выбросами ЕС, поскольку это самая первая система торговли выбросами, действующая более 20 лет, вследствие чего за данный период накопился большой объем ретроспективных данных.

Так, A. Barry и D.M. Corrado в своей работе [58] провели анализ влияния системы торговли выбросами ЕС на объем сокращенных выбросов ПГ путем вычитания из фактических значений расчетных на основе факторов экономики, климата, цен на энергоносители и др. Полученные сокращения за 2005, 2006 и 2007 годы составили 4% (84,2 млн тCO_2), 3% (61,7 млн тCO_2) и 1% (27,6 млн тCO_2) соответственно. В работе D. Ellerman и B. Buchner [59] показаны результаты сокращения выбросов ПГ на 3,1% (85 млн тCO_2) путем схожего анализа, но с учетом иных факторов экономики ЕС, а именно ВВП, индекса экономической активности, электроэнергии и промышленного объема производства, углеродоемкости производства и др. На основе регрессионного анализа P. Villoria-Sáez и соавторами [60] были также получены расчетные показатели выбросов с учетом гипотезы отсутствия системы торговли выбросами ЕС. При сравнении с фактическими значениями выбросов за период 2005–2015 гг. снижение составило

23,43%. В работе J. Colmer и соавторов [61] представлена оценка с помощью метода разности разностей (англ. difference in differences, DID). Сравниваются компании, участвующие и не участвующие в системе торговли выбросами, по ряду показателей: выбросы ПГ, добавленная стоимость, занятость, капитал, интенсивность выбросов, общий объем импорта, доля CO_2 в выбросах, доля потребляемой энергии, получаемой из покупной электроэнергии, количество предприятий в компании и др. Сокращение выбросов ПГ по результатам исследования составляет 14–16% за период 2005-2012 гг. Позже авторами также была проведена переоценка [62], в результате чего расчетное сокращение выбросов составляет 28–47% за период 2005-2012 гг. P. Bayer и соавторы. [63] с помощью метода синтетического контроля [2] с учетом таких факторов, как объем выбросов ПГ по отраслям, ВВП и др. получили значение сокращения выбросов за 2008–2016 гг. в размере 3,8%.

T. Laing и R. Martin в своих работах [64, 65] провели агрегацию на основе обзора других исследований и пришли к выводам, что снижение выбросов вследствие функционирования системы торговли выбросами ЕС за период 2006–2009 гг. и 2005–2009 гг. составило 2–4% и 3% соответственно.

P. Basaglia с соавторами [66] с помощью обобщенного метода синтетического контроля (англ. generalized synthetic control method, GSCM–анализ [3]) на основе факторов ВВП, объема выбросов ПГ, цен на топливо и др. пришли к выводу, что система торговли выбросами ЕС не только положительно сказывается на уменьшении регулируемых выбросов CO_2, но и нерегулируемых сопутствующих выбросов, таких как диоксид серы, мелкие твердые частицы, оксид азота. В рамках работы были получены следующие оценки: за период 2005–2021 гг. сокращение выбросов диоксида серы составило 18,3%, мелких твердых частиц – 3,3%, оксида азота – 2,6%.

[2] Метод синтетического контроля – это метод, в котором каждое наблюдение в контрольной группе получает вес, основанный на его способности привести (взвешенную) контрольную группу в соответствие с экспериментальной группой.

[3] GSCM–анализ (generalized synthetic control method) – это изучение процессов, связанных с управлением цепочками поставок и заботой об окружающей среде, с целью снижения негативного влияния на нее.

Исследованию эффектов на выбросы ПГ в результате внедрения системы торговли выбросами Китая, как самой крупной по охвату выбросов системы торговли выбросами ПГ, также отводится немаловажная роль в работах зарубежных авторов. Так, в исследовании W. Zhang и соавторов [67] сделана оценка объема выбросов без системы торговли выбросами с помощью метода разности разностей и анализа среды функционирования (англ. data envelopment analysis, DEA[4]) на основе данных промышленных выбросов, объема валовой промышленной продукции, а также численности населения, экономического роста, уровня жизни, технологического уровня, структуры экономики и количества предприятий тяжелой промышленности. По результатам работы вклад системы торговли выбросами Китая в сокращение выбросов ПГ за 2014–2016 гг. составляет 4,2%. В работе Y. Hu [68] также используется модель разности разностей, однако с учетом иных факторов, таких как прямые иностранные инвестиции, энергопотребление, промышленность, экспорт, патенты, ВВП на душу населения и др. В результате расчетов сокращение выбросов ПГ за 2005–2015 гг. составило 15,5%.

Существуют исследования, посвященные влиянию углеродного налога на сокращение выбросов ПГ. Так, G. Allan с соавторами [69] используют дезагрегированную модель «энергетика, экономика и экология» для исследования воздействия шотландского углеродного налога на выбросы на основе трех альтернативных предположений об использовании доходов, получаемых от этого налога: полученные доходы используются вне Шотландии, используются на общие государственные расходы или в рамках компенсации в виде снижения подоходного налога в Шотландии. Авторы пришли к выводу, что при введении налога в размере 50 фунтов стерлингов за тCO_2-экв. целевой показатель сокращения выбросов на 37% достигается во всех трех случаях, если модель учитывает перспективные доходы. Кроме того, результаты исследования показывают, что углеродный налог может одновременно стимулировать экономическую активность и сокращать выбросы, но

[4] DEA (data envelopment analysis, анализ среды функционирования) – это методика измерения технической эффективности, которая позволяет сравнить различные производственные объекты по этому показателю.

только в том случае, если доход от углеродного налога возвращается в оборот за счет подоходного налога. S. Vera и E. Sauma [70] показали, что введенный в Чили углеродный налог в размере 5 долл./тCO_2-экв. может привести к ежегодному сокращению выбросов CO_2 на 1% по сравнению с предполагаемым базовым уровнем в течение периода 2014–2024 годов. Однако это сокращение может сопровождаться увеличением предельных затрат на производство электроэнергии в основной энергосистеме Чили на 3,4%. H.K. Sing и соавторы [71] оценивают эффективность экологических налогов, в том числе и углеродого, в продвижении целей в области устойчивого развития (далее ЦУР). Обзор 421 источника свидетельствуют о том, что углеродный налог эффективно способствует сокращению выбросов, что, в свою очередь, способствует достижению ЦУР № 13 и № 8, но вызывает обеспокоенность по поводу социально-экономических последствий, ставящих под угрозу достижение ЦУР № 10. На основе эмпирических и имитационных моделей B. Murray и N. Rivers [72] показали, что с момента введения углеродного налога в 2008 году в провинции Британской Колумбии выбросы ПГ сократились на 5–15%, а влияние на общую экономическую активность незначительно. A. Rokhmawati с соавторами [73] исследуют влияние углеродного налога на конкурентоспособность производственного сектора Индонезии с использованием подхода системной динамики [5] . Результаты показывают, что производственные затраты остаются низкими и стабильными при отсутствии углеродного налога из-за отсутствия финансового бремени для сокращения потребления ископаемого топлива. Однако затраты на производство незначительно возросли при размере углеродного налога в 30 индонезийских рупий за кг CO_2-экв., что побудило промышленные предприятия внедрять энергоэффективные технологии для управления затратами. Самый высокий уровень налогообложения в 200 индонезийских рупий за кг CO_2-экв. значительно повышает затраты на сырье, вынуждая производителей инвестировать в

[5] Подход системной динамики – это подход к моделированию и исследованию поведения сложных систем во времени с учетом их структуры, взаимосвязей элементов, причинно-следственных связей, обратных связей и временных задержек. Метод позволяет анализировать долгосрочные последствия решений, динамические взаимодействия между элементами системы и создавать абстрактные модели для стратегического планирования.

низкоуглеродные технологии для снижения издержек. В исследовании также оценивается влияние углеродного налога в размере 0, 30 и 200 индонезийских рупий за кг CO_2-экв. на добавленную стоимость в производственном секторе: в рамках трех сценариев рост добавленной стоимости составил 8,13%, 9,16% и 12,78% в год соответственно. Более высокие налоговые ставки, такие как 200 индонезийских рупий за кг CO_2-экв., подталкивают отрасли к значительным технологическим сдвигам, потенциально повышая конкурентоспособность в долгосрочной перспективе.

Иная постановка задачи описана в работе A. Wattanakuljarus [74], а именно, влияние на экономику и потребление домашних хозяйств (далее ПДХ) достижение при помощи углеродного налога определяемого на национальном уровне вклада к 2030 году, в рамках которого планируется сокращение выбросов на 20%, иными словами, снижение темпов роста выбросов на 1% ежегодно. Результаты моделирования вычислимого общего равновесия (англ. computable general equilibrium, CGE-моделирование [6]) показывают, что на снижение уровня социального обеспечения и ПДХ влияют более высокие цены на сырьевые товары и более низкие основные факторы: доходы от труда или доходность капитала. Наличие социальных трансфертов в рамках углеродного налога оказывают незначительное влияние на сокращение выбросов. В рамках исследования рассматриваются 6 сценариев. Например, в сценарии с фиксированным трудом и основным капиталом без компенсаций в рамках углеродного налога ВВП снизится на 0,01%, ПДХ на 0,1%, экспорт на 0,01%, индекс потребительских цен увеличится на 0,01% в год.

Помимо исследования влияния углеродного налога, существуют работы, посвященные и другим видам налогов, например, экологическим. Так, E.D. Noubissi и др. [75] при помощи метода разности разностей и данных 36 стран организации экономического сотрудничества и развития в период с 1994 по 2018

[6] CGE-модели (computable general equilibrium) – это вычислимая модель общего равновесия, инструмент количественной оценки влияния различных экономических сценариев на разные части экономики. Она представляет собой систему уравнений, решением которой является общее экономическое равновесие, обычно сводящееся к уравновешиванию спроса и предложения на рынках товаров, услуг и факторов производства.

гг. показали, что экологический налог способствует снижению выбросов транспортного и производственного секторов. F. Rogan и др. [76] исследовали влияние ставки налога на регистрацию транспортных средств и годового дорожного налога в Ирландии на покупку автомобилей с целью снижения выбросов. Авторы делают вывод, что в начале реализации новой налоговой системы средние выбросы от новых автомобилей были сокращены на 13%.

Также существуют исследования, в рамках которых положительное влияние углеродного налога на снижение выбросов и экономику оказывается минимальным или негативным. Так, в работе Y. Yi и J. Li [77] подчеркивается, что углеродный налог не всегда имеет положительные эффекты, так как это зависит от начального уровня выбросов ПГ и размера углеродного налога.

Отдельно стоит выделить работы, в которых используется МОБ для оценки социально-экономических эффектов и изменения баланса выбросов ПГ при введении механизмов ценообразования на выбросы ПГ, поскольку именно на основе МОБ проводилась оценка эффектов в диссертационной работе. А. Орлов и соавторы в своем исследовании [78] провели анализ секторального и макроэкономического влияния углеродного налога на российскую экономику с использованием МОБ за 2004 год. В работе акцент также делается на «двойном эффекте» углеродного налога, а именно, замена налогов с фонда оплаты труда на углеродный налог может сократить выбросы и повысить благосостояние за счет повышения эффективности налоговой системы. По результатам исследования за 2004 год при введении углеродного налога, обеспечивающего целевое снижение выбросов на 10%, а также при гипотезе существования компенсирующего механизма в рамках снижения налогов на доход, ВВП увеличился на 0,53%, хотя налог с фонда оплаты труда снизился на 16,28%, государственные доходы снизились на 31,5 млн долл.(2004), доходы домохозяйств снизились на 3401,4 млн долл.(2004), потребительские цены на уголь, сырую нефть, природный газ, нефтепродукты и электроэнергию увеличились на 43%, 7,2%, 8,3%, 4%, 7,7% соответственно, а потребление снизилось на 16,1%, 6%, 13,4%, 3,7%, 6,3% соответственно.

Т.О. Тагаевой, А.О. Барановым и В.М. Гильмундиновым в работе [79] рассматривается совершенствование механизма взимания экологических налогов как одного из способов реализации государственной экологической политики. Также представлены результаты прогноза выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в России, который выполнен с использованием динамической межотраслевой модели на основе двух сценариев экономического развития на период преодоления глобального экономического кризиса 2015−2020 гг.: пессимистического, предполагающего сохранение негативных тенденций 2014 г., и оптимистического, реализуемого при росте цен на нефть, укреплении реального курса рубля, оживлении инвестиционных процессов, успешной политике импортозамещения и компетентном использовании инструментов денежно-кредитной и фискальной политики. Расчёты показывают, что рост нагрузки на окружающую среду ожидается в оптимистическом сценарии, при этом только он позволяет достичь цели правительства по сокращению выбросов ПГ к 2020 г. до 75% от уровня 1990 г. На основе модельных расчётов оценены суммарные текущие и инвестиционные затраты на улавливание атмосферных загрязнителей в 2016−2020 гг. (566,2 млрд руб.(2013)), а также рассчитана средняя региональная ставка налога за загрязнение на примере оксида азота (58,3 млрд руб., или 10,3% от общих затрат).

L. Da Silva Freitas с соавторами [80] провели оценку влияния углеродного налога на экономику Бразилии в целом и на различные группы домохозяйств в зависимости от уровня доходов в 2009 году. По результатам расчетов уровень выбросов снизился на 9,1%. Предполагаемый доход правительства от углеродного налога достиг высокого уровня 37 млрд реалов(2009), а снижение производства составило 1,54% (84,4 млрд реалов(2009)). Несмотря на то, что цель политики заключается в сокращении выбросов при относительно небольшом сокращении производства, отраслевые изменения в производстве свидетельствуют о том, что больше всего пострадают сектора, непосредственно связанные с ПДХ. Рост индекса цен составляет 1,01%.

K. Feng с соавторами [81] также использовали МОБ Китая за 2020 год для оценки влияния углеродного налога на экономику Китая, выбросы ПГ и энергетику. Результаты показывают, что, если цель по сокращению выбросов составляет менее 15% относительно пика выбросов, то есть равновесная цена углеродного налога ниже 54 юаней/тCO_2-экв., применение углеродного налога может значительно снизить выбросы и потребление ископаемого топлива, при этом лишь незначительно снижая темпы экономического роста. Также представлен анализ в зависимости от уровня сокращения выбросов ПГ. Например, при сокращении выбросов на 5% ВВП сократится на 0,15%, ПДХ на 1,3%, инвестиции на 1,6%, а общий доход государства увеличится на 1,6%. H. Qian с соавторами [82] проводили оценки влияния системы торговли выбросами Китая при помощи МОБ за 2012 год. Так, в базовом сценарии, в рамках которого система торговли выбросами охватывает 8 отраслей, равновесная цена разрешений составит 120,3 юаня/тCO_2-экв., а сокращение выбросов составляет порядка 10,5%. Цена на электроэнергию для бытового сектора растет на 4,8%, и потребление электроэнергии в бытовом секторе затем снизится, что в конечном итоге и приведет к снижению выбросов. Также произведен расчет межотраслевой утечки выбросов: общие выбросы секторов, не задействованных в системе торговли выбросами, уменьшатся на 1,01% по сравнению с общими выбросами в случае отсутствия системы торговли выбросами. X. Labandeira и J. Labeaga [83] при помощи МОБ за 1994 год оценили влияние углеродного налога на энергетическую отрасль в Испании. Ставка углеродного налога рассчитывалась по методу «фактических затрат на устранение ущерба». Сначала используется МОБ для расчета изменения цен после введения углеродного налога. Так, углеродный налог приводит к росту цен на электроэнергию, газ, автомобильное топливо, услуги общественного транспорта (Табл. 1.2.1). На втором этапе с помощью моделирования на основе данных о домохозяйствах Испании за 1994 год оценивается климатические и экономические последствия введения углеродного налога. Результаты оценки, а именно сокращение выбросов ПГ и рост государственных поступлений показаны в таблице 1.2.1.

Таблица 1.2.1 − Последствия введения углеродного налога по секторам (на примере Испании)

Сектор	Рост цен, %	Сокращение выбросов ПГ, тыс. тCO_2-экв.	Рост государственных поступлений, %
Электроэнергия	3,8	1215	7,6
Газ	3,2	215	10,4
Автомобильное топливо	2,8	2873	5,8
Услуги общественного транспорта	1,2	2671	6,7

Источник: [83].

Таким образом, существует большой пласт работ, посвященных исследованию социально-экономических и климатических эффектов внедрения механизмов ценообразования на выбросы ПГ. В основном работы посвящены таким механизмам, как система торговли выбросами и углеродный налог. Однако существует ряд принципиальных отличий в комплексном анализе диссертационной работы, новизна которых отличает данную работу от уже имеющихся.

- Большинство работ посвящены оценке ретроспективных данных, а анализ производился чаще всего статического состояния экономики за 1 год. В диссертационной работе были проанализированы данные с 2019 года, что является более актуальным периодом по сравнению с обозреваемыми исследованиями, а также был сделан прогноз до 2060 года, чего не встречается ни в одной из рассматриваемых работ.
- Акцент в диссертационном исследовании делается на комплексном внедрении трех видов механизмов ценообразования на выбросы ПГ с учетом отраслевой специфики, а именно системы торговли выбросами, углеродного налога и социальной цены углерода, в то время как обозреваемые работы посвящены только одному виду механизма без предварительного отраслевого анализа.
- Данное исследование посвящено социально-экономическим эффектам и изменению баланса выбросов ПГ в России, а то время как основной пласт исследований затрагивает крупные и уже существующие механизмы, например системы торговли выбросами ЕС или Китая.

Политика низкоэмиссионного развития в странах мира

В рамках Парижского соглашения многие страны ставят перед собой определенные цели сокращения выбросов. Всем сторонам Парижского соглашения необходимо разработать ОНУВ, план действий по сокращению выбросов и адаптации к изменению климата. ОНУВ необходимо обновлять каждые 5 лет, соблюдая принцип «повышения амбициозности» [84]. Страны-участницы должны установить целевые показатели по сокращению выбросов, а также определить порядок их достижения и описать стратегию финансирования.

В таблице 1.2.2 представлены актуальные целевые показатели некоторых стран, в том числе стран, внедривших механизмы ценообразования на выбросы ПГ.

Таблица 1.2.2 − Целевые показатели ОНУВ по уровню выбросов ПГ в разных странах мира

Страна	Целевые показатели ОНУВ к 2030 году	Целевые показатели ОНУВ к 2035 году
ЕС	сокращение нетто-выбросов по меньшей мере на 55% от уровня 1990 года	сокращение нетто-выбросов ориентировочно на 66,25–72,5% от уровня 1990 года
Китай	снижение углеродоемкости более чем на 65% от уровня 2005 года, достижение пика выбросов ПГ до 2030 года	сокращение нетто-выбросов в общеэкономической деятельности на 7–10% по сравнению с пиковым уровнем[7]
Япония	сокращение выбросов на 46% от уровня 2013 года, амбициозная цель – сокращение на 50%	сокращение выбросов на 60% от уровня 2013 года
Казахстан	сокращение выбросов на 15% от уровня 1990 года, на 25% от уровня 1990 года при условии значительных дополнительных международных инвестиций и значительной грантовой помощи; доступа к международному механизму трансферта технологий; софинансирования и участия в международных научно-исследовательских проектах, опытно-конструкторских работах перспективных низкоуглеродных технологий и инициатив наращивания местного экспертного потенциала	сокращение выбросов на 17% от уровня 1990 года, на 25% от уровня 1990 года при условии значительных дополнительных международных инвестиций и значительной грантовой помощи; доступа к международному механизму трансферта технологий; софинансирования и участия в международных научно-исследовательских проектах, опытно-конструкторских работах перспективных низкоуглеродных технологий и инициатив наращивания местного экспертного потенциала
Южная Корея	сокращение выбросов на 40% от уровня 2018 года	сокращение нетто-выбросов на 53–61% от уровня 2018 года

[7] Пиковый уровень – это максимальное значение ежегодных выбросов ПГ, которое когда-либо было или будет достигнуто в стране.

Канада	сокращение выбросов на 40–45% от уровня 2005 года	сокращение выбросов на 45–50% от уровня 2005 года
Россия	сокращение нетто-выбросов до 70% относительно уровня 1990 года с учетом максимально возможной поглощающей способности лесов и иных экосистем и при условии устойчивого и сбалансированного социально-экономического развития России	сокращение нетто-выбросов до 65-67% относительно уровня 1990 года с учетом максимально возможной поглощающей способности лесов, иных естественных экологических систем и при условии устойчивого и сбалансированного социально-экономического развития России, ее недискриминационного доступа к оборудованию и технологиям, необходимым для сокращения (предотвращения) выбросов ПГ и (или) увеличения их поглощения

Источник: составлено автором с использованием [85].

Помимо ОНУВ, который представляет собой среднесрочные обязательства, существуют долгосрочные стратегии, определяющие траекторию достижения углеродной нейтральности. Стратегии низкоуглеродного развития (далее СНУР) предусмотрены статьей 4.19 Парижского соглашения, в рамках которых рекомендуется сообщать о своих долгосрочных стратегиях низкоуглеродного развития [27]. Это добровольные, но концептуально важные документы, которые задают вектор развития стран обычно до 2050 года [27]. Если ОНУВ фиксирует обязательства на 5–10 лет с конкретными целевыми показателями, то СНУР – это долгосрочное видение, которое определяет траекторию перехода к низкоуглеродной экономике, включая технологические, инвестиционные и институциональные аспекты.

ЕС представляет собой наиболее институционально оформленный пример СНУР. Формально документ «Стратегическое долгосрочное видение климатически нейтральной ЕС к 2050 году» закреплен в Европейском климатическом законе (European Climate Law), принятом в 2021 году, который придал цели углеродной нейтральности юридически обязывающий статус [86]. Ключевыми инструментами для достижения поставленных целей являются система торговли выбросами ЕС, которая с 2027 года будет распространена на здания и транспорт, охватывая до 75% выбросов ЕС, а также механизм трансграничного углеродного регулирования.

Китай формально представил в РКИК ООН отдельный документ СНУР в 2021 году, однако он не соответствует критериям наилучшей практики.

Функционально долгосрочная цель углеродной нейтральности к 2060 году встроена в систему национального планирования через «1+N» и пятилетние планы, что обеспечивает ее практическое выполнение, но не придает ей юридически обязывающего статуса, в отличие от СНУР ЕС. Инструментальная основа включает национальную систему торговли выбросами, которая постепенно расширяется на металлургию, цементную и алюминиевую промышленность.

Климатические обязательства стран неразрывно также связаны с более широкой повесткой устойчивого развития, ядром которой выступают Цели в области устойчивого развития (далее ЦУР), принятые всеми государствами-членами ООН в 2015 году. ЦУР представляют собой универсальный набор из 17 взаимосвязанных целей, которые охватывают три аспекта устойчивого развития, а именно экономический, социальный и экологический. Каждая из 17 целей делится на конкретные задачи и измеримые индикаторы, что позволяет отслеживать прогресс на глобальном, региональном и национальном уровнях.

Отдельного стоит рассмотреть Цель 13 (борьба с изменением климата), которая заключается в принятии срочных мер по смягчению последствий изменения климата и адаптации к ним, а также к укреплению потенциала стран в области климатического реагирования [87]. Однако климатическая повестка в рамках ЦУР не ограничивается тринадцатой целью: она пронизывает и другие цели, в частности Цель 7 (доступная и чистая энергия), Цель 9 (устойчивая инфраструктура и инновации), Цель 12 (ответственное потребление и производство) и Цель 8 (достойная работа и экономический рост). Это отражает понимание того, что действия в области изменения климата не могут рассматриваться изолированно, они встроены в более широкую логику устойчивого развития.

Однако, согласно Докладу о целях в области устойчивого развития за 2025 год, спустя десятилетие прогресс остается недостаточным для достижения целей к установленному сроку [88]. Лишь по 33% задач в рамках Цели 13 наблюдаются позитивные сдвиги в сторону их выполнения.

Кроме низкоэмиссионных целей в рамках международных договоров, страны в области внутригосударственного регулирования осуществляют климатическую

политику. Например, в 2025 году министры по вопросам климата стран ЕС одобрили решение о сокращении выбросов ПГ к 2040 году на 90% по сравнению с уровнем 1990 года [89]. Причем впервые для достижения климатических целей возможно частичное использование международных углеродных единиц, а именно 5% от целевого 90% сокращения можно покрыть такими единицами [85, 90].

Для достижения поставленных целей иностранные государства прибегают, в том числе, к механизмам ценообразования на выбросы ПГ. Важно подчеркнуть, что механизмы углеродного ценообразования, важной целью которых является сокращение выбросов ПГ и реализация климатической политики, могут быть инструментом для реализации других экономических сюжетов. Эти сюжеты, как и климатическая политика, являются сопутствующими целями достижения социально-экономических целей и получения позитивных коммерческих эффектов. Так, например, страны, зависящие от импорта углеводородов, в том числе страны ЕС, активно применяют механизмы ценообразования на выбросы ПГ. Сокращение использования ископаемого топлива и увеличение доли возобновляемой энергии позволит таким странам уменьшить зависимость от стран-экспортеров.

При формировании своей «зеленой» политики Евросоюз изначально отдавал приоритет экономической конкурентоспособности, энергетической и национальной безопасности, технологическому лидерству, а также созданию новых секторов экономики и рынков. Эти приоритеты четко закреплены в важнейших документах стратегического планирования ЕС, прежде всего в пакете из девяти директив и программ, принятых в 2021 году в рамках Европейского зеленого курса (European Green Deal). При продвижении «зеленой» повестки во внешний контур доминируют темы общественного блага, безопасности и сохранения экосистем. Это ярко выраженные интернациональные интересы, стремление к удовлетворению которых в значительной степени способствует формированию спроса на «зеленые» решения, одним из лидеров в области которых и выступает ЕС [91].

Китай также является одним из лидеров в области реализации климатической политики. В 2021 году в Китае была запущена крупнейшая по охватам выбросов

ПГ национальная система торговли выбросами: в 2025 году система торговли выбросами Китая покрывала 15% мировых выбросов ПГ [41]. Однако такое активное развитие механизмов ценообразования на выбросы ПГ может быть связано с целью решения в том числе и экологических проблем, в частности проблемы загрязнения воздуха: сокращение выбросов вредных веществ одновременно снижает выбросы ПГ. В свою очередь, это позволяет удовлетворять условиям международных договоренностей и получить различные выгоды в международной климатической политике.

Таким образом, использование механизмов ценообразования на выбросы ПГ и реализация климатической политики имеют синергетические эффекты с политическими, экономическими, экологическими и другими целями. Кроме того, данные направления являются сопутствующими в рамках цели социально-экономического развития.

Цели и механизмы политики низкоэмиссионного развития России

Изменение климата влечет за собой существенные последствия для экономики и общества, негативно отражаясь на качестве роста и устойчивости экономического развития. В этом контексте низкоэмиссионные цели становятся сопутствующими для достижения целей повышения качества жизни, обеспечения национальной безопасности, роста экономической эффективности и ряда других. С этой точки зрения Россия в рамках климатической политики также ставит перед собой четкие количественные цели по сокращению выбросов ПГ. Данные цели можно разделить на «внешний» и «внутренний» контур.

В рамках «внешнего» контура Россия является участником Парижского соглашения, которое было подписано от имени Российской Федерации в 2016 году и принято в 2019 году, что зафиксировано в Постановлении Правительства Российской Федерации от 21 сентября 2019 г. № 1228 [92].

Первый ОНУВ России был опубликован в 2020 году [93]. Основой для ОНУВ послужил Указ Президента Российской Федерации от 4 ноября 2020 г. № 666 «О сокращении выбросов парниковых газов», согласно которому объем выбросов ПГ в масштабе всей экономики к 2030 году будет ограничен уровнем 70% от значения

1990 года. До 2020 года данный объем был ограничен 75% в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 30 сентября 2013 года № 752. Первый ОНУВ применяется в отношении суммарного объема нетто-выбросов (то есть выбросов с учетом сектора ЗИЗЛХ) всех парниковых газов (CO_2, CH_4, N_2O, F-газы) и действует в период 2021–2030 годов.

Как было отмечено выше, ОНУВ необходимо обновлять раз в 5 лет, поэтому в 2025 году Россия представила Второй ОНУВ (Таблица 1.3.1) [94]. Подготовка обосновывающих материалов для Второго ОНУВ велась в том числе в рамках важнейшего инновационного проекта государственного значения «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ» [95].

Целевой показатель ОНУВ соответствует положениям Указа Президента Российской Федерации от 6 августа 2025 г. № 547 «О сокращении выбросов парниковых газов» и сформулирован следующим образом: «… обеспечить к 2035 году сокращение выбросов парниковых газов до 65-67 процентов относительно уровня 1990 года с учетом максимально возможной поглощающей способности лесов, иных естественных экологических систем и при условии устойчивого и сбалансированного социально-экономического развития Российской Федерации, ее недискриминационного доступа к оборудованию и технологиям, необходимым для сокращения (предотвращения) выбросов парниковых газов и (или) увеличения их поглощения».

Стоит отметить четкую позицию России по внешнеэкономическим и политическим аспектам международной климатической повестки. В частности, заявлены дополнительные условия по «обеспечению принципа технологической нейтральности (недискриминации результатов сокращений, в том числе от проектов в низкоэмиссионной атомной и гидроэнергетике), наличию недискриминационных условий для реализации климатических проектов и безбарьерного доступа к международной верификационной инфраструктуре, а также эффективному развитию международного сотрудничества». В настоящий момент Россия сталкивается с ограничениями по доступу к зарубежным технологиям, оборудованию, рынку углеродных единиц и др., что «повышает

издержки трансформации модели экономического роста и оптимизации экономической структуры страны для достижения климатических целей».

Что касается «внутреннего» контура климатической политики Российской Федерации, были приняты нижеперечисленные документы с зафиксированными целями низкоэмиссионной политики.

В октябре 2023 года по указу Президента Российской Федерации от 26 октября 2023 г. № 812 была утверждена новая редакция Климатической доктрины РФ, согласно которой Россия ставит своей целью достижение баланса выбросов и поглощений ПГ не позднее 2060 года [96].

Согласно доктрине, одним из главных вызовов нынешнего столетия является изменение климата, которое затрагивает все аспекты устойчивого развития. Также обращается внимание, что антропогенное влияние на климат через выбросы ПГ становится доминирующим по сравнению с естественными факторами. Поэтому климатическая политика должна выстраиваться на основе поиска баланса между экономической эффективностью и социальными интересами.

Доктрина устанавливает:

– стратегическую цель обеспечения безопасного и устойчивого развития страны в условиях климатических изменений;

– долгосрочную цель достижения баланса выбросов и поглощений ПГ не позднее 2060 года.

Вторым документом, устанавливающий низкоэмиссионные цели для России, является Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года (далее СНУВ), разработанная в соответствии с указом Президента РФ от 4 ноября 2020 г. № 666 и утвержденная распоряжением Правительства РФ от 29 октября 2021 г. № 3052-р. Это документ стратегического планирования Российской Федерации, формулирующий цели социально-экономического развития с учетом необходимости ограничения нетто-выбросов ПГ.

СНУВ является основанием для включения мер по ограничению нетто-выбросов в иные документы. В частности, федеральные органы исполнительной

власти должны руководствоваться положениями СНУВ при разработке и реализации документов стратегического планирования и государственных программ. Органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органам местного самоуправления рекомендуется руководствоваться положениями СНУВ при разработке и реализации региональных программ и иных документов.

Разработка СНУВ велась с учетом:

– утвержденных национальных целей и документов стратегического планирования;

– целевого показателя Первого ОНУВ России;

– задачи обеспечения накопленных нетто-выбросов за 2021–2050 годы ниже, чем в ЕС (в соответствии с Посланием Президента РФ Федеральному Собранию РФ от 21 апреля 2021 г.).

В СНУВ рассматриваются два сценария развития. В рамках инерционного сценария предусматривается выполнение утвержденных национальных целей и отраслевых документов стратегического планирования без дополнительных мер по снижению нетто-выбросов ПГ. В рамках инерционного сценария наблюдается рост нетто-выбросов ПГ: на 8% к 2030 году и на 25% к 2050 году.

Целевой сценарий предусматривает реализацию дополнительных мер по снижению нетто-выбросов при сохранении условий инерционного сценария, а именно, выполнения национальных целей и отраслевых документов стратегического планирования, что, согласно расчетам, позволит снизить нетто-выбросы ПГ на 60% к 2050 году. Однако в период до 2030 года в рамках сценария уровень нетто-выбросов продолжит расти, так как это необходимый элемент структурно-технологической трансформации экономики России. Важно отметить, что в рамках СНУВ именно целевой сценарий считается основополагающим.

Таким образом, на данный момент в России поставлены следующие цели в рамках климатической политики:

1) достижение баланса выбросов и поглощений ПГ не позднее 2060 года, согласно Климатической доктрине Российской Федерации;

2) снижение нетто-выбросов ПГ на 60% за 2019–2050 гг. с допущением роста нетто-выбросов на 5% в период до 2030 г., согласно целевому сценарию СНУВ;
3) обеспечение к 2035 году сокращение выбросов ПГ до 65–67% относительно уровня 1990 года, согласно второму ОНУВ.

И в качестве одного из возможных инструментов по их достижению могут выступать механизмы ценообразования на выбросы ПГ.

Глава 2. Механизмы ценообразования на выбросы парниковых газов в реализации стратегии низкоэмиссионного социально-экономического развития

2.1 Место и роль механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов в реализации стратегии низкоэмиссионного социально-экономического развития[8]

В основе механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов лежит теоретический конструкт, сформировавшийся в рамках экономической теории экстерналий. Его ключевая идея заключается в определении денежной оценки негативных воздействий выбросов парниковых газов на окружающую среду, а также в создании экономических стимулов для их сокращения. На практике данный конструкт принимает различные институциональные формы, среди которых наиболее распространенными являются система торговли выбросами, углеродный налог, добровольный рынок и социальная цена углерода. Каждый из этих инструментов имеет собственную логику функционирования, область применения и последствия для экономики.

Так, механизмы ценообразования на выбросы ПГ, которые являются объектом исследования диссертационной работы, представляют собой инструмент экономической политики, который устанавливает денежную цену или денежный эквивалент на выбросы ПГ. В рамках работы рассматривается три вида механизмов: система торговли выбросами, углеродный налог и социальная цена углерода.

- Система торговли выбросами – рынок, на котором участники могут торговать специальными единицами, позволяющими совершать выбросы ПГ.
- Углеродный налог – механизм ценообразования на выбросы ПГ, который напрямую устанавливает цену на выбросы, определяя явную

[8] В данном параграфе используется текст работ автора [117, 118].

налоговую ставку на выбросы ПГ или на теоретическое содержание CO_2-экв. в ископаемом топливе.

- Социальная цена углерода – механизм ценообразования на выбросы ПГ, отражающий ущерб от выброса тонны ПГ или выгоду от ее сокращения в денежном эквиваленте. Социальная цена углерода внедряется в процедуру анализа экономической эффективности инвестиционного проекта и может оказывать стимулирующее воздействие на принятие решения о реализации мер, способствующих снижению выбросов ПГ.

Механизмы углеродного ценообразования находятся на пересечении нескольких ключевых экономических теорий и школ. Их можно назвать прикладным полем, где эти теории встречаются и взаимодействуют.

Теория внешних эффектов (экстерналий). Экстерналии – это издержки или выгоды рыночной сделки, не имеющие денежный эквивалент, которые также могут распространяться на третьих лиц вне сделки. Основы понятия внешних эффектов были введены в 1920 году А. С. Пигу в книге «Экономическая теория благосостояния» [6], а само словосочетание ввел П. Самуэльсон в 1958 году [97]. Примером отрицательного внешнего эффекта являются выбросы ПГ в результате деятельности человека, что влияет на изменение климата, здоровье населения. При помощи механизмов ценообразования на выбросы ПГ экстерналии можно перевести в экономическую категорию, определив цену ущерба от выброса одной тонны ПГ.

Кроме того, в 1966 году Дж. Стиглером на основании статьи Р. Коуза «Проблема социальных издержек» была сформулирована теорема Коуза [98]: «Если права собственности четко определены и трансакционные издержки равны нулю, то размещение ресурсов будет оставаться неизменным и эффективным независимо от изменений в распределении прав собственности». Иными словами, четкое разграничение прав собственности помогает справляться с внешними эффектами. В рамках климатической повестки антропогенно обусловленных климатических изменений это означает, что необходимо обязать эмитентов

платить за свои выбросы. Эта идея и является основой обязательных механизмов ценообразования на выбросы ПГ и пограничного корректирующего углеродного механизма.

Теория оптимального налогообложения и теория общественного благосостояния. Данные теории посвящены изучению разработки и реализации налога, который максимизирует функцию социального благосостояния, а именно функцию полезности всех членов общества с учетом экономических ограничений [99]. А. Смит в своей работе «Исследования о природе и причинах богатства народов» [100] представил результаты анализа существующих видов налогообложения, а также выделил основные принципы, которые сохраняют свою актуальность и в настоящее время. Данные принципы включают: принцип справедливости, в рамках которого размер налогового бремени должен быть соразмерен с доходом по прогрессивной шкале; принцип определенности, в рамках которого сумма платежа, срок и способ уплаты налогов должны быть заранее известны налогоплательщику; принцип удобности, который говорит о том, что срок и способ уплаты должны быть удобны налогоплательщику, а также принцип экономии, в рамках которого расходы, связанные с администрированием системы налогообложения, должны быть значительно ниже доходов, получаемых от сборов налогов. Безусловно, данная теория оптимального налогообложения справедлива и для углеродного налога.

В основе теории оптимального налогообложения лежит теория общественного благосостояния, в том числе концепция полезности. Согласно идеям Дж. С. Милля, потери в связи с налогообложением должны быть одинаковы для всех индивидов. Ф. И. Эджуорт определил понятие предельной тягости, которая должна быть одинаковой для каждого налогоплательщика. Данная идея воплощается и в углеродном налоге путем различных компенсаций и льгот.

Стоит упомянуть и налог Пигу. Это налог на любую рыночную деятельность, приводящую к отрицательным внешним эффектам, не учтенным в рыночной цене [6]. Целью данного налога является уравнивание ставки налога с предельным ущербом от выбросов, чтобы довести издержки эмитентов до уровня социальных

издержек с учетом экстерналий. Механизмы ценообразования на выбросы ПГ являются частным случаем налога Пигу.

Выбор между системой торговли выбросами и углеродным налогом также влияет на уровень благосостояния. В 1974 году М. Вайцман в своей работе описал принцип выбора подходящего механизма ценообразования на выбросы ПГ при нестабильных издержках сокращения выбросов: налог предпочтительнее, если кривая ущерба от выбросов пологая, а система торговли выбросами предпочтительнее, если она крутая [101].

Экономика окружающей среды и ресурсов. Это область, в которой вышеперечисленные теории применяются для решения конкретных проблем в сфере экологии и изменения климата. При этом она не сводится лишь к прикладным аспектам: ее концептуальная и теоретическая основы формируются на стыке экономики, экологии, этики и философии. Данный раздел экономической науки включается раздел анализа затрат и выгод, связанных с осуществлением различных климатических политик [102]. Такой анализ можно проводить при помощи социальной цены углерода.

Таким образом, механизмы ценообразования на выбросы ПГ находятся на пересечении экономики благосостояния, которая может использоваться при определении углеродного налога; теории внешних эффектов, помогающая перевести ущербы и выгоды от изменения климата в экономическую категорию; экономики окружающей среды и ресурсов для анализа климатической политики.

2.2 Содержание и качественный анализ механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов[9]

Для достижения поставленных государствами низкоэмиссионных целей существуют разные механизмы [103]. Среди них можно выделить денежно-кредитные стимулы, поддержку НИОКР, применение низкоэмиссионных решений, устойчивые финансовые инструменты, развитие устойчивой энергетики, а также механизмы ценообразования на выбросы ПГ [104-109].

[9] В данном параграфе используется текст работ автора [117, 118, 136].

Механизмы углеродного ценообразования позволяют перевести выбросы ПГ в экономическую категорию, стимулировать использование низкоэмиссионных решений, а также стимулировать перенаправление финансовых ресурсов на данные решения [110-112].

В рамках работы были рассмотрены следующие механизмы ценообразования на выбросы ПГ, которые могут потенциально быть внедрены или уже внедрены в России на национальном уровне: система торговли выбросами, добровольный рынок, углеродный налог и социальная цена углерода (Таблица 2.2.1).

Механизмы углеродного ценообразования бывают двух типов: обязательный и добровольный (Рисунок 2.2.1). Обязательный механизм регулируется государством, а в случае добровольного механизма эмитенты, которые не попадают под обязательное регулирование, самостоятельно предпринимают действия, нацеленные на сокращение углеродного следа.

Среди обязательных механизмов выделяют углеродный налог и систему торговли выбросами. Углеродный налог в явном виде определяет налоговую ставку на выбросы ПГ или на содержание углерода в топливно-энергетическом ресурсе, в отличие от системы торговли выбросами, где цена на выбросы напрямую не устанавливается. В случае системы торговли выбросами регулятор отбирает участников (чаще всего это наиболее углеродоемкие сектора экономики), далее задает для эмитентов допустимый объем выбросов за отчетный период, за превышение которого могут быть предусмотрены штрафы. При этом формируется рынок торговли выбросами: компании, сократившие свои выбросы и не превысившие установленный лимит, выступают на нем продавцами, а компании, превысившие допустимый уровень выбросов, могут выступать покупателями.

Основная задача участников – не превысить допустимый уровень выбросов, что можно выполнить благодаря покупке единиц на рынке или за счет сокращения собственных выбросов. Такие системы торговли выбросами называются системами базовых показателей и кредитов. Однако бывают и более «усложненные» системы торговли выбросами, где регулируемым эмитентам также необходимо предоставить единицы, позволяющие совершать выбросы ПГ, на все свои

фактические выбросы, даже если они и не превышают заданную планку. Такие системы торговли выбросами называются системами квот и торговли.

Устройство добровольного рынка схоже с обязательной системой торговли выбросами. На нем торгуют углеродными единицами, которые возникают от реализации климатических проектов, то есть проектов, направленных на сокращение выбросов и/или на увеличение их поглощения.

Что же касается социальной цены углерода, она выражает стоимостной эквивалент ущерба от выброса одной тонны ПГ и применяется преимущественно для отбора низкоэмиссионных проектов для финансирования государством в качестве «фиктивной» величины, выражающей затраты, которые будет вынуждено понести общество в результате изменения климата.

Из-за особенностей устройства механизмы ценообразования на выбросы ПГ имеют разные характеристики (Таблица 2.2.1), например, данные механизмы имеют разную степень определенности цен на выбросы; сложности администрирования; встраивания в международную систему; предсказуемости эффекта; финансовой нагрузки на эмитента и др. Так, углеродный налог имеет большую финансовую нагрузку и малую гибкость для участников, однако цена на выбросы понятна и предсказуема. В то время как система торговли выбросами дает больше свободы участникам в выборе способа выполнения требований регулятора, однако цена на выбросы волатильна. С точки зрения регулятора углеродный налог сравнительно не сложен во внедрении и администрировании, а также может обеспечить поступления в государственный бюджет, чего с уверенностью нельзя сказать о системе торговли выбросами.

Также стоит отметить, что применяются не только одиночные, но и комбинированные варианты углеродного ценообразования. Так, в большинстве стран ЕС одновременно применяется углеродный налог и система торговли выбросами [113–115], в Китае и Казахстане − система торговли выбросами и добровольный рынок [116], в Японии – углеродный налог, система торговли выбросами и добровольный рынок.

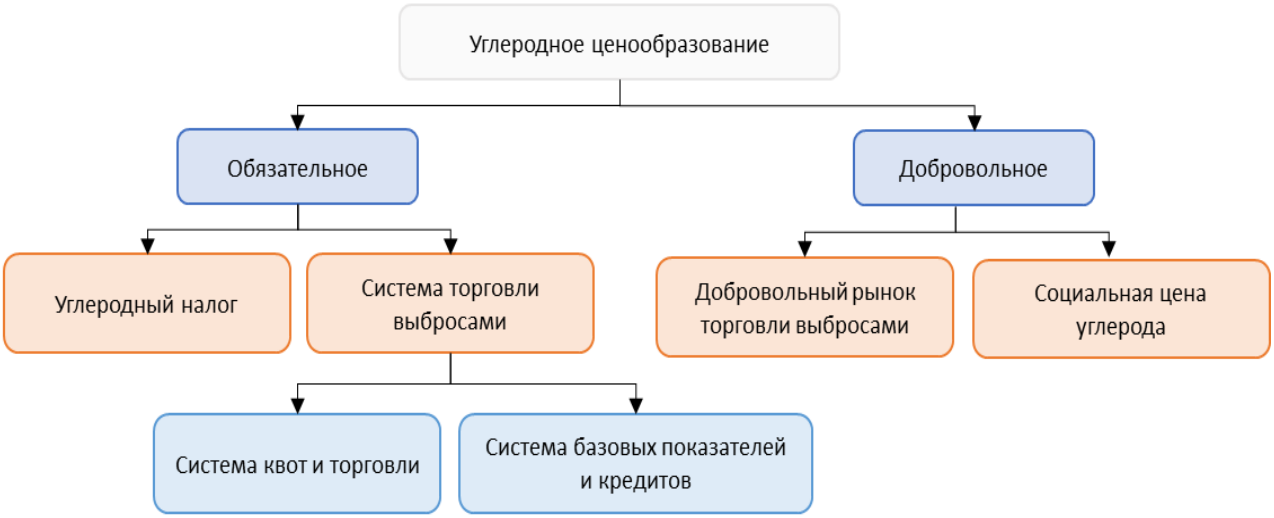

Рисунок 2.2.1 − Типология механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов

Источник: составлено автором.

Таблица 2.2.1 − Основные типы механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов и их характеристики

	Углеродный налог	**Система торговли выбросами**	**Добровольный рынок**	**Социальная цена углерода**
Описание механизма	Регулируемый субъект обложения платит налог с каждой единицы выбросов или энергии.	Правительство задает для регулируемых компаний разрешенный объем выбросов за отчетный период, за превышение которого предусмотрены штрафы. При этом формируется рынок торговли правом на совершение выбросов.	Компании добровольно компенсируют свои выбросы путем приобретения у других компаний углеродных единиц от реализации климатических проектов.	Правительство/организация принимает решение о реализации и финансировании инвестиционных проектов, которые характеризуются наличием большого объема выбросов парниковых газов и потенциальных мер по их сокращению на основе социальной цены углерода.
Механизм ценообразования	**Регулируемый государством**	**Рыночный**	**Рыночный**	**Регулируемый государством**
Определенность цен на углерод	**Высокая** Установление ставки налога.	**Низкая** Цена за единицу выбросов формируется на рынке. Регулятор может повлиять на цену путем увеличения или уменьшения числа единиц на рынке.	**Низкая** Цена за единицу выбросов формируется на рынке. Регулятор не влияет на работу добровольного рынка.	**Высокая** Установление значения социальной цены углерода.

Встраиваемость в международный рынок	**Низкая** Объединение налоговых систем разных стран в одну маловероятно.	**Высокая** Уже существуют примеры объединения разных систем торговли выбросами (система торговли выбросами Германии синхронизирована с системой торговли выбросами ЕС). Однако различия в модели функционирования систем торговли выбросами, затрудняет построение единого международного рынка.	**Высокая** Уже существуют международные добровольные рынки на основе международных соглашений.	**Низкая** Не предусматривается.
Сложность введения и администрирования	**Низкая** Требуется только отчетность и изменения в налоговом законодательстве.	**Высокая** Требуется отчетность, механизм распределения разрешений и создание углеродного рынка.	**Высокая** Требуется отчетность, создание рынка, обеспечение доверия к нему и к углеродным единицам.	**Низкая** Требуется только отчетность.
Финансовая нагрузка на экономику	**Высокая** Подавляющая часть регулируемых выбросов облагается налогом. Могут быть предусмотрены компенсационные и защитные методы.	**Средняя** На первых этапах разрешения или кредиты распределяются бесплатно или разрешенный объем выбросов устанавливается исходя из исторических выбросов компании. Со временем разрешенный объем сокращается, распределение единиц ставится платным.	**Низкая** Компании самостоятельно принимают решение об участии. Цены на добровольном рынке наименьшие по сравнению с другими видами механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов.	**Средняя** Компании самостоятельно принимают решение об участии, а регулятор отбирает проекты для финансирования.
Плательщик	**Бизнес, население**	**Бизнес**	**Бизнес**	**Государство (субсидия) и бизнес**

Гибкость для компаний	**Низкая** Компания может только сократить выбросы с целью снижения финансовой нагрузки.	**Средняя** Компания может сократить выбросы своими силами, купить единицы у других компаний или заплатить штраф за невыполнение требований.	**Высокая** Компания самостоятельно принимает решение об участии и объеме покрытия своих выбросов.	**Высокая** Компания самостоятельно принимает решение об участии и объеме покрытия своих выбросов.
Обязательные поступления	**Да** Все поступления в виде налоговых сборов поступают в бюджет.	**Возможно** В бюджет поступают штрафы за невыполнения обязательств и поступления от продаж единиц на аукционе (если они предусмотрены). Операции на вторичном рынке проходят между компаниями.	**Нет (косвенно)** Операции проходят между компаниями. Бюджетные поступления возможны только чрез сборы на введение деятельности операторов торговой площадки.	**Нет**
Степень влияния регулятора (предсказуемость эффекта)	**Высокая** Регулятор контролирует каждый элемент системы, кто и по какой ставке будет платить углеродный налог. Это позволяет оценить потенциал сокращения выбросов и экономическую нагрузку.	**Средняя** Регулятор задает разрешенный объем выбросов, однако цена единицы выбросов непредсказуема.	**Низкая** Сокращение зависит от амбиций компаний и количества климатический проектов.	**Высокая** Регулятор контролирует каждый элемент системы, кто получит финансирование и каков будет уровень социальной цены углерода[10]. Это позволяет оценить потенциал сокращения выбросов и экономическую нагрузку на бюджет.

Источник: составлено автором.

Система торговли выбросами

Среди механизмов ценообразования на выбросы ПГ стоит отметить систему торговли выбросами. Это система, в которой участники могут торговать единицами, позволяющими совершать выбросы ПГ.

[10] Также необходимо отметить важность определения базы исчисления социальной цены углерода, которые выражается в оценке последствий для здоровья, например, VSL (Value of a Statistical Life) и DALY (Disability-Adjusted Life Year). В России в настоящий момент данный показатель не институционализирован.

В настоящее время существует два вида систем торговли выбросами: система квот и торговли, система базовых показателей и кредитов. В рамках работы их также будем называть «европейская» и «японская» модели, поскольку крупнейшие и наиболее развитые такие рынки функционируют в ЕС и Японии соответственно (Таблица 2.2.2).

Система квот и торговли отличается от второй системы тем, что каждая единица выбросов должна быть покрыта разрешением, которая является торгуемой единицей в рамках «европейской» модели. Это реализуемое разрешение на эмиссии, которое может быть использовано для выполнения обязательств в рамках системы квот и торговли. Каждое разрешение позволяет ее держателю произвести разовый выброс одной тонны CO_2-экв. Разрешения на первичном рынке могут распределяться бесплатно регулирующими органами или быть куплены на аукционе. Также устанавливается квота, которая является единым предельным порогом выбросов эмитентов. Если разрешений от первичного распределения недостаточно для покрытия фактических выбросов эмитента, ему необходимо приобрести разрешения у других участников на вторичном рынке. За превышение квоты необходимо заплатить дополнительный штраф (Рисунок 2.2.2).

В то время как в системе базовых показателей и кредитов торгуемая единица, а именно углеродный кредит, формируется в результате сокращения эмиссии [119]. То есть регулирующий орган для каждого субъекта устанавливает базовый показатель выбросов. Если выбросы эмитента ниже базового уровня, то на эту разницу выдаются углеродные кредиты, которые можно продать другим компаниям. Если выбросы превышают норму, то это превышение необходимо покрыть углеродными кредитами, которые можно купить у других эмитентов (Рисунок 2.2.3).

Также в системах торговли выбросами некоторых стран, например Южной Кореи, можно использовать свои же разрешения, но из прошлых или будущих периодов торговли. Кроме того, в системе торговли выбросами Южной Кореи, а также Китая, Казахстана, России и др. возможно частично выполнить свои обязательства за счет углеродных единиц, которые генерируются компаниями,

реализующими климатические проекты. Например, при высадке деревьев увеличивается поглощение выбросов ПГ, и это сокращенное количество можно зарегистрировать в качестве углеродных единиц.

Таким образом, «европейская» модель предполагает покрытие разрешениями всех выбросов эмитентов, в то время как в «японской» модели торгуются только небалансы около базового показателя [11], и регулирующий орган не требует покрытия выбросов, если они ниже базового уровня. То есть можно предположить, что вторая система характеризуется меньшей финансовой нагрузкой, поскольку в ней акцент делается не на всех выбросах регулируемого объекта, а только на дисбалансе выбросов.

Однако стоит отметить, что даже в рамках одной модели системы торговли выбросами механизмы разных юрисдикций могут отличаться между собой. Так, ранее расчет квот производился на основе удельных показателей, однако с 2027 года Китай вводит абсолютные ограничения на выбросы ПГ, а именно жесткие лимиты на совокупные выбросы для отраслей, что еще больше сближает системы торговли выбросами Китая и ЕС [120].

Таблица 2.2.2 – Характеристики «европейской» и «японской» моделей систем торговли выбросами

Характеристики	«Европейская» модель (система квот и торговли)	«Японская» модель (система базовых показателей и кредитов)
Торгуемая единица	**Разрешение** Это разрешение на 1 тонну CO_2-эквивалента выбросов; на рынке торгуются все разрешения.	**Углеродный кредит** Это результат сокращения выбросов ниже базового показателя; на рынке торгуются только небалансы около базового показателя.
Верхняя граница	**Квота** Это предельный порог выбросов, устанавливаемый для рынка в целом, который со временем сокращается. В	**Базовый показатель выбросов** Его устанавливает регулятор для каждого эмитента. В случае превышения разницу надо покрыть углеродными кредитами.

[11] В разных типах систем торговли выбросами торгуемые единицы называются по-разному, поскольку имеют разную природу. В «европейской» систему торгуемую единицу мы называем разрешением, а в «японской» – углеродным кредитом. Однако в литературе есть много других названий, например, разрешение могут называть квотой или allowances, permits, а углеродный кредит также называют единицей выполнения квоты, credits, offset credits. В рамках Сахалинского эксперимента, который функционирует по «японской» модели, в Федеральном законе от 06.03.2022 № 34-ФЗ «Об проведении эксперимента по ограничению выбросов парниковых газов в отдельных субъектах Российской Федерации» как раз и используется понятие «единицы выполнение квоты», однако в рамках данного раздела все единицы, формируемые в результате сокращения выбросов регулируемой компанией, мы будем называть углеродными единицами.

	случае превышения квоты необходимо заплатить штраф.	
Правила	Каждая единица выбросов должна быть покрыта разрешением, также небольшая часть может быть покрыта углеродными единицами климатических проектов, которые торгуются на добровольном рынке.	Если выбросы эмитентов ниже базового показателя, то на эту разницу выдаются углеродные кредиты, которые можно продать другим компаниям или оставить на последующие периоды. Если выбросы превышают базовый показатель, то это превышение необходимо покрыть углеродными кредитами, которые приобретаются у других компаний или были получены в предыдущие периоды.
Способы получения единиц	Выдаются бесплатно регулятором (их объем сокращается со временем), приобретаются на аукционе у регулятора или у других компаний или сохраняются имеющиеся до следующего этапа.	Выдаются бесплатно регулятором в случае непревышения квоты, приобретаются на аукционе у регулятора или у других компаний или сохраняются имеющиеся до следующего этапа.
Примеры систем торговли выбросами	Системы торговли выбросами ЕС, Казахстана, Китая	Системы торговли выбросами Токио и префектура Саитама, пилотный проект на Сахалине

Источник: составлено автором.

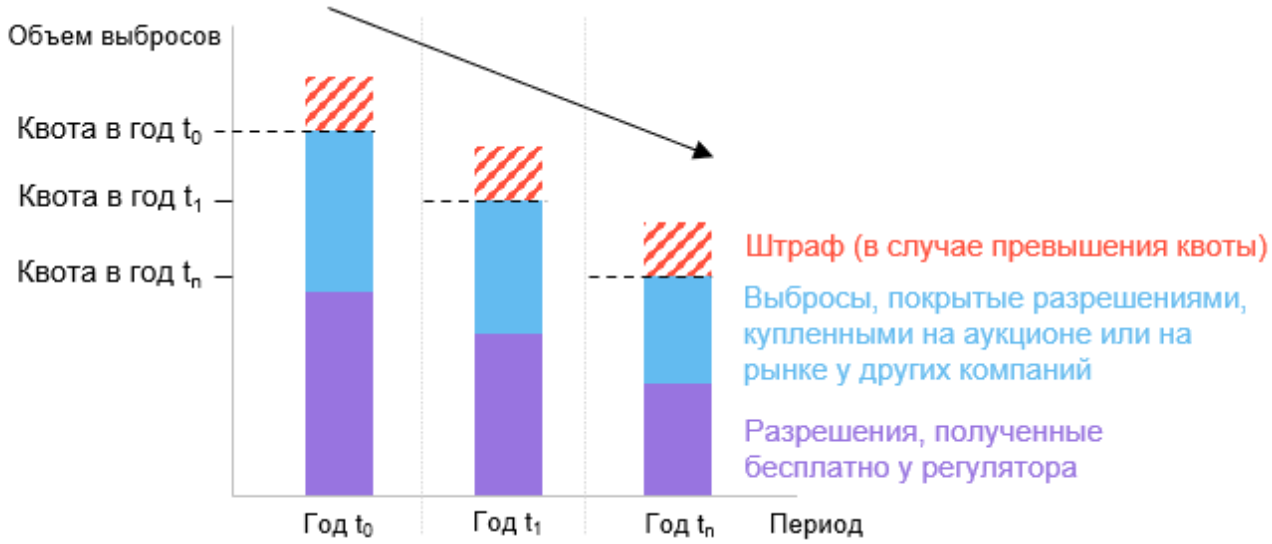

Рисунок 2.2.2 – Схема работы «европейской» модели системы торговли выбросами
Источник: составлено автором.

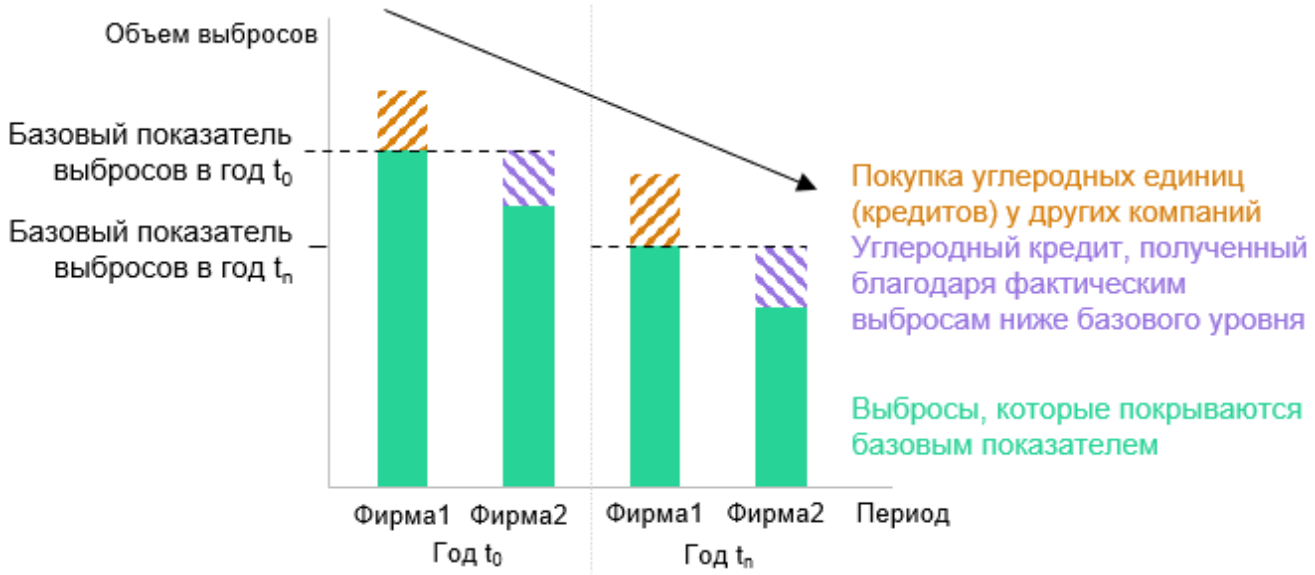

Рисунок 2.2.3 – Схема работы «японской» модели системы торговли выбросами
Источник: составлено автором.

Еще одним отличием данных двух типов систем торговли выбросами является наличие первичного рынка торговли. Всего в системе торговли выбросами может быть два рынка: первичный (регулятор – эмитент) и вторичный (эмитент – эмитент). В рамках первичного рынка происходит распределение разрешений от регулятора в начале фазы. Такой рынок присутствует в «европейской модели» (Рисунок 2.2.4), хотя на первых стадиях недавно начавших свою работу систем торговли выбросами его может и не быть, а первичные разрешения могут быть распределены бесплатно. В случае системы торговли выбросами по «японской» модели первичного рынка нет (Рисунок 2.2.5), поскольку регулятор на начальном этапе закладывает лишь базовый уровень выбросов. Вторичный рынок обеспечивает куплю-продажу разрешений или углеродных единиц между участниками системы торговли выбросами без участия регулятора. Такая купля-продажа может происходить как в «европейской», так и в «японской» системах торговли выбросами.

Рисунок 2.2.4 – Схема регулирования «европейской» модели

Источник: составлено автором.

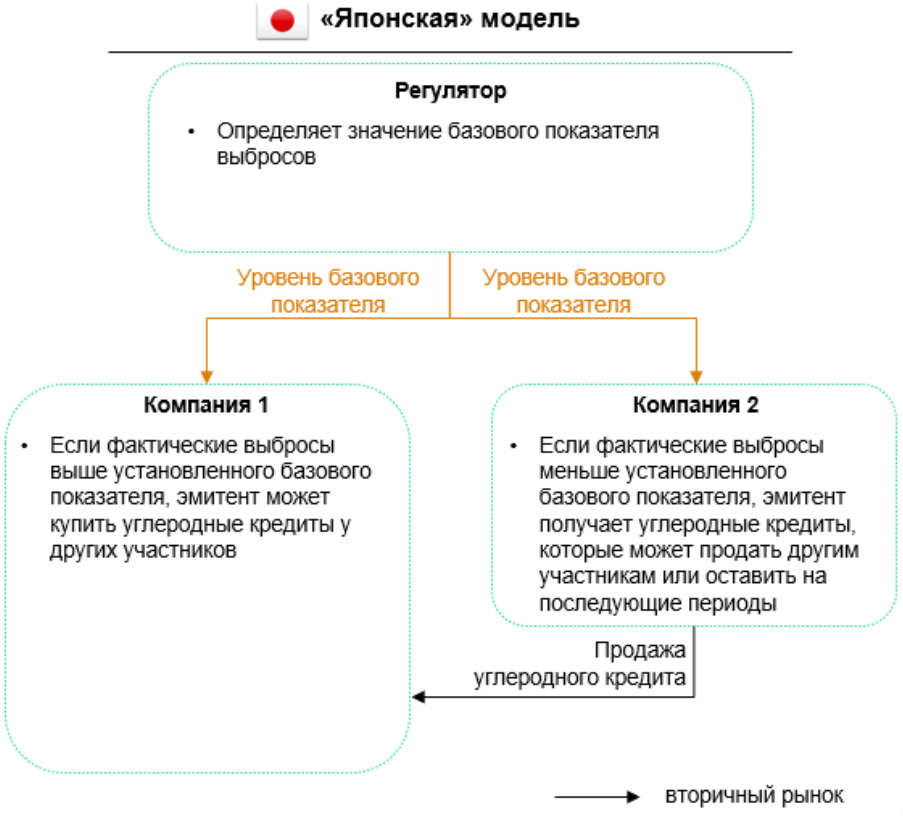

Рисунок 2.2.5 – Схема регулирования «японской» модели

Источник: составлено автором.

Помимо модели системы торговли выбросами, охвата выбросов, доли бесплатного распределения разрешений, направления расходования полученных бюджетных средств у действующих моделей систем торговли выбросами также есть другие отличительные характеристики (Таблица 2.2.3). Например, системы торговли выбросами могут быть национальными или региональными, то есть действие системы торговли выбросами распространяется на всю страну или только на ее часть. Иногда региональные системы торговли выбросами являются пилотными проектами, которые могут помочь правительству понять схему функционирования системы торговли выбросами, а также помочь подобрать оптимальные ее характеристики, которые в дальнейшем можно распространить на всю страну. Так, в Японии, помимо углеродного налога, действуют две региональные системы в Токио и префектуре Саитама, а национальная система начала действовать в 2026 году после предварительного трехлетнего пробного добровольного периода [121]. В Китае действуют 8 пилотных проектов, которые должны в будущем войти в уже действующую национальную систему.

Системы торговли выбросами также могут охватывать разные отрасли экономики и разные виды ПГ. По разнообразию охвата этих показателей можно выделить систему торговли выбросами Южной Кореи и Сахалинский эксперимент. Кроме того, в Китае запланировано поэтапное включение новых отраслей. Сейчас в систему входит только энергетика, но уже принято решение о включении производства стали, алюминия и цемента в 2025–2027 гг. [122]. Стоит отметить, что данные отрасли также важны и для пограничного корректирующего углеродного механизма ЕС.

В качестве объекта регулирования может выступать установка (стационарная установка на промышленном предприятии, которая является источником выбросов) или юридическое лицо. Второй тип объекта сложнее регулировать, поскольку есть вероятность разделения объекта на несколько юридических лиц, что позволит избежать участия в системе торговли выбросами из-за уменьшения суммарного объема выбросов одного объекта. Ведь объект попадает под регулирование в случае превышения объема годовых выбросов определенного заданного уровня [123].

Есть разные методы формирования квоты или базового показателя на начало каждой фазы действия системы торговли выбросами: бенчмаркинг или формирование на основе исторических выбросов эмитента. За основу бенчмаркинга, как эталонного показателя, могут использоваться как средние значения выбросов по отрасли, так и, например, могут учитываться лишь средние показатели выбросов 10% лучших по показателям установок.

Также существуют дополнительные механизмы выполнения обязательств помимо покупки разрешений или углеродных кредитов. В большинстве стран, где функционирует система торговли выбросами, есть возможность выполнить часть обязательств за счет покупки углеродных единиц климатических проектов, торгуемых на добровольном рынке. Чаще всего есть ограничение на долю выполнения обязательств таким способом, и обычно оно не превышает 50%, однако в системе торговли выбросами ЕС с 2021 года запрещено использовать углеродные единицы в рамках обязательной системы торговли выбросами, и лишь в апреле 2026 года в рамках масштабного обновления климатического законодательства с 2026 года планируется внедрить возможность использования углеродных единиц в рамках Статьи 6 Парижского соглашения с лимитом 5%, в то время как в рамках Сахалинского эксперимента использование углеродных единиц не ограниченно.

Некоторые системы торговли выбросами также предусматривают иной способ получения разрешений или углеродных кредитов, а именно, возможность их использования с прошлых или будущих периодов. То есть, если с прошлого периода остались неизрасходованные единицы, их можно оставить на следующие периоды, и уже в новом периоде не покупать разрешения или углеродные кредиты у других участников на вторичном рынке. Также правила некоторых систем торговли выбросами разрешают участникам взять небольшую часть единиц из будущих периодов и покрыть дефицит в текущем периоде. Не многие системы позволяют использовать единицы будущих периодов, хранение единиц прошлых периодов является более распространенной практикой. В системах торговли выбросами Китая и Южной Кореи допускается использование разрешений как прошлых, так и с будущих периодов. С одной стороны, такая практика снижает

финансовую нагрузку на эмитентов и дает им больше свободы в распоряжении своими разрешениями, но это также может привести к профициту разрешений и снижению цен на выбросы, поскольку компании смогут запасать разрешения.

Еще одним инструментом систем торговли выбросами является механизм стабильности рынка. Такой механизм позволяет резервировать неиспользованные избытки разрешений на время, чтобы избежать остановки активности в торговле, а также чрезмерного удешевления цен на выбросы, доходы от продаж которых на первичном рынке могут поступать в бюджет государства. Возможна и обратная ситуация с высвобождением дополнительных разрешений в случае их нехватки, что поможет избежать их чрезмерного удорожания. Такой механизм уже предусмотрен в системах торговли выбросами ЕС, Южной Кореи и Токио.

Таблица 2.2.3 − Параметры систем торговли выбросами в странах, являющихся крупными торговыми партнерами России

	Система торговли выбросами ЕС	Система торговли выбросами Китая	Система торговли выбросами Казахстана	Система торговли выбросами Южной Кореи	Система торговли выбросами Токио	Система торговли выбросами Саитама	Система торговли выбросами на Сахалине
Вид системы торговли выбросами	«Европейская»	«Европейская»	«Европейская»	«Европейская»	«Японская»	«Японская»	«Японская»
Юрисдикция	Национальная	Национальная	Национальная	Национальная	Региональная	Региональная	Региональная
Охват отраслей	• Промышленность • Электро- и теплоснабжение • Морской и авиатранспорт	• Промышленность • Электро- и теплоснабжение	• Промышленность • Электро- и теплоснабжение	• Промышленность • Электро- и теплоснабжение • Здания и ЖКХ • Отходы • Авиатранспорт	• Промышленность • Здания и ЖКХ	• Промышленность • Здания и ЖКХ	• Промышленность • Добыча • Электро- и теплоснабжение • Здания и ЖКХ • Морской и железнодорожный транспорт • Рыбное хозяйство
Охват выбросов	CO_2, N_2O, F-газы	CO_2	CO_2	Все	CO_2	CO_2	Все
Степень охвата общих выбросов юрисдикции	38%	40%	47%	89%	18%	18%	75%
Объект регулирования	Юр. лицо (транспорт); установка (прочее)	Установка	Установка	Юр. лицо	Юр. лицо	Юр. лицо	Юр. лицо
Способ установления квоты и базового показателя	Бенчмаркинг	Бенчмаркинг	Бенчмаркинг	Бенчмаркинг или на основе исторических выбросов	Бенчмаркинг или на основе исторических выбросов	Бенчмаркинг или на основе исторических выбросов	На основе исторических выбросов
Способ распределения первичных разрешений	Бесплатно (~40%), аукцион (~60%)	Бесплатно	Бесплатно	Бесплатно (~90%), аукцион (~10%)	–	–	–
Возможность зачета углеродных единиц добровольного рынка	Нет	Да (до 5% выбросов)	Да	Да (5-10%)	Да (до 33% выбросов)	Да (до 50% выбросов)	Да (неограниченно)
Механизм стабильности рынка	Да	Нет	Нет	Да	Да	Нет	Нет
Использование разрешений/кредитов других периодов	Да (с прошлых периодов)	Да	Нет	Да	Да (с прошлых периодов)	Да (с прошлых периодов)	Да (с прошлых периодов)
Штраф[12] за неисполнение, 2023 г.	118 долл./тCO_2-экв. (100 евро + инфляция с 2012 г.)	2,9-4,3 тыс. долл.	37 долл./тCO_2-экв.	77 долл./тCO_2-экв.	3,5 тыс. долл.	–	12 долл./тCO_2-экв.
Средняя цена[13], 2023 г. (за тонну CO_2-экв.)	90 долл. (аукцион); 90,3 долл. (вторичный рынок)	9,7 долл. (вторичный рынок)	1 долл. (вторичный рынок)	8,2 долл. (аукцион); 7,7 долл. (вторичный рынок)	4,6 долл. (вторичный рынок)	1 долл. (вторичный рынок)	8,2 долл. (вторичный рынок)

Источник: составлено автором.

[12] Пересчет по курсу доллара.
[13] Пересчет по курсу доллара.

Важно понимать, что участник обязательной системы торговли выбросами чаще всего платит не за все свои регулируемые фактические выбросы. На примере одной из самых «строгих» систем, а именно, системы торговли выбросами ЕС (Рисунок 2.2.6), автором был произведен расчет, который показывает, что сверх бесплатного распределения компании оплачивают до 33% своих выбросов. Самые большие доли покрытия выбросов платными разрешениями наблюдаются у нефтеперерабатывающего сектора и сектора прочих строительных материалов (33% и 26% соответственно). В случае системы торговли выбросами префектуры Саитама, которая относится к «японской» модели (Рисунок 2.2.7), максимальная доля покрытия выбросов углеродными кредитами, за которые надо заплатить, у химического сектора и сферы услуг (10% и 7% соответственно).

Таким образом, платежи распространяются не на все регулируемые выбросы, а только на часть из них: в «европейской» модели только та часть, которая идет поверх бесплатных квот – в пределах 33%, а в «японской» модели исключительно дисбалансы – в пределах 10%.

Бывают редкие исключения, когда участник обязан заплатить за все свои выбросы. Например, в системе торговли выбросами ЕС с 2013 года производители электроэнергии обязаны покупать 100% разрешений, необходимых для выработки электроэнергии. Однако и в данном случае для поддержания конкурентоспособности потребителей энергии были введены компенсации непрямых расходов за выбросы ПГ.

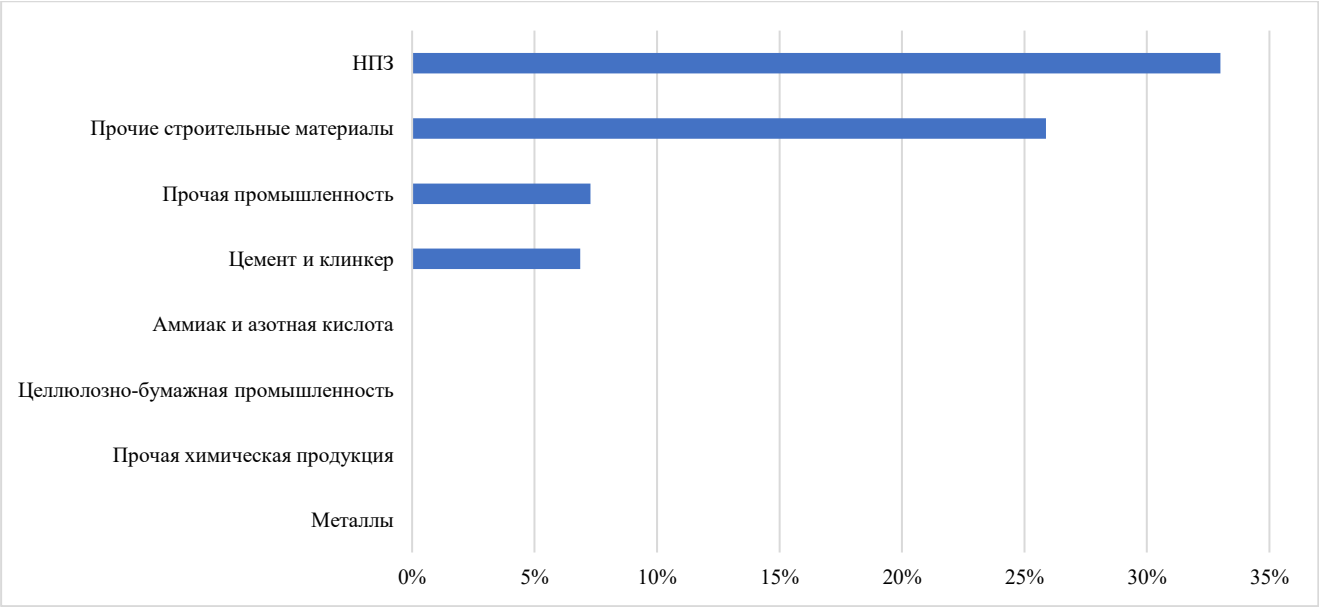

Рисунок 2.2.6 – Доля реального объема платежей, поступающих в рамках «европейской» модели системы торговли выбросами (на примере системы торговли выбросами ЕС), %
Источник: расчеты автора на основе [124].

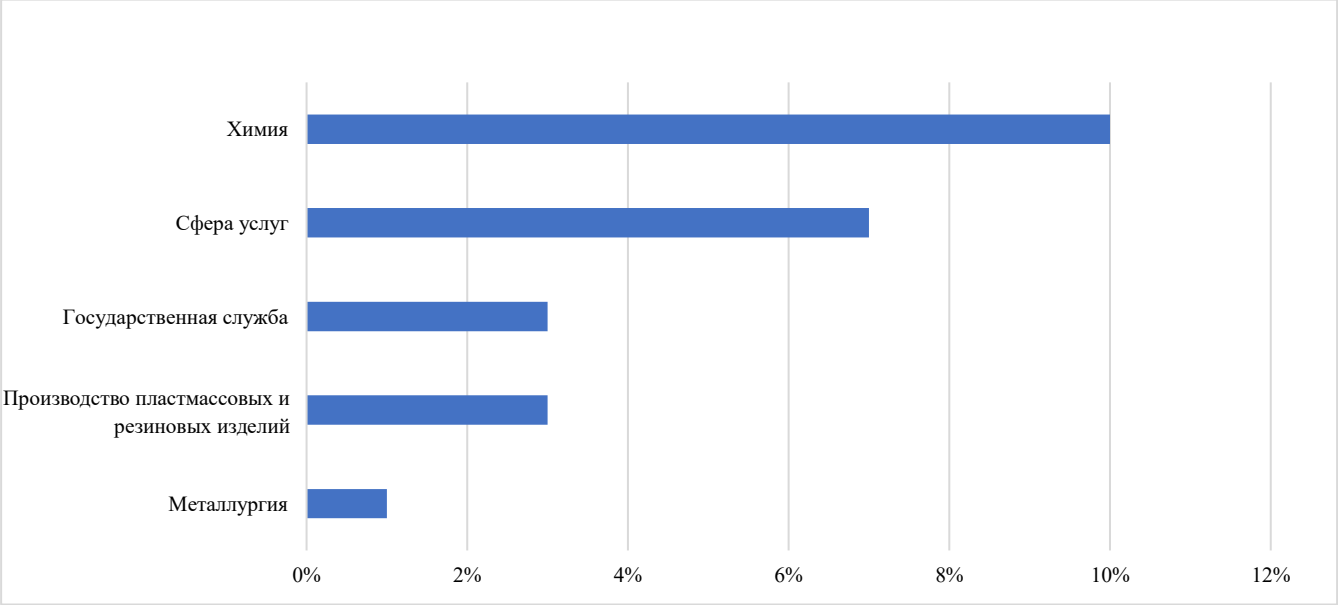

Рисунок 2.2.7 – Доля реального объема платежей, поступающих в рамках «японской» модели системы торговли выбросами (на примере системы торговли выбросами Саитама), %
Источник: расчеты автора на основе [125].

Углеродный налог

Еще один из видов механизмов ценообразования на выбросы ПГ – углеродный налог. В отличие от системы торговли выбросами, он напрямую устанавливает цену на выбросы ПГ на основе явной налоговой ставки [126], что делает углеродный налог самым понятным и простым с институциональной точки зрения. Чаще всего официальными налогоплательщиками являются поставщики,

производители, импортеры топлива и электроэнергии, однако платеж может перекладываться и на конечных потребителей. Также платеж распространяется на определенные виды энергоресурсов. Это могут быль газ, нефть и электроэнергия, как в Нидерландах, так и большое разнообразие энергетических продуктов, как во Франции (Таблица 2.2.4).

Таблица 2.2.4 – Энергоресурсы, с которых взимается углеродный налог в разных странах

	Уголь	Природный газ	Нефть	Бензин	Дизельное топливо	Сжиженные углеводородные газы	Печное топливо	Электроэнергия
Финляндия	■	■	■	■	■			■
Нидерланды		■	■					■
Норвегия		■	■	■	■	■		
Швеция	■	■	■	■		■	■	
Дания	■	■	■					■
Великобритания	■	■				■		■
Франция	■	■	■	■	■	■	■	■

Источник: составлено автором на основе [127].

Можно выделить два типа углеродного налога: прямой и косвенный. Налоговой базой прямого налога является фактический объем выбросов ПГ. В качестве примера страны, где применяется прямой углеродный налог, можно привести Нидерланды, где такой налог является своеобразной надстройкой над системой торговли выбросами ЕС [128]. Ставка углеродного налога прямо связана с ценой промышленных выбросов тонны CO_2, но для участников системы торговли выбросами ЕС эта цена уменьшается на цену разрешения, при этом итоговая сумма не может быть меньше нуля.

Косвенный налог накладывается на потребление топлива и рассчитывается пропорционально образованию ПГ от каждой единицы топлива. Такой тип налога проще ввести, поскольку не все компании отчитываются о своих выбросах ПГ из-за их небольшого годового объема или отсутствия системы мониторинга фактических выбросов парниковых газов, к тому же теоретические выбросы от фактического потребления проще рассчитать и зафиксировать. Кроме того, такое налогообложение можно ввести по подобию акциза. В качестве примеров стран, где введен косвенный углеродный налог, можно привести Великобританию, Норвегию, Францию, Швецию, Швейцарию и Данию (Таблица 2.2.5) [129].

Таблица 2.2.5 – Характеристики углеродного налога в разных странах

Страна	Тип налога	Официальный плательщик	Принцип компенсации за счет уменьшения других налогов	Направления расходования
Великобритания	Косвенный	Поставщики топлива и электроэнергии	• Снижение взносов на социальное страхование	• Финансирование ряда инициатив в области энергоэффективности, таких как Carbon Trust • Финансирование государственных природоохранных программ • Общие бюджетные расходы
Нидерланды	Прямой	Участники системы торговли выбросами ЕС	• Снижение общей налоговой нагрузки для физических лиц и предприятий	• Проекты декарбонизации
Норвегия	Косвенный 1	Организации, добывающие нефть и природный газ	–	• Проекты декарбонизации • Фонд для развивающихся стран по борьбе с изменением климата • Общие бюджетные расходы
	Косвенный 2	Потребители нефтепродуктов и природного газа	• Налоговые льготы	• Общие бюджетные расходы
Франция	Косвенный	Производители и импортеры углеводородных топлив и электроэнергии	• Сокращение других налогов	• Общие бюджетные расходы
Швеция	Косвенный	Импортеры, дистрибьюторы, крупные потребители углеводородного топлива, которое используется для отопления или на транспорте	• Сокращение энергетического налога • Сокращение подоходного налога для домохозяйств • Сокращение социальных отчислений для работников	• Общие бюджетные расходы (50% от всех поступлений углеродного налога). Оставшаяся часть идет на компенсацию – уменьшение энергетического и подоходного налогов)
Швейцария	Косвенный	Потребители, производители, импортеры углеводородного топлива	–	• Треть доходов (не более 450 млн франков) направляется на финансирование программ в области энергоэффективности и технологий возобновляемой энергетики; около 25 млн франков идет в фонд технологий для поддержки инновационных компаний • Оставшаяся часть поступлений распределяется между населением (в расчете на душу населения) и предприятиями (пропорционально фонду заработной платы этих компаний)
Дания	Косвенный	Домохозяйства и промышленность (потребители нефтепродуктов, угля, природного газа, электроэнергии)	• Сокращение энергетического налога • Сокращение подоходного налога для домохозяйств • Сокращение социальных отчислений для работников	• Субсидирование внедрения экологических инноваций

Источник: составлено автором на основе [130].

По сравнению с системой торговли выбросами, углеродный налог может обладать большей финансовой нагрузкой на эмитентов, поскольку налог применяется ко всем выбросам или топливу, если в правилах налогообложения не указано иное. В случае системы торговли выбросами чаще всего на первых этапах разрешения или углеродные кредиты распределяются бесплатно, или же разрешенный объем выбросов устанавливается исходя из исторических выбросов компании, что не создает значительных финансовых обременений.

Чтобы избежать высокой финансовой нагрузки для чувствительных субъектов экономики от внедрения углеродного налога, применяются различные компенсационные и защитные методы (Таблица 2.2.6). Например, в Швеции и Дании сокращают размер энергетического налога, подоходного налога для домохозяйств и социальных отчислений для работников. В Швейцарии часть поступлений распределяется между населением (в расчете на душу населения) и предприятиями (пропорционально их фонду заработной платы) [131].

Таблица 2.2.6 – Примеры льготного налогообложения или освобождения от углеродного налога в разных странах

Страна	Льготное налогообложение	Освобождение от налогообложения
Великобритания	• Льготные ставки (скидка от 77% до 93%) в случае подписания Climate Change Agreement с обязательством по снижению среднего потребления энергии	• Домохозяйства • Некоммерческие и благотворительные организации • Неэнергетические нужды • Топливо, используемое транспортом и др.
Нидерланды	–	• Промышленные установки, эксплуатирующиеся для выращивания сельскохозяйственной продукции в теплицах • Промышленные установки, эксплуатирующиеся для центрального отопления
Норвегия	• Пониженная ставка для участников системы торговли выбросами ЕС • Пониженные ставки для нефтепродуктов, используемых во внутренней авиации, и для газа, используемого в тепличных хозяйствах	–
Франция	• Пониженная ставка для участников системы торговли выбросами ЕС • Пониженная ставка для транспорта и сельского хозяйства	• Потребление для собственных нужд до определенного порога не облагается налогом
Швеция	• Для энергоемких производств вводится потолок по налоговым выплатам	• Участники системы торговли выбросами ЕС • Ископаемое топливо, сжигаемое для производства электроэнергии • Горнодобывающая промышленность, сельское и лесное хозяйство, всего охвачено около 68% выбросов • Промышленные цели, не связанные с отоплением • Коммерческое использование топлива для морских или авиационных целей
Швейцария	• Льготные программы при выполнении определенных обязательств по сокращению выбросов и увеличению энергоэффективности. Если выбросы ПГ	• Участники системы торговли выбросами ЕС

	компании окажутся ниже ее целевого показателя в данном году, то она сможет продать разницу. Если выше, то необходимо заплатить штраф	
Дания	• Введен потолок для энергоемких компаний в зависимости от доли начисленных налогов за выбросы/энергию в объемах продаж	–

Источник: составлено автором на основе [132, 133].

Добровольный рынок

Добровольный рынок отличается от обязательного тем, что в нем могут участвовать частные лица, различные фирмы и другие субъекты по своему желанию. Добровольный рынок представляет собой площадку, где компании добровольно выпускают, продают и покупают углеродные единицы – верифицированные результаты реализации климатического проекта, выраженные в тCO_2-экв. [134]. Климатические проекты могут реализовывать государственные или частные компании, некоммерческие и бюджетные организации.

Верификация результата климатического проекта в виде сокращения выбросов или увеличения поглощения ПГ реализуется аккредитованными организациями по национальным или международным углеродным стандартам, таким как, Global Carbon Council, Verra, CORSIA и др. Например, при высадке деревьев сокращается выброс ПГ, и это сокращенное количество выбросов можно зарегистрировать в качестве углеродных единиц и продать на добровольном рынке компаниям, которые могут преследовать следующие цели:

- выполнение внутренних целей компании (стратегия корпоративной социальной ответственности);
- улучшение имиджа компании;
- позиционирование перед инвестором;
- нивелирование части выбросов в рамках обязательного углеродного рынка, если это предусмотрено механизмом углеродного ценообразования, как, например, в Китае, Казахстане, Южной Корее и России.

То есть компании, покупающие углеродные единицы, сами выбросы не сокращают, но косвенно способствуют сокращению выбросов, посредством финансирования компаний, выпускающих углеродные единицы.

Процесс функционирования добровольного рынка устроен следующим образом. На первом шаге реализуется климатический проект, направленный на сокращение или увеличение поглощения нетто-выбросов. Далее объем сокращенных выбросов благодаря проекту (по сравнению со сценарием его отсутствия) проходит процесс верификации, и на этот объем регистрируются углеродные единицы. После чего на добровольном рынке происходит реализация углеродных единиц. И компания-эмитент погашает свои выбросы за счет приобретенных углеродных единиц на добровольном рынке.

Существует три вида добровольного рынка:

- международные механизмы по стандартам международных организаций, например, механизмы рамочной конвенции ООН;
- независимые механизмы по стандартам независимых организаций, например, Verra, Gold Standard, Climate Action Reserve, American Carbon Registry и др.;
- национальные и региональные механизмы по стандартам регуляторов.

Третий вид добровольного рынка представляет особый интерес, поскольку часто такие добровольные рынки внедряются параллельно с обязательными механизмами и дают возможность компаниям, которые обязаны покрывать свои выбросы за счет разрешений или углеродных кредитов, выполнять часть обязательств посредством покупки углеродных единиц. Однако в некоторых случаях, как в Китае, углеродными единицами можно покрыть лишь часть выбросов, например, 5–10%. На данный момент такие национальные стандарты действуют, например, в Южной Корее, Китае, Казахстане и России.

Хотя углеродные единицы могут быть выпущены по международным и национальным стандартам, однако действия на добровольном рынке редко признаются уполномоченными национальными или региональными органами, что затрудняет их учет в рамках работы обязательного механизма ценообразования на выбросы ПГ. Также не распространена связь между реестрами, конвертация углеродных единиц различных реестров возможна при взаимном признании стандартов.

Также проблема различных стандартов углеродных единиц заключается в вероятности двойного учета, когда единицы могут отражаться на балансе страны размещения климатического проекта и страны независимого механизма, отвечающего за стандарт. Некоторые независимые организации готовы к корректировкам, которые могут решить проблему, а некоторые считают, что это лишь усложнит процесс. Такие разногласия могут также замедлить процесс становления взаимозачета единиц разных стандартов даже в рамках независимых механизмов.

Сомнения в качестве и эффективности приводят к снижению оборотов и цен на выбросы на добровольном рынке. В программных документах им также отводится второстепенная роль. Особенно вызывают сомнения результаты природно-климатических проектов, например высадка деревьев или охрана лесов для поглощения CO_2 [135].

Таким образом, добровольный рынок дает возможность компаниям заработать на реализации углеродных единиц климатических проектов, тем самым покупатели таких единиц могут выполнить внутренние цели компании или частично выполнить свои обязательства в рамках обязательного механизма ценообразования на выбросы ПГ, спонсируя низкоэмиссионные решения. Однако у добровольного рынка существует ряд недостатков:

- *Возможность двойного учета.* Углеродная единица может одновременно отображаться в независимой системе и на балансе компании.
- *Сомнения в качестве и эффективности углеродных единиц.* Это приводит к отказу использования единиц добровольного рынка для исполнения обязательств в системах торговли выбросами некоторых стран. Пример: 73% кредитов механизма чистого развития Киотского протокола за 2013–2020 годы не подтверждают реальное сокращение выбросов [26].
- *Проблема взаимозачета углеродных единиц.* Национальные стандарты одной страны не признаются другими странами.

Социальная цена углерода

Социальная цена углерода – это стоимостной эквивалент ущерба от выброса одной тонны ПГ. Это также оценка выгоды от любых действий, предпринятых для сокращения выбросов ПГ. Если выгоды превышают ущербы, то значение социальной цены углерода отрицательно. Социальная цена углерода выражается в денежной единице (например, руб.) на тCO_2-экв.

Социальная цена углерода основывается на следующих предпосылках. Изменение климата влечет за собой социально-экономические последствия, корректируя параметры функционирования хозяйственных систем и создавая риски для инфраструктуры и здоровья населения. Поскольку указанные эффекты носят преимущественно негативный характер, изменению климата ставятся в соответствие ущербы: как прямые потери основных фондов и ущерб здоровью населения, так и затраты государства и бизнеса на адаптационные мероприятия. При этом климатические изменения в значительной мере определяются антропогенными выбросами ПГ, устойчиво возрастающими на протяжении последних десятилетий. Совокупность данных предпосылок обосновывает теоретический подход к измерению стоимости выбросов ПГ через величину порождаемых ими ущербов.

Особенность социальной цены углерода, как практического механизма, заключается в том, что она используется в качестве «фиктивной» величины. В понятии социальной цены углерода определение «социальное» указывает на то, что данная величина выходит за рамки монетарной цены. Например, при рассмотрении организацией вопроса о реализации инвестиционного проекта обычно сопоставляются доходы и расходы в денежном выражении [137]. Применение социальной цены углерода в анализе затрат и выгод позволяет учитывать показатель изменения выбросов ПГ в результате реализации проекта. При увеличении выбросов ПГ их объем умножается на значение социальной цены углерода и прибавляется к затратам. Эта дополнительная величина отражает затраты, которые будет вынуждено понести общество в результате изменения климата. И наоборот, если выбросы в результате реализации проекта уменьшились,

объем сокращений, умноженный на социальному цену углерода, прибавляется к выгодам, повышая социально-экономическую эффективность проекта. Так, реальные платежи за выбросы отсутствуют, но их «мнимая» оценка влияет на принятие одной из альтернативных опций в отношении инвестиционного проекта. Социальная цена углерода подходит для разработки стратегий в области окружающей среды, транспорта и энергетики, тарифообразования на электроэнергию, оценки природных ресурсов, государственных закупок, расчета ставки углеродного налога и др.

Однако социальная цена углерода имеет ряд особенностей.

1. *Сложность учета всех ущербов.* В определении не прописано, какие именно ущербы учтены при расчете социальной цены углерода. Это могут быть экономические ущербы, ущербы здоровью населения, косвенные ущербы и т.д.

2. *Сложность учета региональных особенностей.* Размер социальной цены углерода зависит от ущербов, которые, в свою очередь, зависят от месторасположения тех территорий, для которых проводится расчет социальной цены углерода. Например, для прибрежных территорий ущерб от затопления будет выше, а ущерб, вызванный сокращением производительности труда или миграции из-за повышенной температуры, будет более ощутимым на южных территориях.

3. *Выбор ставки дисконтирования*. Последствия изменения климата проявляются в течение очень длительного периода времени, что требует рассмотрения вопроса о том, как оценивать будущие затраты сегодня. Для этого применяется ставка дисконтирования. Например, положительная ставка дисконтирования снижает значимость будущих затрат. А при нулевой ставке дисконтирования затраты в разные периоды времени оценивались бы одинаково. Выбор ставки часто вызывает споры, особенно в контексте разных поколений. В научном сообществе нет единого мнения относительно «правильной» ставки дисконтирования. Кроме того, выбор ставки оказывает значительное влияние на итоговые оценки социальной цены углерода. Более низкие значения ставки дисконтирования повышают стоимость будущих затрат, что приводит к более высоким значениям социальной цены углерода.

Некоторые страны, несмотря на сложности расчета социальной цены углерода и ее относительно большую величину, уже применяют данный показатель для анализа и разработки стратегий. Социальная цена углерода используется в правительствах США (в 15 штатах) и Канады для оценки тех или иных мер политики, которые влияют на выбросы ПГ. Например, если при введении рассматриваемых мер стоимость предотвращения одной тонны выбросов ПГ меньше, чем социальная цена углерода, то такие меры окупаются. В противном случае затраты на реализацию политики превышают выгоды [138].

В США социальная цена углерода уже применяется для разработки стратегий в таких видах экономической деятельности, как электроэнергетика, транспорт, промышленность, ЖКХ и здания. Приведем конкретные примеры. В 2023 году вышел закон штата Миннесота, согласно которому комиссия по коммунальным услугам обязана использовать обновленные значения социальной цены углерода, предложенные агентством по охране окружающей среды (англ. Environmental Protection Agency, далее EPA), для количественной оценки и установления диапазона экологических затрат, связанных с каждым методом производства электроэнергии [139]. Например, для выбросов в 2030 году эти значения составляют 140–380 долларов в ценах 2020 года.

В октябре 2021 года Комиссия по контролю качества воздуха штата Колорадо приняла новое постановление «Управление выбросами парниковых газов и энергопотреблением для производителей в Колорадо» (англ. Greenhouse Gas Emissions and Energy Management for Manufacturing, далее GEMM). Производители стали и цемента, соблюдающие GEMM, должны использовать социальную цену углерода в качестве порога экономической эффективности для мер по сокращению выбросов ПГ. Для оценок в качестве минимального значения социальной цены углерода необходимо использовать оценки межведомственной рабочей группы по социальной стоимости ПГ (англ. Interagency Working Group, далее IWG) с 2,5% дисконтирования [140]. Так, например, для выброса одной тонны CO_2 в 2024 году социальная цена углерода с такой ставкой дисконтирования составляет 82 доллара в ценах 2020 года.

Департамент транспорта штата Колорадо разрабатывает новые правила, призванные изменить подход штата к инвестициям в транспортную инфраструктуру, а именно включить социальную цену углерода в расчет экономических выгод. В данном подходе за основу оценки социальной цены углерода также используются результаты агентства IWG с 2,5% дисконтирования [141].

Можно заметить, что разные комиссии штатов ориентируются на разные значения социальной цены углерода. Однако существует государственная оценка данной величины. Еще в 2016 году администрация Б. Обамы сделала оценку социальной цены углерода в 42 доллара для 2020 года. Администрация Д. Трампа использовала гораздо более низкие значения, оценив, что ущерб, нанесенный той же тонной, составляет от 1 до 8 долларов. Когда президент Дж. Байден только вступил в должность в 2021 году, он временно скорректировал эту цифру до 51 доллара [142]. Также в это время была сформирована межправительственная группа EPA. В 2023 году EPA оценивала социальную цену углерода в 190 долларов на 2020 год. Из года в год это значение увеличивается. Предполагается, что, например, тонна выбросов CO_2 обойдется в 208 долларов в 2024 году при ставке дисконтирования 2%. На данный момент все еще существуют разногласия из-за существенной разницы в оценках социальной цены углерода, и межведомственная группа все еще продолжает свою работу по уточнению оценок.

В таблице 2.2.7 приведены оценки социальной цены углерода трех агентств США, а именно: EPA, IWG и департамента охраны окружающей среды штата Нью-Йорк (англ. New York State Department of Environmental Conservation, далее NYS DEC). В оценках EPA используются ставки дисконтирования 1,5%, 2% и 2,5%, IWG использует ставки 2,5%, 3% и 5%, а NYS DEC − 1% и 2%. У всех трех агентств нет общей ставки дисконтирования, что усложняет сравнение, поэтому в таблице 2.2.7 приведены значения социальной цены углерода со ставкой дисконтирования 2% и 2,5%. Также при расчете социальной цены углерода важно обозначить год введения социальной цены углерода (год анализа). Это год, когда лицо, проводящее анализ стоимости и выгод (ущербов), непосредственно проводит данный анализ и считает

ущерб от выброса ПГ посредством введения в рассматриваемом году социальной цены углерода. Также в рамках сравнения автор предполагает, что в 2021 году произошел выброс одной тонны CO_2, которая создает разный ущерб в зависимости от года наблюдения.

Таблица 2.2.7 – Оценки социальной цены углерода EPA, IWG и NYS DEC, долл./тCO_2 (цены 2020 года, год выброса 1 тCO_2 – 2021)

Год введения социальной цены углерода	NYS DEC (2%)	EPA (2%)	EPA (2,5%)	IWG (2,5%)
2024	135	209	128	84
2025	137	213	131	86
2026	140	218	135	88
2027	143	222	138	90
2028	146	226	141	92
2029	149	231	145	95
2030	152	235	149	97
2031	155	240	152	99
2032	158	245	156	102
2033	161	250	160	105
2034	164	255	164	107
2035	168	260	168	110
2036	171	265	172	113
2037	174	270	177	115
2038	178	276	181	118
2039	181	281	186	121
2040	185	287	190	124

Источник: составлено автором на основе [143].

Для оценки экономических выгод от сокращения выбросов правительство Канады также использует социальную цену углерода с 2010 года. Первоначальное значение социальной цены углерода составляло 25 канадских долларов за тонну. В 2016 году был опубликован технический отчет для оценки социальных издержек от выбросов ПГ, выполненный Министерством окружающей среды и изменения климата Канады [144]. Он включает в себя промежуточные обновления значений социальной цены углерода, которые вступили в силу для федеральных министерств и агентств 12 декабря 2022 года. Обновленные оценки в настоящем документе идентичны тем, которые были приняты EPA США, пересчитанные в канадскую валюту в ценах 2021 года [145]. Есть лишь небольшие отличия в выборе ставки дисконтирования. Вместо использования трех ставок дисконтирования канадская группа рекомендовала использовать только ставку 3%. Еще одно различие с подходами в расчете социальной цены углерода в США и Канаде связано с ее использованием для оценки выбросов ПГ, не связанных с CO_2. Изначально в США

социальная цена углерода использовалась лишь для CO_2. Хотя, например, CH_4 обладает гораздо бóльшим потенциалом потепления, и его последствия ощущаются гораздо сильнее. Поэтому в Канаде был сделан расчет социальной цены углерода для таких ПГ, как CO_2, CH_4, N_2O. В последнем отчете EPA также были добавлены оценки для CH_4, N_2O.

В 2018 году Секретариат Казначейского совета Канады (англ. Treasury Board of Canada Secretariat) обновил свое руководство анализа затрат и выгод и включил обновленные значения социальной цены углерода в качестве официальной денежной стоимости выбросов ПГ, которая будет использоваться при нормативно-правовом анализе во всех министерствах и агентствах. Департаменты и агентства правительства Канады обязаны проводить анализ затрат и выгод от нормативных предложений в рамках своих заявлений об анализе регулирующего воздействия. Анализ затрат и выгод помогает информировать лиц, принимающих решения, заинтересованные стороны и широкую общественность о потенциальном положительном и отрицательном воздействии нормативных актов на здоровье, безопасность, окружающую среду и экономику.

Также стоит отметить, что социальную цену углерода можно сопоставить с таким понятием, как углеродный налог. Но это не одно и тоже. Социальная цена углерода – это оценка глобального ущерба, связанного с одной тонной выбросов углерода, то есть это метрика, а не политика. В отличие от социальной цены углерода, углеродный налог – это внутренняя политика по сокращению выбросов ПГ, которая стимулирует людей и предприятия к сокращению выбросов.

Углеродный налог напрямую устанавливает цену на выбросы, определяя явную налоговую ставку, то есть цену за тCO_2-экв. Ставка углеродного налога может стремиться к социальной цене углерода, чтобы эмитент смог заплатить за причиненный ущерб от выброса ПГ. Однако на данный момент ставка налога ниже по причине того, что значение социальной цены углерода слишком высоко, и ее обязательная уплата может привести к значительному удорожанию топливно-энергетических ресурсов, которые облагаются углеродным налогом. Например, согласно работе L. Dattaro [146], социальная цена углерода должна составлять 220

долл. за тонну CO_2, в то время как самый высокий налог, который установлен в Уругвае, составляет 159 долл. за тонну.

Таким образом, социальная цена углерода – это экономическое измерение реальных последствий изменения климата на глобальном и/или региональном уровнях. В данном рассмотрении изменение климата принимается как факт и происходит расчет эффектов. В то время как углеродный налог – механизм борьбы с выбросами ПГ, который может способствовать сокращению выбросов благодаря стимулированию внедрению новых технологий [147, 148].

Также стоит отметить наличие большого разброса оценок социальной цены углерода. Помимо оценок ведомств США и Канады, существуют и другие значения. Например, по данным Федерального агентства по окружающей среде Германии (англ. German Federal Environmental Agency), в 2018 г. социальная цена углерода составляла 180 евро/тCO_2, когда в рамках первоначальных расчетов в 2016 году размер социальной цены углерода составлял 80 евро/тCO_2 [149]. В 2018 г. специалисты Школы глобальной политики и стратегии университета Сан-Диего, Европейского института экономики и охраны окружающей среды и Исследовательского института Карнеги в университете Стэнфорда рассчитали, что среднее значение социальной цены углерода составляет 417 долл./тCO_2 [150]. Однако существуют оценки социальной цены углерода, имеющие отрицательные значения, например -6,8 долл./тCO_2-экв. для США [151].

Стоит также отметить большой разброс значений ставки дисконтирования. Как было описано выше, агентства США EPA, IWG и NYS DEC в своих расчетах предлагают 3 ставки, одну из которых рекомендуют в качестве основной. Далее правительства или лица, проводящие анализ затрат и выгод, самостоятельно выбирают ставку дисконтирования. Однако часто ведомства делают пересчет социальной цены углерода, учитывая дополнительные ущербы, но ставка дисконтирования в течение нескольких лет между расчетами и публикацией новых оценок социальной цены углерода остается неизменной [152].

К наиболее известным специалистам, занимающимися исследованиями социальной цены углерода и ставки дисконтирования, можно отнести N. Stern, W. Nordhaus и других ученых.

N. Stern в 2006 году предложил ставку дисконтирования в размере 1,4% [153]. Он привязывал эту величину к средним темпам роста потребления на душу населения в течение 200 лет. Однако некоторым исследователям полученное значение ставки показалось довольно низким для такого долгосрочного периода, поскольку горизонт планирования в 200 лет затрагивает социальные интересы многих поколений. Так, W. Nordhaus выступил с резкой критикой N. Stern, считая предложенный им показатель ставки дисконтирования заниженным [154]. W. Nordhaus предложил увеличить ставку дисконтирования до 4,25%, однако через десять лет уточнил свою позицию. Для центрального из нескольких предлагаемых им сценариев ставка дисконтирования была установлена в размере 3% в год до 2050 г. [155]. Однако значение социальной цены углерода, относительно других работ, было довольно низким, а именно 31,2 долл.(2010)/тCO_2.

Таким образом, анализ литературы показывает, что разброс международных оценок социальной цены углерода довольно существенный. Социальная цена углерода может иметь как отрицательные значения, так и достигать несколько сотен долларов за тонну CO_2-экв. Разброс возникает из-за учета разного набора факторов, влияющих на итоговое значение, а также из-за выбора ставки дисконтирования.

2.3 Опыт использования механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов за рубежом и в России[14]

Опыт применения механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов за рубежом

В XXI в. Механизмы ценообразования на выбросы ПГ активно применяются во многих странах мира для достижения целей проводимой климатической политики. Среди основных механизмов выделяют углеродный налог и систему торговли выбросами. К 2025 году доля покрытия мировых выбросов этими двумя

[14] В данном параграфе используется текст работ автора [117, 118, 156].

механизмами составила 28%, что почти в 5 раз больше значения 2010 года (Рисунок 2.3.1).

Общее число систем торговли выбросами в 2025 году во всем мире насчитывает 37 механизмов: 5 систем торговли выбросами действуют на уровне городов, 28 систем на уровне регионов, провинций и штатов, 13 систем на уровне стран и 1 система торговли выбросами на надгосударственном уровне [1, 42]. Данный механизм ценообразования на выбросы ПГ обладает наибольшим покрытием мировых выбросов: в 2026 году на их долю пришлось 26% выбросов ПГ. Система торговли выбросами ЕС является самой первой системой, которая была запущена в 2005 году. Это была крупнейшая система торговли выбросами по охвату выбросов ПГ до 2021 года, когда была внедрена национальная система торговли выбросами Китая: в 2021 году охват выбросов системой составил 4,5 млрд тCO_2 в год, 40% от всех выбросов CO_2 Китая или 9% от мировых выбросов, причем механизм охватывал только электроэнергетику. В 2025 году 15 п.п. из всего мирового охвата в 23% приходится на систему торговли выбросами Китая. Однако, несмотря на наибольший охват мировых выбросов, национальная система торговли выбросами Китая на данный момент не приносит доходы государству из-за того, что разрешения на первичном рынке эмитенты получают бесплатно, чего нельзя сказать про систему торговли выбросами ЕС, где с каждым этапом происходит ужесточение правил. Если на первом этапе первичные разрешения, получаемые участниками, были также полностью бесплатными, то постепенно доля платных единиц увеличивалась до 57%, что принесло правительствам стран ЕС около 42 млрд долл. Южная Корея также начинает постепенно сокращать долю бесплатных разрешений, которая на данный момент составляет 90%, что также приводит к увеличению доходов правительства.

Что касается углеродного налога, основными странами, применяющими данный механизм ценообразования на выбросы ПГ, являются Япония и страны ЕС. Углеродный налог Японии занимает 2 п.п. охвата мировых выбросов (Рисунок 2.3.1), что приносит в бюджет страны более 1,6 млрд долл. в год.

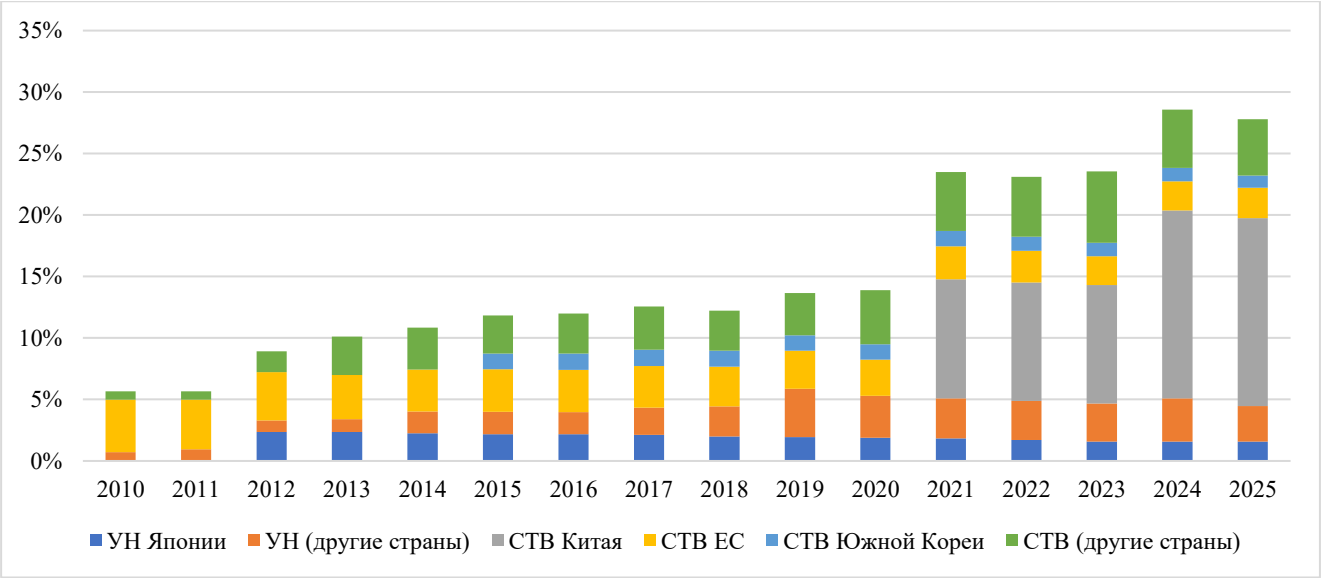

Рисунок 2.3.1 – Доля охвата мировых выбросов ПГ углеродным налогом и системами торговли выбросами, %[15]
Источник: World Bank [157].

Таким образом, применение механизмов ценообразования на выбросы ПГ, в частности системы торговли выбросами и углеродного налога, может стать источником дохода бюджетов правительств вследствие уплаты налога компаниями или продажи разрешений на выбросы. Наибольшую доходность приносят углеродные налоги из-за фиксированной ставки, а также «развитые» системы торговли выбросами, которые существуют в стране продолжительное время, вследствие чего объем бесплатных разрешений сокращается со временем. Примерами таких механизмов, приносящих существенный объем доходов, могут быть углеродный налог в Японии вследствие большого объема покрытия выбросов страны, а также система торговли выбросами ЕС из-за существенного сокращения объема бесплатных разрешений со временем (Рисунок 2.3.2).

Полученные вследствие применения механизмов ценообразования на выбросы ПГ бюджетные доходы могут поступать как в общий бюджет, так и иметь целевое расходование, например, на проекты декарбонизации, направленные на снижение объемов выбросов ПГ в атмосферу. Также бюджетные доходы могут быть направлены на частичную компенсацию затрат плательщикам в виде снижения других налогов или прямых выплат. Основная часть доходов от системы торговли

[15] Здесь и далее: УН – углеродный налог, СТВ – система торговли выбросами.

выбросами способствует развитию проектов декарбонизации, а именно внедрению низкоэмиссионных инноваций, развитию инициатив в области энергоэффективности и др. В случае углеродного налога основная часть доходов поступает в общий бюджет. Причем углеродному налогу присуща компенсация затрат: около трети доходов от данного механизма углеродного ценообразования в 2021 году было потрачено на компенсацию. В то время как основная часть доходов от системы торговли выбросами, а именно 75% от поступлений 2021 года, была использована на развитие низкоэмиссионных проектов (Рисунок 2.3.3).

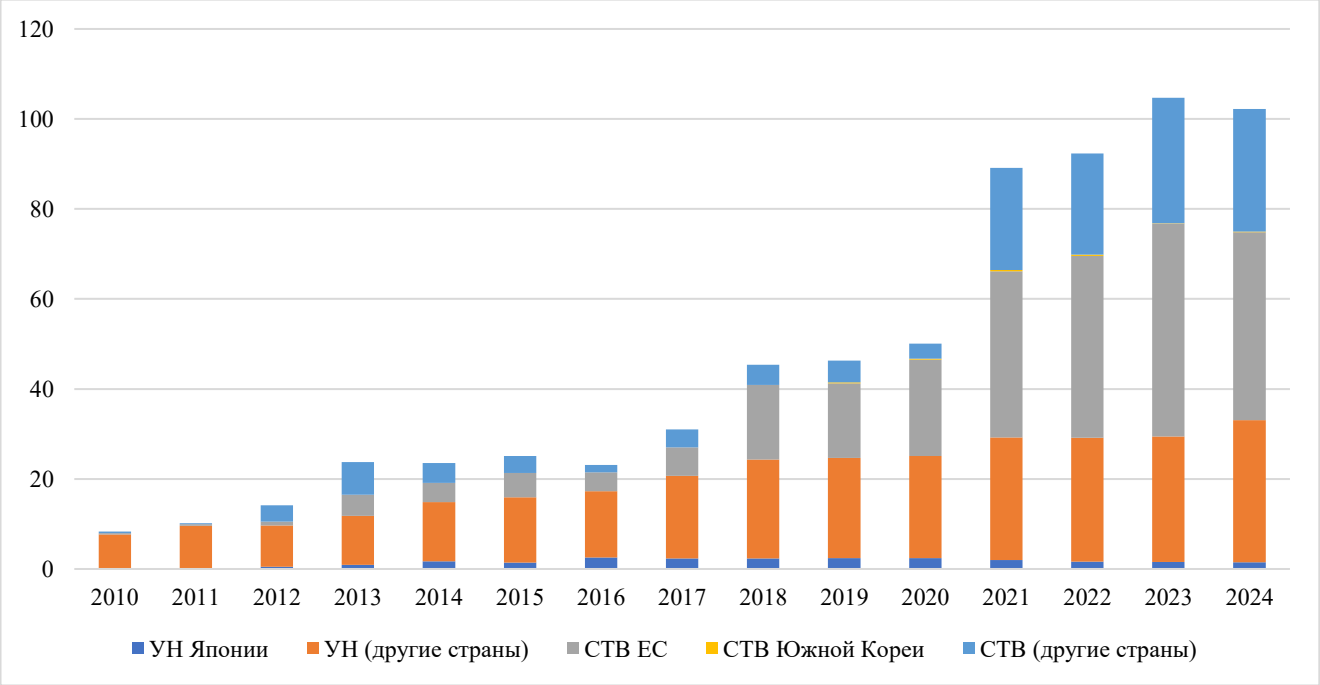

Рисунок 2.3.2 – Доходы правительств от введенного механизма ценообразования на выбросы парниковых газов, млрд долл.
Источник: World Bank [157].

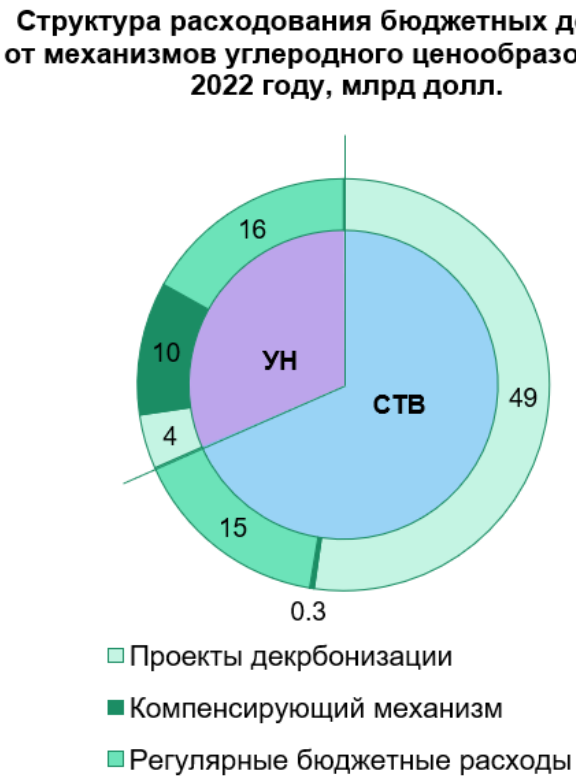

Рисунок 2.3.3 – Структура расходования бюджетных доходов от механизмов углеродного ценообразования в мире в 2022 году, млрд долл.
Источник: World Bank [157].

Стоимость одной тонны выбросов ПГ существенно отличается по странам. Самые высокие цены у стран, которые раньше всех ввели механизмы ценообразования на выбросы ПГ и со временем повышают ставку налога или цену единиц. А именно, самая высокая ставка углеродного налога наблюдается у скандинавских стран (углеродный налог был введен в Финляндии в 1990 году, в Швеции и Норвегии в 1991 году) и Швейцария (в 2008 году), а самые дорогие разрешения в системе торговли выбросами ЕС (Рисунок 2.3.4). В 2025 году ставка углеродного налога варьировалась от 0,1 долларов за тонну (Польша) до 159 долларов (Уругвай). Диапазон цен в системах торговли выбросами составлял 0,7–70 долларов за тCO_2-экв. (в Индонезии и ЕС соответственно).

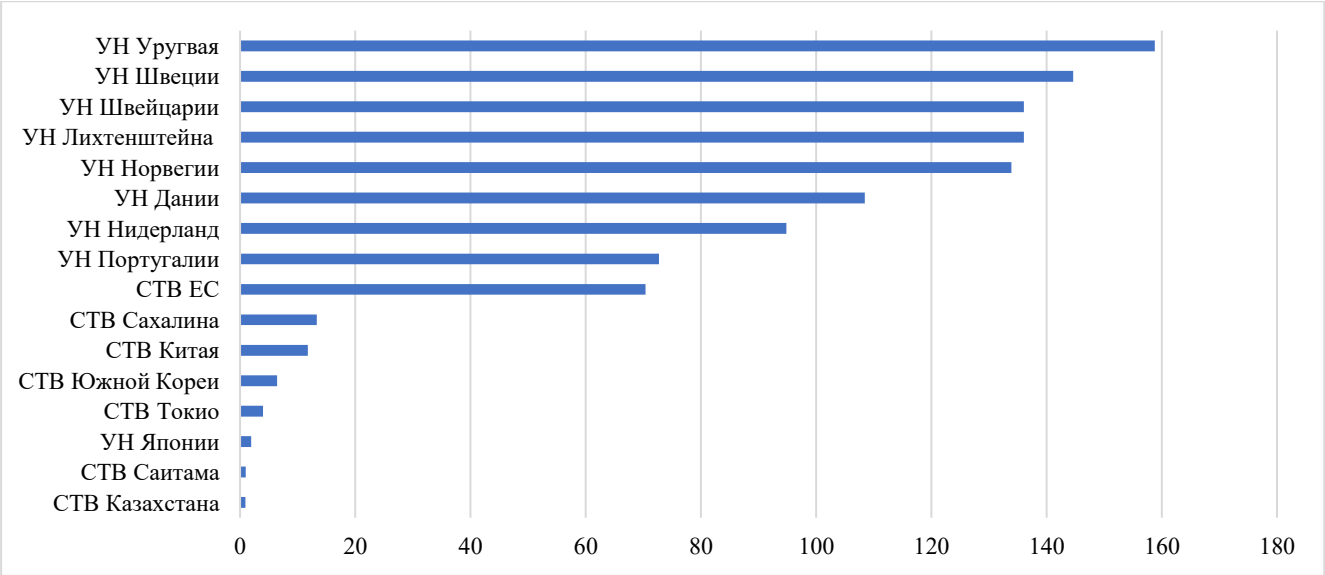

Рисунок 2.3.4 – Цена на выбросы ПГ в разных странах в 2025 году, долл./тCO_2-экв.
Источник: World Bank [157].

Помимо системы торговли выбросами и углеродного налога, добровольные рынки также применяются во многих странах мира: в 2021 году суммарных охват выбросов ПГ добровольным рынком составил около 1,3 млрд тCO_2-экв., что составляет 8% мировых выбросов ПГ [158]. В 2021 году объем выпущенных углеродных единиц составил 478 млн тCO_2-экв. Распределение по всем три видам добровольных рынков, а именно международным, независимым и национальным механизмам, составило 11%, 74% и 15% соответственно. На данный момент углеродные единицы компенсируют 5–10% выбросов компаний в мире.

Перечисленные в разделе 2.2 недостатки и отличия стандартов разных добровольных рынков влияют на спрос и цены углеродных единиц. В настоящее время спрос превышает предложение в два раза [159]. При этом реализуется ограниченная номенклатура углеродных единиц, востребованная в юрисдикциях всего нескольких стран (Япония, Сингапур, Корея, Швейцария, Швеция) [160]. И если цены углеродных единиц варьируются в диапазоне 1–10 долл./тCO_2-экв., и средневзвешенное их значение составляет всего 4 долл./тCO_2-экв., то средневзвешенные цены систем торговли выбросами и ставки углеродных налогов достигают 25 долл./тCO_2-экв.

Однако в будущем развитие программы CORSIA, которая обязует авиакомпании стран-участниц при совершении международных перелетов

компенсировать превышение базового показателя с помощью покупки определенных углеродных единиц, может способствовать увеличению спроса на углеродные единицы и улучшить их качество благодаря специальным стандартам данной программы.

Добровольный рынок в России

В России на национальном уровне пока не функционируют обязательные механизмы ценообразования на выбросы ПГ. На данный момент существует лишь одна обязательная региональная система торговли выбросами, добровольный рынок и обязательная отчетность для предприятий. На первом этапе с 2023 года в круг регулируемых эмитентов, которых обязали предоставлять отчетность, вошли крупнейшие предприятия ТЭК и промышленности с выбросами более 150 тыс. тCO_2-экв. в год. С 2025 года постановлением Правительства Российской Федерации от 14.10.2025 № 1580 «О критериях отнесения юридических лиц и индивидуальных предпринимателей к регулируемым организациям» [161] в соответствии со статьей 7 Федерального закона от 02.07.2021 № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов» снижена планка отнесения организаций в число регулируемых. Теперь юридические лица и индивидуальные предприниматели должны ежегодно предоставлять отчетность о выбросах ПГ в случае, если их объем выбросов ПГ составляет от 50 тыс. тCO_2-экв. в год. Список регулируемых видов экономической деятельности состоит из более 80 наименований, включающий такие отрасли, как добыча полезных ископаемых, обрабатывающие и производственные отрасли, энергетика, строительство.

В России 1 сентября 2022 года был запущен добровольный рынок. Участники добровольного рынка могут регистрировать климатические проекты, выпускать углеродные единицы, а также проводить операции по их купле-продаже.

Первый климатический проект позволил зарегистрировать 96 углеродных единиц от установки 648 солнечных батарей на Сахалине вместо дизель-генераторов. В конце сентября 2022 года состоялась первая купля-продажа 20 углеродных единиц [162] на Национальной товарной бирже за 10 тысяч рублей [163].

К базовым документам, регулирующих функционирование российского добровольного рынка (рынка углеродных единиц), относятся:

– Федеральный закон от 02.07.2021 № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов»;

– Постановление Правительства РФ от 30 апреля 2022 г. № 790 «Об утверждении Правил создания и ведения реестра углеродных единиц, а также проведения операций с углеродными единицами в реестре углеродных единиц»;

– Приказ Минэкономразвития России от 11 мая 2022 г. № 248 «Об утверждении критериев и порядка отнесения проектов, реализуемых юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями или физическими лицами, к климатическим проектам, формы и порядка представления отчета о реализации климатического проекта».

С 1 сентября 2022 г. в России для обеспечения работы рынка углеродных единиц функционирует реестр углеродных единиц, оператором которого является АО «Контур», действующее при поддержке Газпромбанка и Московской биржи. Это частная организация, уполномоченная Правительством РФ на ведение этой деятельности. Реестр является ключевой частью инфраструктуры рынка углеродных единиц. Он представляет собой информационную систему, в которой регистрируются климатические проекты и ведется учет единиц, а также операций с ними.

В России создана нормативно-правовая основа для функционирования рынка углеродных единиц, разрабатываются собственные стандарты и методологии климатических проектов. Принятые методики позволяют реализовывать различные типы проектов по сокращению (предотвращению) выбросов ПГ или увеличению их поглощения, включая проекты в природных экосистемах. Помимо этого, в России существует собственная система аккредитации органов по валидации и верификации выбросов ПГ, которая функционирует в соответствии с международными стандартами и национальными стандартами Российской Федерации. Функции по аккредитации осуществляет Росаккредитация.

Инфраструктура российского рынка углеродных единиц является одной из наиболее развитых в мире.

На данный момент в реестре углеродных единиц зарегистрировано 115 климатических проекта [164], благодаря которым планируется к выпуску более 107 млн углеродных единиц, почти 37 млн из которых уже находятся в обращении, и более 190 тыс. углеродных единиц уже зачтены.

В 2025 году в России активно осуществлялся процесс, нацеленный на обеспечение признания российских углеродных единиц на международном уровне, в том числе и в CORSIA.

Программа CORSIA разработана Международной организацией гражданской авиации. РФ является членом данной организации и, соответственно, также является участником CORSIA, что обязует российские авиакомпании осуществлять мониторинг потребления топлива при выполнении зарубежных перелетов, ежегодно формировать и верифицировать отчетность выбросов ПГ. С 2031 года появится дополнительное требование, а именно необходимость компенсации выбросов ПГ за предыдущие годы, начиная с 2027 г., которые будут превышать базовый показатель. Подавать в Международную организацию гражданской авиации информацию по авиакомпаниям должен уполномоченный орган РФ.

В российском законодательстве положения для выполнения указанных требований в настоящее время отсутствуют. В связи с этим Минэкономразвития предлагает уточнить отдельные положения закона № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов», а также внести изменения в Воздушный кодекс. После вступления поправок в силу, авиакомпании, ежегодные выбросы которых на международных рейсах превышают 10 тыс. тCO_2, будут подавать отчеты о выбросах ПГ в Минэкономразвития России. Требования к методам и планированию мониторинга подготовит Министерство транспорта РФ. Также будет создана система аккредитации компаний-верификаторов, которые будут проверять отчеты авиаперевозчиков.

Сахалинский эксперимент

В России на данный момент нет национальной системы торговли выбросами. Перед использованием данного механизма на таком всеобъемлющем уровне некоторые страны, например Китай, запускают пилотные проекты на уровне отдельных городов или регионов, что позволяет «опробовать» новых механизм перед его распространением на всю страну [165, 166] Федеральный закон № 34-ФЗ дает право субъектам РФ провести эксперимент по ограничению нетто-выбросов ПГ на своей территории. На основе данного Федерального закона был запущен такой эксперимент в Сахалинской области, который продлится с начала 2022 года до конца 2028 года.

При подготовке к проведению эксперимента Минэкономразвития России рассматривало несколько регионов и в конечном итоге выбрало Сахалинскую область. Есть несколько возможных причин выбора данного региона в качестве полигона для проведения эксперимента по применению системы торговли выбросами:

1. Сахалин – это единственный регион в России, полностью расположенный на островах. Так, Сахалинская область отделена от Единой энергосистемы России и имеет низкую степень связности с материком [167]. Такая особенность региона позволяет достаточно точно оценить объем ПГ и эффект по их сокращению и поглощению [168].

2. Сахалин обладает большой поглощающей способность лесов, а именно 11 млн тCO_2-экв. ежегодно. 69% территорий приходится на лесные массивы, что позволяет Сахалинской области занимать седьмое место среди регионов РФ по лесистости [169]. Большая доля зеленого покрова дает возможность региону достичь углеродной нейтральности ускоренными темпами и сделать акцент на поглощении ПГ [170].

3. Сахалинская область является промышленным регионом: около 60% ВРП Сахалинской области приходится на добывающие отрасли, что создает условия для внедрения низкоэмиссионных решений в промышленности для достижения баланса выбросов и поглощений ПГ.

4. Выбросы ПГ на Сахалине изначально не сильно превышали их поглощение еще до начала эксперимента из-за низкой плотности населения и высокой лесистости, что позволяет быстро достичь углеродной нейтральности и выделяет этот регион среди остальных.

Целью Сахалинского эксперимента является отработка пилотной локальной системы торговли выбросами и достижение углеродной нейтральности в Сахалинской области. Задачи эксперимента включают: стимулирование внедрения технологий сокращения нетто-выбросов ПГ; формирование системы независимой верификации; создание системы обращения углеродных единиц и единиц, используемых непосредственно в системе торговли выбросами Сахалина, а именно, единиц выполнения квоты.

Система торговли выбросами Сахалина действует по «японской» модели. Стоит отметить, что «японская» модель является менее распространенной по сравнению с «европейской», и выбор такой модели системы торговли выбросами для Сахалина может быть обусловлен следующими причинами.

1. «Японская» модель предполагает более щадящие условия и меньшую финансовую нагрузку для эмитентов по сравнению с «европейской» моделью.

2. Территориальная близость Сахалина и Японии может способствовать сотрудничеству и взаимному зачету углеродных единиц и единиц выполнения квоты в рамках систем торговли выбросами Токио, Саитама и Сахалина в будущем.

Максимальный допустимый объем выбросов в системе торговли выбросами Сахалина распределяется индивидуально на основе отчетности предприятий, и распределение не меняется на протяжении всего эксперимента. То есть при изменении объема производства размер базового показателя не будет сокращаться [168], как это происходит в других системах торговли выбросами, например, в системах торговли выбросами Токио и префектуры Саитама.

Как было описано выше, данная модель отличается от системы торговли выбросами ЕС, которая функционирует по «европейской» модели. И, если Сахалинский эксперимент в будущем распространить на всю Россию, это может затруднить вычет суммы, уплаченной на российском углеродном рынке, из

пограничного корректирующего углеродного механизма. Кроме того, в Сахалинской системе торговли выбросами существует ряд особенностей, которые могут привести к определенным рискам.

1. Объектом регулирования являются юридические лица. Компанию можно разделить на более мелкие и избежать участия в системе торговли выбросами, поскольку участники отбираются по объему годовых выбросов. Также высокоинтенсивные малые производства не попадают под регулирование. В мировой практике в качестве объектов регулирования все чаще выбираются промышленные установки, которые представляют собой стационарные установки на промышленном предприятии, которые и являются источниками выбросов. В системах торговли выбросами ЕС и Казахстана также изначально в качестве объекта регулирования выступали юридические лица, но со временем выбор объекта частично или полностью пересмотрели в сторону установок.

2. Некоторые регулируемые системы торговли выбросами предусматривают использование углеродных единиц климатических проектов, торговля которыми происходит на добровольном рынке. Чаще всего углеродными единицами можно покрыть лишь часть выбросов эмитента, в системах торговли выбросами Китая или Южной Кореи максимальная доля использования углеродных единиц составляет 5% и 10% соответственно. Или же, как, например, в системе торговли выбросами ЕС с 2021 года углеродные единицы использовать нельзя. Однако в системы торговли выбросами Сахалина предусмотрено неограниченное использование углеродных единиц для выполнения своих обязательств. Это может привести к затруднениям ограничения выбросов, поскольку эмитент может просто купить объем углеродных единиц, равный объему обязательств.

3. Также существует проблема формирования штрафной системы. За превышение базового порога достаточно заплатить небольшой штраф без покрытия выбросов кредитами. То есть штраф освобождает от необходимости покрывать выбросы сверх базового порога, что не стимулирует участников внедрять низкоэмиссионные технологии. В мире более распространена практика, когда

штраф необходимо уплачивать вместе с покрытием превышения базового показателя. В некоторых странах также применяется повышающий коэффициент к данному дисбалансу [123]. Например, в национальной системе торговли выбросами Китая в случае невыполнения обязательств в полном объеме, недостающие разрешения будут вычтены из общего объема бесплатных разрешений следующего периода, также налагается штраф в размере 5–10 средней цены на разрешение за месяц до срока выполнения обязательств (20–30 тыс. юаней [165]). В системе торговли выбросами Токио в случае невыполнения обязательств предприятие на следующем этапе должно дополнительно сократить выбросы на величину недобора, умноженную на коэффициент 1,3 [171]. Если же предприятие не выполнило и эти требования, на втором этапе дополнительно налагается штраф до 3,6 тыс. долл. (пересчет по рыночному курсу), а компания предается огласке.

В 2025 году Сахалинский эксперимент перешел на стадию оценки исполнения квот. До 30 июня 2025 года все 35 участников должны были представить верифицированные результаты сокращения выбросов ПГ. В случае, если выбросы региональных регулируемых организаций превышают «базовый показатель», размер превышения должен быть покрыт, что можно сделать несколькими способами:

– использовать собственные единицы выполнения квоты, полученные ранее;

– купить единицы выполнения квоты у других участников эксперимента;

– купить углеродные единицы климатических проектов на добровольном рынке;

– заплатить штраф 1000 руб./тCO_2-экв.

Возможность использования углеродных единиц простимулировали российский добровольный рынок. Так, за период январь-июль 2025 года было использовано около 150 тыс. углеродных единиц, что почти в 8 раз больше аналогичного показателя за 2024 год.

В июне на Национальной товарной бирже также состоялся первый в России биржевой аукцион по продаже единиц выполнения квоты, полученных в рамках

Сахалинского климатического эксперимента [172]. Региональные регулируемые организации для выполнения обязательств использовали в основном углеродные единицы климатических проектов, а региональные регулируемые организации-обладатели единиц выполнения квоты по итогам первого квотируемого 2024 года в основном сохраняли их для накопления, а не продавали сразу же.

Таким образом, региональные регулируемые организации, превысившие квоту, прибегали к использованию как единиц выполнения квоты, так и углеродных единиц, причем в основном участники использовали собственные углеродные единицы (Рисунок 2.3.5). Предпочтение углеродных единиц может быть связано с их большей ликвидностью, в то время как рынок единиц выполнения квоты только начал формироваться в апреле 2025 года: если в марте 2025 года объем единиц выполнения квоты в обращении составлял около 300 ед., то к августу после подведения итогов число таких единиц выполнения квоты увеличилось до 272 тыс. ед.

Рисунок 2.3.5 – Соотношение углеродных единиц и единиц выполнения квоты, использованных для компенсации превышения квот в рамках Сахалинского эксперимента

Источник: [173].

По данным на август 2025 года некоторые региональные регулируемые организации еще не обратились в Реестр углеродных единиц для зачисления на счет

единиц выполнения квоты. Объем таких недополученных единиц выполнения квоты за 2024 год составляет около 55% (Рисунок 2.3.6). Кроме этого, в обращении остались единицы выполнения квоты, которые не были использованы в отчетном периоде 2025 года. Это означает, что у региональных регулируемых организаций есть запас около 600 тыс. единиц выполнения квоты, которые могут быть выдвинуты на продажу или сохранены для компенсации собственного превышения на следующем этапе.

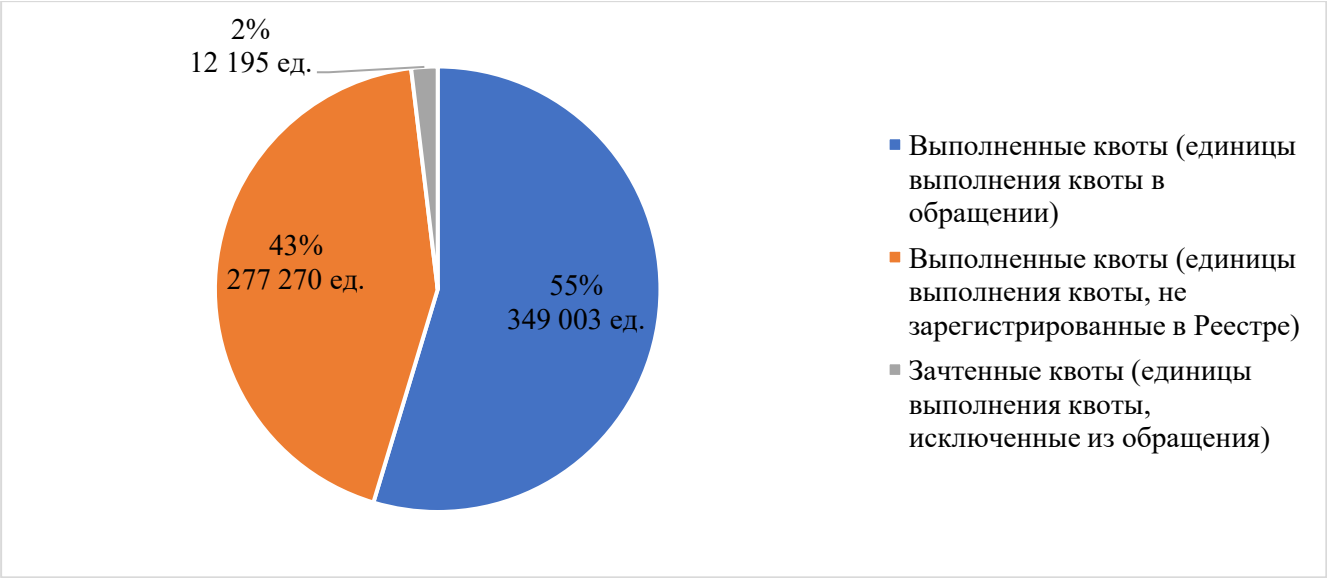

Рисунок 2.3.6 – Баланс единиц выполнения квоты на 2024 год, тCO_2-экв.

Источник: [164, 173].

2 августа 2025 года на пленарном заседании форума «Острова устойчивого развития» в Южно-Сахалинске губернатором Сахалинской области Валерием Лимаренко было объявлено о досрочном достижении углеродной нейтральности Сахалином. Так, согласно официальной отчетности, на Сахалине поглощение ПГ превышает их выбросы.

С 2021 года ежегодно публикуется Доклад о Кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов Сахалинской области [174]. В таблице 2.3.1 приведены данные актуального кадастра, который был опубликован в 2025 году и содержит данные по нетто-выбросам ПГ до 2024 года. Как видно, в 2023–2024 годах нетто-выбросы

действительно оказались в отрицательной зоне, что позволяет констатировать углеродную нейтральность в регионе.

Таблица 2.3.1 – Динамика нетто-выбросов ПГ за 2019–2024 гг. в Сахалинской области, млн тCO_2-экв.

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Сжигание топлива ─ энергетические отрасли	5.7	6.1	5.7	5.7	5.7	6.4
Сжигание топлива ─ транспорт	3.8	4.0	4.3	3.5	3.7	3.3
Сжигание топлива ─ прочее	0.9	0.6	0.5	0.6	0.4	0.6
Фугитивные выбросы	1.6	1.5	1.5	1.3	1.5	1.5
Прочие виды выбросов	0.7	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6
ЗИЗЛХ	-11.9	-12.2	-12.4	-11.7	-12.2	-12.5
Выбросы всего	12.7	13.0	12.8	11.8	11.9	12.4
Нетто-выбросы	**0.8**	**0.8**	**0.4**	**0.2**	**-0.3**	**-0.1**

Источник: [174].

В то же время следует иметь в виду два обстоятельства. Во-первых, выбросы ПГ растут: за 2022–2024 гг. они увеличились на 4,5% с 11,9 до 12,4 млн тCO_2-экв. Это прирост был компенсирован улучшением поглощения сектором «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство» (далее ЗИЗЛХ). Но регулируемые организации столкнулись с необходимостью покрытия номинального роста своих выбросов.

Во-вторых, в Сахалинской области, как и в России в целом, были существенно уточнены показатели поглощения сектором ЗИЗЛХ. На рисунке 2.3.7 представлены данные по нетто-выбросам ПГ региона, которые публиковались в кадастрах за разные годы. Можно видеть, что в результате трех корректировок значение нетто-выбросов за 2019, 2020 и 2021 гг. уменьшились в 3,9; 3,7; и 5,3 раз соответственно. В таблице 2.3.2 показаны изменения выбросов и поглощений по основным категориям между Кадастрами за 2023 и 2024 годы.

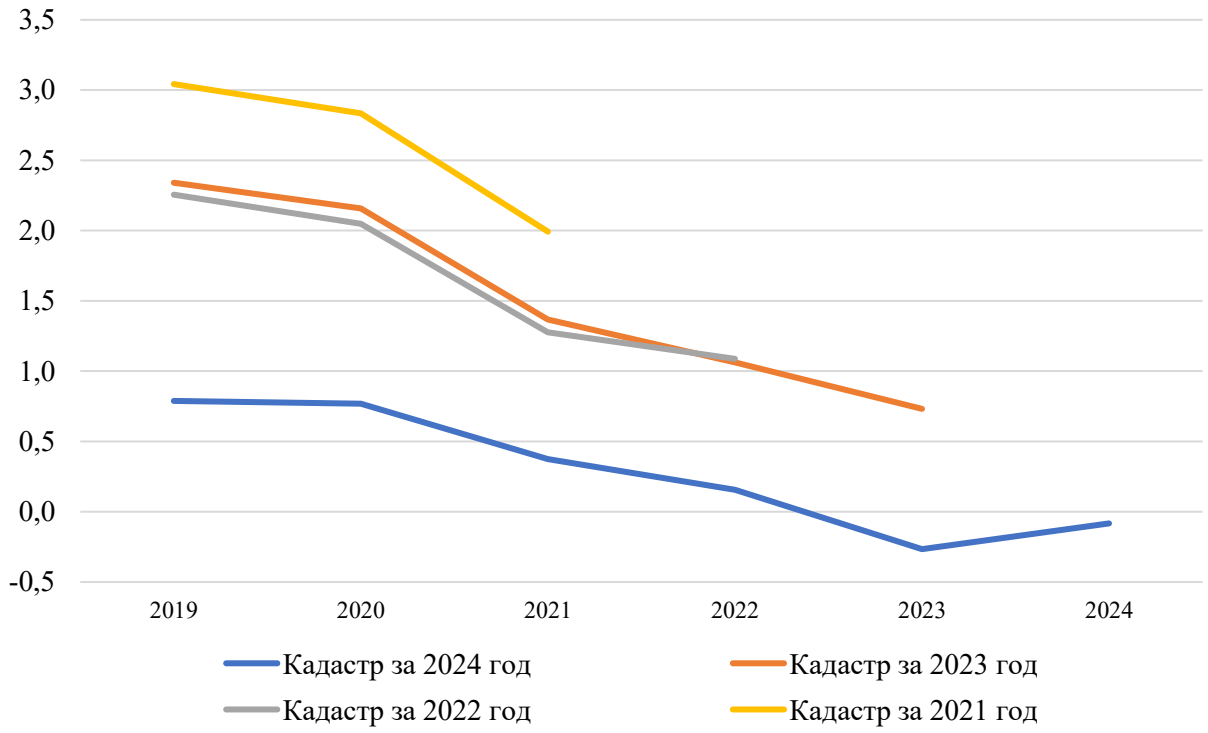

Рисунок 2.3.7 – Данные по нетто-выбросам ПГ Сахалинской области в кадастрах за разные годы, млн тCO_2-экв.

Источник: составлено автором на основе [174].

Таблица 2.3.2 – Изменения выбросов и поглощений по основным категориям между Кадастрами за 2023 и 2024 годы, млн тCO_2-экв.

Категории источников выбросов ПГ	2019	2020	2021	2022	2023
Общий объем региональных выбросов и абсорбция	**-1 552.4**	**-1 389.9**	**-967.4**	**-865.8**	**-998.3**
1. Энергетика	**-532.5**	**-364.3**	**-322.0**	**-203.8**	**-96.9**
A. Сжигание топлива	62.5	-2.9	25.3	13.1	-38.2
B. Летучие (фугитивные) выбросы от топлива	-595.0	-360.5	-347.4	-216.9	-58.7
4. Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство	**-1 019.9**	**-1 025.9**	**-645.2**	**-688.3**	**-901.4**
A. Лесные земли	-558.7	-596.9	-504.0	-487.4	-445.5
B. Обрабатываемые земли	-341.5	-309.2	-23.8	-19.9	-309.9
C. Сенокосы и пастбища	-119.6	-119.9	-117.1	-180.6	-146.0
D. Водно-болотные угодья	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0
E. Поселения	-0.4	-0.2	0.0	-0.5	0.0

Источник: [174].

Указанные два обстоятельства следует иметь в виду при рассмотрении вопроса о целесообразности тиражирования Сахалинского эксперимента на другие территории.

Таким образом, в России функционирует пилотный проект Сахалинской системы торговли выбросами, а также добровольный рынок, что говорит о активной позиции России в области внедрения механизмов ценообразования на выбросы ПГ. Однако для достижения определенных целей данный видов механизмов может быть недостаточно.

Глава 3. Отраслевые особенности использования механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов в моделировании и прогнозировании развития экономики России[16]

В данной главе представлено описание методического подхода и модельного инструментария для прогнозирования социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов парниковых газов с целью оценки макроэкономических и отраслевых эффектов реализации сценариев использования механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов в России, а также описание возможных сценариев применения механизмов углеродного ценообразования в России в отраслевом разрезе с учетом капиталоемкости и механизмов запуска проектов низкоэмиссионной трансформации в отраслях.

Логика повествования построена следующим образом: в начале приводится общая схема модели и дополнительного блока механизмов углеродного ценообразования. Однако для более детальной проработки дополнительного модельного блока необходимо понимать контекст отраслевых особенностей, на основе которых формируются сценарные гипотезы и параметры дополнительного блока. По результатам рассмотрения отраслевой специфики и особенностей функционирования механизмов углеродного ценообразования были выделены основные характеристики, при помощи которых были замоделированы механизмы ценообразования на выбросы ПГ, а именно размер цены за тонну CO_2-экв. для углеродного налога и системы торговли выбросами, охватываемые отрасли и степень охвата выбросов механизмом, наличие и охват компенсирующих механизмов в случае углеродного налога, размер социальной цены углерода, степень государственного софинансирования проектов с учетом применения социальной цены углерода, а также набор мер декарбонизации. Данные параметры являются основой дополнительного модельного блока, а также входными параметрами в основную модель ИНП РАН для прогнозирования социально-

[16] В данном параграфе используется текст работ автора [175].

экономического развития России с низким уровнем выбросов ПГ. Выходными параметрами являются динамика ВВП, уровня цен и выбросов ПГ.

Так, логика изложения устроена от общего к частному: от описания конкретных отраслевых специфик и сценариев как обоснования построения блока углеродного ценообразования общей прогнозной модели к описанию схемы и структуры данного блока, модельного прогноза и результатов сценарного прогнозирования.

3.1 Роль, место и общая схема блока ценообразования (на примере целевого сценария низкоэмиссионного социально-экономического развития России до 2060 года)

Для достижения цели и задач исследования были разработаны методический подход и модельный инструментарий, которые являются дополнением к модели ИНП РАН для прогнозирования социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов ПГ [176, 177].

Современная экономика функционирует как сложный механизм, пронизанный множеством связей между различными секторами и ключевыми экономическими агентами: домохозяйствами, компаниями и государством. Любые колебания в одной из сфер деятельности, например сдвиги в объемах выпуска, ценовой динамики и др., транслируются по технологическим цепочкам на всю систему. Поэтому для глубокого анализа и оценки последствий принимаемых решений в области экономической политики требуется такой инструментарий, который способен отразить эту многомерную структуру и выявить все опосредованные эффекты. Классическим решением здесь выступают модели, базирующиеся на МОБ (методе «затраты-выпуск») [178−188].

Классическая формула МОБ представлена в (3.1.1) и (3.1.2):

$$FD = OUT - A * OUT \quad (3.1.1)$$

$$OUT = (E - A)^{-1} * FD \quad (3.1.2)$$

где:

FD − объем конечного спроса;

OUT − объем валовых выпусков;

A − матрица коэффициентов прямых затрат;

E – единичная матрица.

Коэффициенты прямых затрат матрицы A представляют собой удельные расходы продукции различных видов отраслей в процессе производства единицы продукции определенного вида экономической деятельности, то есть фактически описывают технологическую структуру производства.

Для расширения возможностей анализа процессов, происходящих в современной рыночной экономике, традиционная модель МОБ требует значительной доработки. Ее необходимо дополнить блоками, которые моделируют механизмы ценообразования, а также процессы формирования и последующего перераспределения доходов. Важным условием является и включение инструментов прогнозирования инвестиционной активности и динамики потребительского спроса под влиянием экономической конъюнктуры и мер государственной политики.

В рамках работы также необходим дополнительный инструментарий для оценки последствий климатического регулирования в России. Это, в свою очередь, предполагает интеграцию в модель специализированного блока, учитывающего масштабы и стоимость внедрения низкоэмиссионных технологий, а также динамику выбросов ПГ.

Общий алгоритм взаимодействий дополнительного блока с остальной моделью представлен на рисунке 3.1.1. Блоки, описывающие доходы и расходы населения, инвестиционную активность и параметры государственного бюджета, служат основой для формирования ключевых компонентов конечного спроса. В дальнейшем эти данные используются в классической модели МОБ для расчета валовых выпусков по отраслям и соответствующих объемов производственных затрат. Информация об отраслевых выпусках поступает в блок формирования топливно-энергетического баланса, где служит фактором расчета потребления топливно-энергетических ресурсов в секторах-конечных потребителях. С учетом гипотез о внешнеторговых энергетических потоках рассчитывается объем производства топливно-энергетических ресурсов в экономике. В блоке расчета

баланса нетто-выбросов ПГ выполняются два ключевых расчета. Во-первых, определяются объемы выбросов ПГ, сопряженных с потреблением топливно-энергетических ресурсов, фугитивными эмиссиями, сельскохозяйственными и промышленными процессами, отходами, сектором ЗИЗЛХ; во-вторых, имитируется реализация мер по их снижению. Полученные значения дополнительных платежей и капитальных вложений передаются в основную модель, где учитываются в рамках блоков ценообразования, перераспределения доходов и формирования валового накопления основного капитала [181, 182].

Автором модернизирован блок выбросов путем внедрения элемента механизмов ценообразования на выбросы ПГ в общую процедуру построения сценария реализации мер по снижению выбросов ПГ. С одной стороны механизмы углеродного ценообразования выступают условием интенсификации мер снижения выбросов, с другой – вместе с необходимыми дополнительными вложениями в низкоэмиссионную модернизацию и ресурсосбережение ведут к удорожанию производства. Это, в свою очередь, провоцирует рост цен в тех отраслях, где реализуются данные меры. Рост цен в определенной отрасли проводит к увеличению затрат других отраслей, использующих ее продукцию в производстве, что проводит к росту цен во всех секторах экономики. Как следствие, это подрывает покупательную способность всех экономических агентов, а именно, домохозяйств, бизнеса и государства. Одновременно снижается ценовая конкурентоспособность отечественных товаров по отношению к импортным аналогам. Совокупность этих факторов ведет к сжатию реального объема конечного спроса на продукцию отечественного производства. Снижение объемов конечного спроса приводит к сокращению объемов валового выпуска и произведенного ВВП, то есть, фактически означает, экономический спад в отсутствие активных мер по стимулированию спроса, например увеличения расходов за счет сбережений или резервных фондов или осуществления крупных инвестиционных проектов.

Одновременно с этим, введение механизмов ценообразования на выбросы ПГ способно дать импульс к инвестированию в ресурсосберегающие технологии. В долгосрочной перспективе это может привести к снижению текущих

производственных издержек и наращиванию валовой добавленной стоимости в экономике.

Таким образом, любые меры в рамках климатической политики нуждаются в тщательной предварительной оценке. Анализ должен охватывать не только непосредственно регулируемые отрасли, но и всю экономическую систему в целом. Выполнить такую комплексную оценку возможно лишь с помощью прогнозно-аналитического инструментария, который детально воспроизводит структуру народного хозяйства и позволяет проследить все межотраслевые связи.

Модельные расчеты организованы в виде последовательной итеративной процедуры, в рамках которой значения показателей, полученные на предыдущем шаге расчетов, используются в качестве начальных значений для следующего шага. Расчеты выполняются либо до достижения предельного числа итераций, либо до выполнения критерия сходимости, когда значения показателей, полученные на двух последовательных итерациях, различаются на величину, меньшую по сравнению с заданным пороговым уровнем [189, 190].

Рисунок 3.1.1 − Схема расчетов для оценки социально-экономических последствий реализации мер климатической политики в России

Источник: [189].

Для модели ИНП РАН для прогнозирования социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов ПГ в рамках диссертационной работы

разработан детализированный блок механизмов ценообразования на выбросы ПГ, который состоит из трех частей, а именно системы торговли выбросами [17], углеродного налога и социальной цены углерода. Для каждого механизма углеродного ценообразования был произведен отдельный расчет объема сбора на выбросы ПГ, после чего сборы от системы торговли выбросами и углеродного налога суммируются в общий сбор, выплачиваемый эмитентами, который относится к доходам бюджета. Суммарный объем социальной цены углерода относится к расходам бюджета через механизм софинансирования инвестиций в снижение выбросов ПГ в соответствующих секторах экономики.

Встраивание блока механизмов ценообразования на выбросы ПГ в общую модель схематично показано на рисунке 3.1.2. На первом шаге формулируются сценарии в количественном выражении с использованием «настроечных параметров» механизмов углеродного ценообразования, которые были выделены на предыдущем этапе исследования, а именно: определяются цена на выбросы, список охватываемых отраслей, доля охватываемых выбросов отраслей, компенсирующие механизмы (в случае углеродного налога), степень государственного софинансирования (в случае социальной цены углерода), а также задаются сценарные гипотезы по отношению к мерам декарбонизации, которые могут быть внедрены секторами экономики для сокращения выбросов ПГ и финансовой нагрузки вследствие внедрения механизмов углеродного ценообразования.

На основе данных показателей формируются доходы бюджета от системы торговли выбросами и углеродного налога, расходы бюджета в рамках социальной цены углерода и затраты экономики на декарбонизацию вследствие внедрения низкоэмиссионных решений. Значения данных показателей в дальнейшем применяются в базовой модели для получения значений ключевых экономических показателей (ВВП, выпуски, цены) и выбросов ПГ. Также стоит отметить, что в России не распространена практика подкрашенных налогов, поэтому автор исходит из того, что доходы от углеродного налога и системы торговли выбросами пойдут на общегосударственные нужды в существующей процентной структуре.

[17] Здесь и далее под системой торговли выбросами понимается механизм «европейской модели».

Рисунок 3.1.2 – Схема модели с дополнительным блоком механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов

Источник: составлено автором.

Логика функционирования углеродного налога и системы торговли выбросами в рамках модели базируется на следующем подходе (Рисунок 3.1.3): увеличение затрат экономики вследствие платы по механизмам ценообразования на выбросы приводит к увеличению затрат экономики на декарбонизацию, что вызвано стимулом сократить выплаты по данным механизмам; к уменьшению инвестирования на прочие цели из-за ограниченности ресурсов и к увеличению доходов бюджета вследствие продажи разрешений/углеродных кредитов или сбора углеродного налога. Увеличение затрат экономики на декарбонизацию ведет к уменьшению выбросов ПГ и росту уровня цен вследствие существенных первоначальных вложений, возможного удорожания себестоимости производства и др.

В рамках применения социальной цены углерода действует иной подход: компании увеличивают затраты на декарбонизацию совместно с государством, что приводит к уменьшению государственных расходов на иные цели. Но в конечном счете, как и в случае с углеродного налога и системы торговли выбросами, при таком подходе будет наблюдаться уменьшение выбросов ПГ и рост уровня цен.

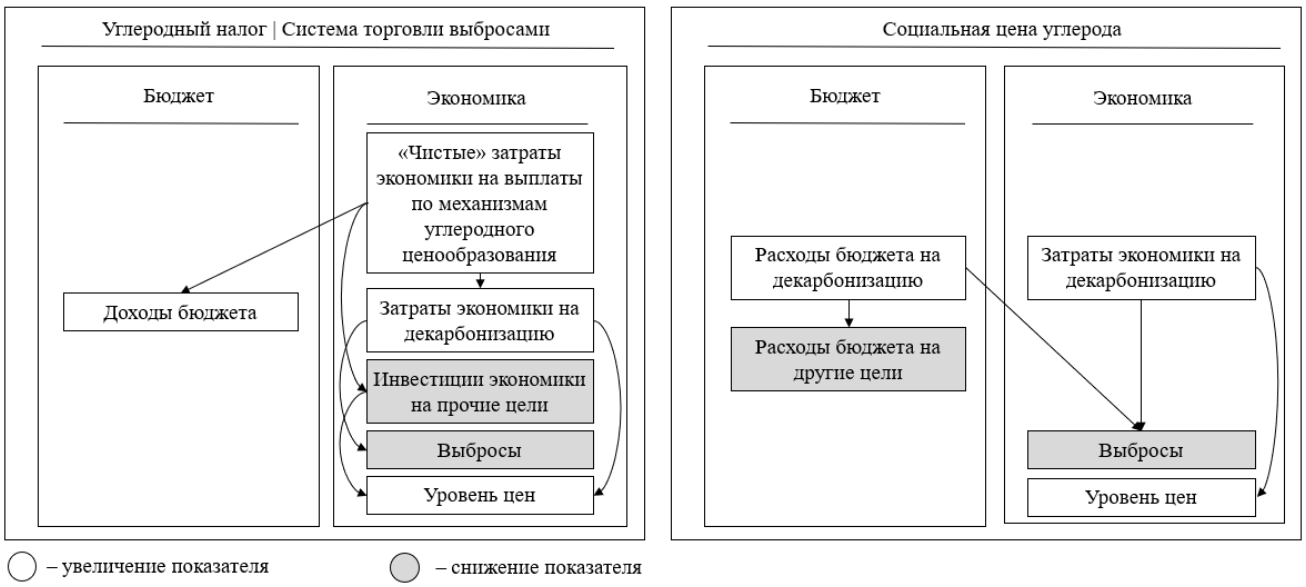

Рисунок 3.1.3 – Схема влияния блока механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов на показатели исходной модели в зависимости от вида механизма

Источник: составлено автором.

3.2 Отраслевая специфика использования механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов

Для перехода к более подробному описанию дополнительного модельного блока углеродного ценообразования и сценариев применения механизмов ценообразования на выбросы ПГ в России необходимо рассмотреть отраслевые особенности использования данных механизмов в России. Именно на основе отраслевых особенностей, в том числе и особенностей российской промышленности, сформулированы сценарные гипотезы и выбраны значения «настроечных параметров» механизмов углеродного ценообразования.

Как было упомянуто в предыдущих разделах, каждый механизм ценообразования на выбросы ПГ имеет свои особенности, которые стоит учитывать при выборе механизма для рассматриваемых отраслей. Ниже собраны примеры возможного внедрения механизмов углеродного ценообразования в различных отраслях в России, которые, с точки зрения автора, заслуживают особого внимания. Их особенность заключается в органичном переплетении специфики отраслей, в том числе и промышленных, и различных характеристик механизмов ценообразования на выбросы ПГ.

Стоит отметить, что под промышленностью подразумевается совокупность видов экономической деятельности, относящихся к добыче полезных ископаемых, обрабатывающему производству, обеспечению электрической энергией, газом и паром, кондиционированию воздуха, водоснабжению, водоотведению, организации сбора и утилизации отходов, а также ликвидации загрязнений [191]. То есть большинство рассмотренных ниже отраслей относятся к промышленности.

Согласно данным Национального кадастра о выбросах и поглощениях парниковых газов − 2026, который содержит детальную информацию о динамике нетто-выбросов ПГ за 2024 год, а также об их источниках и определяющих факторах, доля промышленных выбросов составляет 68% в 2024 году (Таблица 3.2.1). Основным источником промышленных выбросов являются электростанции и котельные.

Таблица 3.2.1 – Структура выбросов ПГ по сферам экономики России за 2024 год

Отрасль	Выбросы парниковых газов, тыс. тCO_2-экв.	Доля, %
Промышленность	1454463	68
в том числе:		
− энергетический сектор	862563	40
− промышленные процессы	241318	11
− фугитивные выбросы	138040	6
− отходы	88342	4
− металлургия	37085	2
− химия	19041	1
− другое	68074	3
Транспорт	288793	14
Сельское хозяйство	101388	5
Строительство	13660	1
Другое	279041	13
Итого выбросы (без учета ЗИЗЛХ)	2137344	100

Источник: Национальный кадастр

Приведенное ниже соответствие механизмов ценообразования на выбросы ПГ и отраслей является основой для формулирования сценариев.

Углеродный налог. Как отмечалось во второй главе, углеродный налог создает серьезную финансовую напряженность для отраслей экономики, попадающих под регулирование. Поэтому для углеродного налога стоит отметить возможность компенсационных мер, в том числе за счет уменьшения иного налогового бремени. Так, например, в случае нефтяной и газовой отраслей компенсация углеродного

налога возможна за счет уменьшения налога на добычу полезных ископаемых (далее НДПИ), а в случае химической, цементной промышленности, а также металлургии – за счет инвестиционного налогового вычета по налогу на прибыль [200]. Размер компенсации может варьироваться и в итоге может доходить до 100% размера углеродного налога. В таком случае финансовая нагрузка на эмитентов не изменится, но сам факт введения углеродного налога может помочь в достижении определенных целей, описанных выше. Так, по мнению автора, углеродный налог применим для металлургии, нефтегазовой и химический промышленных отраслей.

Безусловно, сложившаяся геополитическая обстановка существенно повлияла на многие отрасли, в том числе и на вышеперечисленные. Так, нефтегазовая отрасль, как важнейший источник бюджетных доходов, на протяжении полувека оставалась драйвером экономического роста в России за счет притока валютных поступлений [192]. Однако в настоящее время рост финансовых результатов в нефтегазовой отрасли отстает от средних темпов [193]. Что касается металлургической отрасли, резкое сокращение экспорта и внутреннего потребления российской черной металлургии привело к накоплению дисбалансов. Освободившиеся объемы приходятся на рядовые марки стали, тогда как внутреннему рынку нужен широкий сортамент. Развитие машиностроения, металлургии и строительства требует именно качественного расширения сортамента, что создает спрос на легирующие элементы [194].

Если абстрагироваться от сложившейся геополитической конъюнктуры, то такие отрасли промежуточного потребления, как черная и цветная металлургия, химическая промышленность, промышленность стройматериалов, не испытывают непосредственного влияния ни со стороны государства, ни со стороны платежеспособного спроса из-за наличия возможности реализации своей продукции на внешнем рынка в качестве альтернативы. Поэтому перечисленные отрасли могут устанавливать цены на собственную продукцию независимо от уровня цен потребляемой ими продукции (себестоимости производства). Также стоит учитывать, что доля данных отраслей в затратах других весьма существенна, особенно в затратах машиностроения и строительства. Кроме того, перечисленные

отрасли имеют возможность аккумулировать доходы вследствие относительно низких цен на продукцию естественных монополий, которые регулируются государством. Такие отрасли определяют как естественные монополии второго порядка [195].

Металлургия также характеризуется как промышленная отрасль с устойчивыми технологическими связями и широким рынком сбыта. Из-за особенности структуры отечественного промышленного производства, где акцент делается на производстве сырья и продуктов базовых переделов, российские комбинаты не только более рентабельны, но и значительно превосходят по уровню доходности металлургические компании западных государств [196]. Однако в российской металлургии сложилась практика частичной фиксации цен. Так, в 2022 году Минпромторг России опубликовал список около 100 аккредитованных дистрибьютеров, с которыми достигнута договоренность о минимизации наценки до 7–12% при розничной продаже металлопродукции [197, 198]. При несоблюдении договоренностей дистрибьютор лишается аккредитации и возможности взаимодействовать с производителями напрямую. В этом же году Минпромторг России рекомендовал металлургическим предприятиям формировать прозрачные цены на внутреннем рынке, поскольку в настоящее время ориентация на внешние рынки при формировании цен неактуальна [199].

Система торговли выбросами. В 2026 году начались «частичные» платежи по пограничному корректирующему углеродному механизму ЕС в соответствии с графиком бесплатных разрешений. После введения санкций объем поставок продукции из России, попадающих под действие данного механизма, сократился, однако основное сокращение пришлось на поставки электроэнергии. Поставки товаров, попадающих под действие механизма, а именно, поставки удобрений, черных металлов, алюминия и цемента составляли существенную часть внешнеторговых поставок в Европу: в 2021 году доля поставок из России данных товаров составляло 26%, однако в 2025 году их доля сократилась до 5% [201]. Однако возможно расширение номенклатуры продукции, попадающей под пограничный корректирующий углеродный механизм в будущем [44], а также

возможно введение аналогичного механизма в других странах, например, в Китае. В данном ключе целесообразно рассмотреть применение системы торговли выбросами к химической, цементной промышленности, а также металлургии.

Электроэнергетика и социальная цена углерода. Один из вариантов применения социальной цены углерода в России возможен в электроэнергетике из-за особенностей функционирования рынка в данной отрасли. Из-за отсутствия достаточных стимулов для инвесторов по созданию новых генерирующих объектов практически все решения об инвестиционном процессе принимаются на уровне Правительства РФ. Системный оператор Единой энергетической системы выполняет прогнозные расчеты по оптимальным параметрам развития генерирующих мощностей с учетом ожидаемого спроса на электроэнергию, определяется перспективный состав оборудования для модернизации и нового строительства, после чего Правительство РФ утверждает параметры будущих инвестпроектов, проводятся конкурсные отборы генерирующих компаний-исполнителей. Примером документа, в котором сформирован перечень генерирующих объектов, является Распоряжение Правительства РФ от 27.12.2025 № 4131-р «Об утверждении Перечня генерирующих объектов, подлежащих строительству в ценовых зонах оптового рынка, и технические требования к генерирующим объектам, подлежащим строительству» [202]. Примером документа, содержащий перечень модернизированных генерирующих объектов, является Распоряжение Правительства РФ от 07.02.2020 N 232-р (ред. от 29.05.2025) «О Перечне генерирующих объектов, мощность которых поставляется по договорам купли-продажи (поставки) мощности модернизированных генерирующих объектов» [203]. После строительства генерирующего объекта компания-инвестор получает специальные платежи, финансируемые с помощью надбавки к оптовой цене электроэнергии и мощности. Такая схема гарантирует окупаемость инвестпроектов – она не только покрывает все издержки генерирующих компаний (с учетом стоимости привлечения заемных средств), но и гарантирует им норму дохода.

Социальная цена углерода может быть применена при формировании оптимального перечня генерирующих объектов. Во-первых, при проведении расчетов по нахождению оптимального (по критерию минимальных затрат) состава оборудования Системный оператор Единой энергетической системы может включить в качестве дополнительного фактора в оптимизационные функции социальную стоимость производства электроэнергии путем умножения сопутствующих выбросов на социальную цену углерода. Во-вторых, организатор конкурентного отбора мощности при публикации необходимой информации для проведения отбора и для формирования ценовых заявок может включить (наравне с техническими параметрами) данные об изменении объема выбросов ПГ при реализации инвестпроекта. В таком случае при помощи социальной цены углерода указанный сокращенный объем выбросов ПГ можно перевести в экономическую категорию, что повлияет на показатели участника при конкурсном отборе. Требование о сокращении выбросов ПГ может быть зафиксировано среди прочих требований, например, в «Порядке проведения отбора проектов модернизации генерирующих объектов тепловых электростанций и особенности торговли мощностью по договорам купли-продажи мощности модернизированных объектов» [204].

Отходы и социальная цена углерода. Социальная цена углерода может быть также использована при отборе заявок на финансирование проектов, направленных на утилизацию отходов или рекультивацию земель из-под полигонов. Российский экологический оператор – организация по финансированию инвестиционных проектов в сфере твердых коммунальных отходов (далее ТКО) – публикует список приоритетных направлений финансирования для предоставления льготный займов [205]. Среди приоритетных направлений выделяют объекты обработки, утилизации, захоронения ТКО. Кроме того, в данном перечне публикуются различные показатели объекта, например, мощность, капитальные затраты на создание объекта и др. В указанный перечень можно также добавить сокращенный объем выбросов ПГ, который при помощи социальной цены углерода можно перевести в денежный эквивалент и учитывать в части выгод при анализе заявки комитетом

Российского экологического оператора. Также стоит отметить необходимость увеличения объема выделяемых бюджетных средств для финансирования инвестиционных проектов в сфере ТКО в рамках общего бюджета. Социальная цена углерода в данном случае должна выступать стимулом, повышающим экономическую значимость темы отходов.

Минприроды России также собирает заявки от регионов для получения субсидии на строительство или реконструкцию инфраструктурных проектов для обращения с отходами [206]. Кроме того, существует грант Московской области юридическим лицам на финансовое обеспечение или возмещение затрат, связанных с созданием новых мощностей комплексов по переработке отходов [207]. Есть требования по производственным характеристикам, минимальному набору узлов и др. При отборе заявок можно также добавить рассмотрение потенциальных выгод от сокращения выбросов ПГ при помощи социальной цены углерода.

Дорожный транспорт и социальная цена углерода. В заявке по обновлению подвижного состава наземного общественного пассажирского транспорта в рамках федерального проекта «Развитие общественного транспорта» национального проекта «Безопасные качественные дороги» уже сейчас указывается оценка социально-экономического эффекта, однако отсутствует единая методология [208]. Результатом оценки социально-экономических эффектов от реализации инфраструктурных проектов является количественная оценка прироста валового внутреннего продукта Российской Федерации, бюджетного эффекта и др. При помощи социальной цены углерода возможно использование оценки социально-экономических эффектов в результате выбросов ПГ.

ЖКХ и социальная цена углерода. Для проведения энергоэффективных капитальных ремонтов возможно предоставление финансовой поддержки за счет средств государственной корпорации, а именно Фонда содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства [209]. Получателями средств Фонда являются субъекты Российской Федерации, а указанные средства поступают в соответствующие бюджеты. Поддержка на реализацию энергоэффективного капремонта предоставляется только при наличии потенциала экономии не менее

10%. При помощи социальной цены углерода можно повлиять на объем средств Фонда, поскольку он финансируется за счет средств бюджета РФ.

Таким образом, рассматривая приведенные выше примеры, можно сделать вывод, что социальную цену углерода можно внедрить в тех отраслях, где государственные структуры оказывают большое влияние на принятие решений об инвестиционных проектах.

В таблице 3.2.2 представлены обобщенные результаты распределения механизмов ценообразования на выбросы ПГ по соответствующим отраслям, согласно выделенным критериям. Следует отметить, что система торговли выбросами и углеродный налог ориентированы преимущественно на промышленный сектор, тогда как применение социальной цены углерода в большей степени применима для отдельных отраслей сферы услуг.

Таблица 3.2.2 – Распределение видов механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов по соответствующим отраслям, согласно выделенным критериям

	Углеродный налог	Система торговли выбросами	Социальная цена углерода
Критерии выбора механизма ценообразования на выбросы ПГ	• Значимый объем выбросов ПГ субъекта • Наличие продукции из охвата пограничного корректирующего углеродного механизма • Возможность компенсации за счет уменьшения другого налога	• Значимый объем выбросов ПГ субъекта • Наличие продукции из охвата пограничного корректирующего углеродного механизма	• Значимый объем выбросов ПГ субъекта • Большое влияние государства на принятие решений об инвестпроектах • Наличие относительно «дешевых» мер по сокращению выбросов ПГ (если ориентироваться на научные оценки величины социальной цены углерода для РФ)
Охват отраслей	• Нефтяная отрасль (возможна компенсация за счет НДПИ) • Газовая отрасль (возможна компенсация за счет НДПИ) • Цементная промышленность (возможна компенсация за счет инвестиционного налогового вычета по налогу на прибыль [195]) • Черная и цветная металлургия (возможна компенсация за счет инвестиционного налогового вычета по налогу на прибыль)	• Черная и цветная металлургия • Химическая промышленность • Цементная промышленность	• ЖКХ • Сфера обращения с отходами производства и потребления • Общественный транспорт, такси и каршеринг, парки бюджетных организаций • Электроэнергетика • Трубопроводный транспорт • Железнодорожный транспорт • Борьба с лесными пожарами

	• Химическая промышленность (возможна компенсация за счет инвестиционного налогового вычета по налогу на прибыль)		

Источник: составлено автором.

Кроме перечисленных выше отраслей, которые подходят под критерии применения того или иного вида механизма ценообразования на выбросы ПГ, существуют отрасли, для которых применение данных механизмов, по мнению автора, нецелесообразно. Например, у таких отраслей, как морской транспорт и строительство сравнительно небольшой объем выбросов. В угольной отрасли происходят цикличные кризисы, а также присутствует зависимость от внешней конъюнктуры и тарифов РЖД [210]. Сельское хозяйство, в частности, молочное скотоводство, обладает сравнительно небольшой рентабельностью из-за высокой капиталоемкости, долгого оборота капитала, но выполняет стратегическую функцию обеспечения продовольственной безопасности. Инвестиционные проекты в данной отрасли капиталоемкие и уже активно финансируются за счет государства. А российская авиация с 2027 года обязана участвовать в международном рынке торговли выбросами CORSIA для покрытия превышения базового уровня 2019 года углеродными единицами, допущенных до начала реализации CORSIA. Хотя данная схема компенсации затрагивает только международные авиаперевозки, дополнительный национальный механизм ценообразования на выбросы ПГ в авиации может нанести существенный финансовый ущерб. В перечисленных отраслях, на взгляд автора, необходимы иные методы стимулирования внедрения низкоэмиссионных технологий, поэтому в дальнейших расчетах угольная отрасль, морской и авиационный транспорт, строительство и сельское хозяйство не рассматриваются.

3.3 Сценарии использования механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов в прогнозах развития отраслей экономики России[18]

На основе вышеприведенного отраслевого анализа было сформулировано три сценария внедрения национальных механизмов ценообразования на выбросы

[18] В данном параграфе используется текст работ автора [117, 118].

ПГ в России на основе комбинации углеродного налога, системы торговли выбросами и социальной цены углерода.

В Сценарии 1 (Базовом) не применяются какие-либо механизмы углеродного ценообразования. Важно отметить, что Сценарий 1 является не только референтным, с которым сравниваются результаты расчетов в рамках следующих двух сценариев, но это также сценарий, реализация которого вероятна и экономически обоснована выбором иных приоритетов развития России, отличных от стимулирования низкоэмиссионной трансформации с помощью механизмов ценообразования на выбросы ПГ. Автор не ставит перед собой цель абсолютизировать данные механизмы или расширить сферу его применения на все без исключения отрасли. В работе отсутствует установка на априорное применение механизмов углеродного ценообразования в России, а исследуются лишь возможные будущие эффекты от их потенциального внедрения.

Сценарий 1 представляет собой сценарий выполнения целевых показателей документов стратегического планирования, в том числе целей обеспечения роста экономики темпами не ниже среднемировых, выполнения целей по объему производства и экспорта продукции (Таблица 3.3.1). Статистической базой для этой конструкции являются данные Росстата, а также данные Национального кадастра антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом [211]. Такой сценарий предполагает значительный рост производства промышленной продукции, особенно в химической и металлургической отраслях, и предъявляет повышенные требования к обеспечению топливно-энергетическими ресурсами. Последующие сценарии 2 и 3 опираются на те же гипотезы, отличаясь лишь введением механизмов ценообразования на выбросы ПГ, что в рамках модели провоцирует более активное внедрение низкоэмиссионных технологий.

Таблица 3.3.1 – Ключевые параметры стратегических документов, влияющие на выбросы ПГ в России, заложенные в Сценарии 1

Показатель	Источник	Сценарий / Вариант	Базовый год	Базовое значение	Целевое значение, 2030 г.
Темпы прироста ВВП, %	Майский указ – 2024	—	2024	4,3	3,2
Численность населения (на начало года), млн чел.	Демографический прогноз Росстата	Средний	2024	146,5	143,3

Объем жилищного строительства (в год), млн кв. м	Стратегия развития строительства и ЖКХ	Базовый	2023	92,6	120
Производство стали (с новыми регионами), млн т	Стратегия развития металлургической промышленности РФ до 2030 г.	Базовый	2023	77,8	90,4
Производство алюминия, млн т			2023	3,9	4,9
Производство аммиака, млн т	Стратегия развития химического и нефтехимического комплекса на период до 2030 г.	Инновационный	2023	19,1	28,4
Производство метанола, млн т			2023	4,5	10,2
Производство удобрений азотных / фосфорных / калийных, млн т			2023	11 | 4,4 | 10,5	18,3 | 6,4 | 20,4
Производство кальцинированной соды, млн т			2023	3,1	7,6
Производство гидроксида натрия, млн т			2023	1,2	3,3
Производство лакокрасочных материалов, млн т			2023	1,0	4,6
Производство цемента, млн т	Сводная стратегия развития обрабатывающей промышленности РФ до 2035 г.	Интенсивный	2023	57,4	63,0
Уровень газификации	Энергетическая стратегия РФ на период до 2050 г.	Целевой	2023	73,8%	82,9%
Уровень потерь электроэнергии в сетях			2023	10,1%	8,9%
Добыча нефти, млн т			2023	531	540
Экспорт нефти / нефтепродуктов, млн т			2023	234 | 131	235 | 127
Производство СПГ, млн т			2023	33	105
Потребление метана на транспорте, млрд куб. м			2023	2,2	6,7
Производство угля, млн т			2023	439	530
Производство электроэнергии, млрд кВт·ч			2023	1152	1333
Удельный расход топлива в генерации, 2023 = 100%			2023	100%	106%
Коэффициент полезного использования ПНГ			2023	82%	87%
Прирост мощности в Единой энергетической системе России с 2024 г. ГЭС / АЭС / ГЭС / ВИЭ, ГВт	Схема и программа развития электроэнергетических систем России на 2025–2030 гг.	—	2024	—	5,5 | 1,9 | 0,5 | 4,5
Количество электротранспортных средств (не менее), млн шт.	Концепция по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в РФ до 2030 г.	Сбалансированный	—	—	1,4
Ввод мощности по утилизации ТКО, млн т	ФП «Комплексная система обращения с ТКО»	—	—	—	18,5
Внос минеральных удобрений (в пересчете на 100% питательных веществ), кг/га	Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов РФ до 2030 г.	Целевой	2023	68,6	115,6

Источник: [211].

Многие страны применяют механизмы ценообразования на выбросы ПГ в рамках реализации климатической политики прежде всего для достижения социально-экономических целей и получения позитивных коммерческих эффектов, в том числе и в промышленности. Россия также может получить существенные выгоды от использования национальный механизмов углеродного ценообразования. Эта идея является одной из основополагающих при

формировании сценариев 2 и 3. Первая и главная цель − стимулирование использования современных, прежде всего инновационных, и эффективных технологий, а именно ресурсно-, энерго- и экологоэффективных, преимущественно отечественных, что обеспечивает технологические суверенитет и лидерство, а также модернизацию производства и рост качества, в том числе по критерию безопасности, и объема выпуска товаров и услуг. Данная цель может быть реализована благодаря выполнению ряда задач, в том числе при помощи механизмов ценообразования на выбросы ПГ. Однако также стоит учитывать рост нагрузки, прежде всего налоговой и даже ценовой, на бизнес и население в зависимости от выбора механизма.

Опыт Сахалинского эксперимента по достижению перечисленных ниже потенциальных сопутствующих социально-экономическому развитию целей может быть учтен при перспективном развитии и расширении практики внедрения механизмов ценообразования на выбросы ПГ в России. Однако, помимо Сахалинского эксперимента, существуют и другие факторы, которые должны учитываться при разработке общенациональных механизмов углеродного ценообразования.

Сценарий 2 допускает частичное применение всех трех рассматриваемых механизмов ценообразования на выбросы ПГ в некоторых отраслях экономики с акцентом на отрасли промышленности в зависимости от финансовой нагрузки, государственного участия, чувствительности ВВП и уровня цен по отношению к внедрению данных механизмов и др. Важно отметить, что в рамках Сценария 2 акцент сделан именно на максимально возможном применении социальной цены углерода в тех отраслях экономики, где это целесообразно, тем самым данный сценарий является наиболее сбалансированным с точки зрения распределения финансового бремени как на бизнес, как на государство.

В рамках Сценария 2 конфигурация настроечных параметров механизмов ценообразования на выбросы ПГ была смоделирована для увеличения вероятности реализации следующих потенциальных возможностей, а именно обеспечение беспрепятственного встраивания в мировой добровольный рынок, согласно 6

пункту Парижского соглашения и синхронизация с системами торговли выбросами и добровольными рынками других стран, а также принятие ЕС Российской системы торговли выбросами для зачета части выплат по пограничному корректирующему углеродному механизму. Ниже представлено более подробное описание актуальности данных ориентиров, а также потенциальные пути их достижения, которые частично отражены в Сценарии 2.

Планируется создание международного механизма для содействия сокращению выбросов парниковых газов и поддержки устойчивого развития. Согласно пункту 6 Парижского соглашения [27], на данный момент в качестве модели для международного механизма выбран добровольный рынок, и развитие уже существующего российского добровольного рынка, в том числе климатических проектов, позволяет в перспективе включиться в работу разрабатываемого международного механизма. В то же время существует альтернативная возможность выстраивания международного сотрудничества в сфере низкоэмиссионных рынков путем кооперации с группами стран для создания объединенных региональных рынков. Так, в сентябре 2026 года в Ухане состоялись переговоры представителей Бразилии, Китая и ЕС, посвященные сближению углеродных рынков. Дополнительным импульсом к этому служит стремление Бразилии закрепить Китай в качестве покупателя своих углеродных единиц [212].

Учитывая, что большинство стран мира практикуют использование системы торговли выбросами в качестве своего механизма ценообразования на выбросы ПГ, целесообразно рассмотреть возможность организации национальной системы торговли выбросами и в России. Углеродный налог плохо подходит на роль унифицированного инструмента: хоть и возможно ввести во всех странах схожие правила применения углеродного налога, однако платежи поступают в бюджет каждой страны по отдельности, и именно межбюджетное взаимодействие является достаточно серьезной преградой. В то же время в практике уже существуют случаи взаимозачета разрешений регулируемых систем торговли выбросами Европейских стран. Также существуют международные стандарты верификации углеродных единиц климатических проектов, торговля которыми возможна как на

добровольном, так и на регулируемом рынке. С этой точки зрения необходимо разработать модель ценообразования на выбросы ПГ или модифицировать добровольный рынок в России таким образом, чтобы такой механизм был легко встраиваемым в международную модель для получения новых возможностей в дальнейшем. Кроме того, углеродные единицы, верифицированные по международным стандартам в рамках статьи 6, уже принимаются в качестве платы углеродного налога в Сингапуре, а Еврокомиссия в 2025 году решила, что до 5% от целевого показателя ЕС по сокращению выбросов к 2040 году может быть достигнуто за счет международных углеродных единиц [171].

Однако даже в случае отсутствия в будущем общего международного рынка данная концепция может быть реализована посредством международного сотрудничества и взаимного признания национальных механизмов ценообразования на выбросы ПГ. В качестве положительных сторон такого сотрудничества для России можно выделить потенциальную реализацию углеродных единиц климатических проектов в других странах, что значительно увеличит спрос на российские углеродные единицы и стимулирует развитие и реализацию климатических проектов.

Возможные пути достижения потенциальной цели встраивания в мировой добровольный рынок, согласно 6 пункту Парижского соглашения и синхронизация с системами торговли выбросами и добровольными рынками других стран, по мнению автора, заключаются в следующем:

1. *Расширить стандарты верификации углеродных единиц.* Использование международных стандартов верификации углеродных единиц климатических проектов может помочь реализовать верифицированные в России углеродные единицы на будущем международном добровольном рынке. Также в случае принятия углеродных единиц международных стандартов для выполнения обязательств в рамках российской системы торговли выбросами увеличится спрос иностранных углеродных единиц, что будет способствовать активизации операций на международном добровольном рынке.

2. *Пересмотреть модель системы торговли выбросами.* Переход от «японской» модели к «европейской», так как эта модель более распространена. Также самые «развитые» и крупные системы торговли выбросами (ЕС и Китая) функционируют на основе «европейской» модели. Стоит отметить, что при выборе данной цели в качестве приоритетной введение углеродного налога может быть неэффективным из-за невозможности координации между эмитентами разных стран, в отличие от системы торговли выбросами.

3. *Ввести запрет использования углеродных единиц климатических проектов в национальной системе торговли выбросами* из-за проблемы взаимного признания национальных стандартов разных стран, а также из-за недоверия к процессу верификации климатического проекта. ЕС, Бразилия, а также другие 50 развивающихся стран уже выступают против таких климатических проектов, поскольку некоторые компании вместо сокращения своих выбросов высаживают монопородные леса, что негативно влияет на биоразнообразие. Или же некоторые компании покрывают купленными углеродными единицами все свои фактические выбросы, делая заявления об углеродной нейтральности.

4. *Ввести резерв стабильности рынка,* что поможет контролировать цены на выбросы в случае резкого скачка цен при объединении с системами торговли выбросами других стран, где цены на разрешения выше. В 2025 году диапазон цен на выбросы ПГ в рамках систем торговли выбросами составлял 0,7–70 долларов за тCO_2-экв. При объединении рынков участники систем торговли выбросами с низкими ценами могут быть не готовы к их резкому повышению. Резкое удешевление разрешений для участников системы торговли выбросами ЕС также может негативно повлиять на их мотивацию к сокращению выбросов.

С 2023 года в ЕС начал действовать пограничный корректирующий углеродный механизм, платежи по данной системе начали взиматься с 2026 года. Это сбор, уплачиваемый импортерами, которые не являются участниками системы торговли выбросами ЕС, на основе выбросов ПГ, которые были произведены при выпуске продукции по 6 углеродоемким секторам: черная металлургия и производство некоторой продукции из них, производство алюминия и некоторой

продукции из него, производство цемента и клинкера, производство электроэнергии, производство удобрений, производство водородного топлива. Цена на выбросы определяется ценой на разрешения системы торговли выбросами ЕС. Пограничный корректирующий углеродный механизм, по аналогии с системой торговли выбросами Евросоюза, также будет иметь бесплатные разрешения, доля которых будет постепенно уменьшаться с 97,5% в 2026 году до 0% в 2034 [213]. Формально платят импортеры, однако существует вероятность того, что финансовая нагрузка по пограничному корректирующему углеродному механизму может быть переложена на экспортеров через сокращение их доходности [214-215]. В то же время правила пограничного корректирующего углеродного механизма ЕС предусматривают возможность уменьшения платежа на величину «эффективно» уплаченной «углеродной цены» в стране происхождения товара. В настоящее время правила определения вычета и понятия «эффективно» уплаченной «углеродной цены» находятся на стадии формирования [216]. Так, согласно проекту имплементационного регламента, реальная финансовая нагрузка в рамках национальных систем торговли выбросами и углеродных налогов может выступать в качестве «эффективно» уплаченной «углеродной цены». Таким образом, наличие механизмов ценообразования на выбросы ПГ является необходимым (но не достаточным) условием снижения рисков со стороны пограничного корректирующего углеродного механизма как инструмента нетарифного регулирования внешней торговли. Но здесь также стоит учитывать, что система углеродного ценообразования страны происхождения товара должна быть схожей с системой торговли выбросами ЕС или углеродными налогами в странах ЕС, и конкретные индикаторы соответствия этим требованиям на данный момент еще не определены. Кроме того, Австралия, Канада, Китай и Япония также рассматривают возможность введения похожего механизма [41]. России необходимо продумать дизайн будущей национальной системы с учетом данного механизма.

В 2024 году Китай представил «План внедрения системы управления углеродным следом» [122], согласно которому к 2027 году намерен создать единую национальную систему управления выбросами. Документ предусматривает

разработку стандартов и правил расчета углеродного следа около 100 товаров с расширением до 200 к 2030 году, оценку выбросов предприятиями как от собственной деятельности, так и по всей цепочке поставок, а также формирование требований к раскрытию информации и маркировке продукции. Данный документ можно рассматривать как реакцию Китая на пограничный корректирующий углеродный механизм ЕС: он позволит сократить разрыв в регулировании и смягчить последствия от введения платежей в рамках данного механизма за счет улучшения обмена данными о выбросах и уточнения подходов к расчету углеродного следа. Особое внимание уделено той же номенклатуре товаров, что и в механизме ЕС: электроэнергетика, сталь, алюминий, водород, известь, цемент, литиевые батареи, электромобили [217].

Таким образом, в отличие от ЕС, Китай делает акцент не на системе торговли выбросами, а на расчете углеродного следа продукции. Так, отсутствие подтвержденного углеродного следа ведет к выпадению из цепочек поставок. С точки зрения международного торгового права китайская модель представляется более понятной и адаптивной: необходимо получить сертификат углеродного следа на продукцию для провоза в страну назначения. Данная схема работает по аналогии с техническим или санитарным регулированием. Напротив, пограничный корректирующий углеродный механизм ЕС имеет системную уязвимость. С экономической и климатической точек зрения расчет цены на выбросы ПГ через аукционную систему слабо прогнозируем, а учет всех возможных субсидий делает механизм громоздким. Китайская система, ориентированная на продуктовые стандарты и сертификацию, лучше вписывается в действующие правила международной торговли и порождает меньше искажений [218].

Возможные пути достижения потенциальной цели принятия ЕС Российской системы торговли выбросами для зачета части выплат по пограничному корректирующему углеродному механизму, по мнению автора, заключаются в следующем:

1. *Ввести углеродный налог.* На данный момент в большинстве стран ЕС введен косвенный налог на производство и поставку углеводородного топлива в

виде акциза, что может стать ориентиром для формирования аналогичного углеродного налога в России. Похожий тип углеродного налога может увеличить вероятность зачета выплат по пограничному корректирующему углеродному механизму. При снижении исходного уровня других налогов можно достигнуть частичного зачета выплат по данному механизму без увеличения суммарной налоговой нагрузки.

2. *Пересмотреть модель системы торговли выбросами.* Переход от «японской» модели к «европейской», поскольку именно по «европейской» модели функционирует система торговли выбросами ЕС.

3. *Ввести ограничение или запрет использования углеродных единиц климатических проектов в национальной системе торговли выбросами.* Из-за неограниченного использования и непризнания российского национального стандарта другими странами может возникнуть недоверие к выполненным обязательствам эмитентами на российской системе торговли выбросами. Кроме того, как было указано выше, в системе торговли выбросами ЕС на данный момент запрещено использование каких-либо углеродных единиц для выполнения обязательств.

4. *Ввести возможность использования разрешений лишь с прошлых, а не с будущих периодов торговли.* Это позволит сделать российскую национальную систему торговли выбросами похожей на систему торговли выбросами ЕС. Также использование разрешений из будущих периодов может замедлить развитие рынка и вызвать сомнения со стороны ЕС по зачету части выплат по пограничному корректирующему углеродному механизму, поскольку в таком случае эмитенты могут не выполнять часть своих обязательств на некоторое время, а лишь заимствовать будущие разрешения.

5. *Создать резерв стабильности рынка,* что окажет положительное влияние на ликвидность рынка. Данный механизм также свидетельствует о «развитости» рынка и может позволить сделать систему торговли выбросами России похожей на систему ЕС.

6. *Распределить бесплатные разрешения на основе бенчмаркинга, как в системе торговли выбросами ЕС.* На данный момент в Сахалинском эксперименте распределение первичных разрешений происходит на основе исторических выбросов предприятия, что является более лояльным механизмом.

7. *Ввести аукцион при первичном распределении разрешений* в случае принятия «европейской» модели для большего сходства с системой торговли выбросами ЕС, но пока его не использовать для первичного распределения, как в Казахстане, для снижения финансовой нагрузки для эмитентов.

Таким образом, «настроечные параметры» механизмов ценообразования на выбросы ПГ позволяют создать инструмент, при помощи которого можно достигнуть определенных вспомогательных целей в рамках климатической политики для достижения социально-экономических целей и получения позитивных коммерческих эффектов. В рамках Сценария 2 под национальной системой торговли выбросами подразумевается система торговли выбросами по «европейской» модели, введен углеродный налог с компенсирующими механизмами, а покрытие отраслей выбрано в соответствии с пограничным корректирующим углеродным механизмом.

Если для минимизации финансовой нагрузки на компании в рамках Сценария 2 предполагается активное внедрение социальной цены углерода, то в рамках Сценария 3, наоборот, акцент делается на углеродном налоге и системе торговли выбросами, а социальная цена углерода применяется лишь в тех отраслях, где применение углеродного налога и системы торговли выбросами вызывает трудности. Кроме того, помимо потенциальных целей встраивания в международный рынок и увеличения вероятности зачета выплат по пограничному корректирующему углеродному механизму, в Сценарии 3 также рассматривается потенциальная цель увеличения доходов бюджета. Ниже представлено более подробное описания данной потенциальной цели и возможны пути ее достижения.

Введение регулируемой системы торговли выбросами или углеродного налога может увеличить доходы бюджета. Со временем система торговли выбросами или углеродный налог развивается, цены на выбросы ПГ или налоговая ставка

растет, объем бесплатных разрешений или значение базового показателя уменьшается. Эмитенты в случае отсутствия или недостаточных корректировок инвестиционной стратегии в сторону низкоэмиссионных технологий вынуждены покрывать свои выбросы лишь за счет оплаты штрафов, покупки разрешений или углеродных кредитов, что увеличивает бюджетные доходы. Кроме того, регуляторные факторы могут сильно повлиять на структуру производства электроэнергии, делая традиционные технологии сжигания угля и газа менее конкурентоспособными [170]. Однако такие ужесточения механизмов происходят лишь спустя время. На начальном этапе аукцион на первичном рынке может не проводиться, все разрешения могут распределяться регулятором бесплатно. Квота или базовый показатель также могут формироваться по более лояльным правилам, например, на основе исторических выбросов, чтобы эмитенты успели адаптироваться к новой системе. В то время как углеродный налог может оказывать более ощутимую финансовую нагрузку на эмитентов, поскольку в данном случае все выбросы от использования или продажи выбранных типов ископаемого топлива облагаются налогом, однако существуют компенсационные и защитные методы. Тем не менее, финансовая нагрузка частично или полностью может перекладываться с эмитентов на конечных потребителей, и, если спрос неэластичен по цене, то есть потребители не могут выбрать другую альтернативу, то углеродный налог не будет стимулировать эмитентов корректировать инвестиции в сторону низкоэмиссионных решений.

Возможные пути достижения потенциальной цели увеличения объема поступлений в бюджет правительства, по мнению автора, заключаются в следующем:

1. *Ввести углеродный налог.* Как было отмечено выше, именно углеродный налог обладает наибольшей финансовой нагрузкой. Однако окончательный объем поступлений в бюджет зависит от объема компенсационных мер.

2. *Развить штрафную систему.* Ввести необходимость покрытия штрафных выбросов в дополнение к штрафу, а также увеличить размер штрафа.

3. *Пересмотреть модель системы торговли выбросами.* Переход от «японской» модели, по которой реализуется Сахалинский эксперимент, к «европейской», поскольку в «европейской» модели может быть предусмотрен аукцион на первичном рынке торговли выбросами, где эмитенты могут приобрести разрешения. Также в такой схеме работы системы торговли выбросами увеличивается вероятность получения штрафов, ведь в «японской» модели штраф можно получить за невыполнение обязательств, а в случае «европейский» штраф налагается также и за превышение квоты.

4. *Постепенно сокращать долю бесплатных распределений на первичном рынке в случае принятия «европейской» модели.* В странах, где в качестве механизмов первичного распределения предусмотрен как аукцион, так и бесплатное распределение разрешений, происходит постепенное сокращение доли бесплатных разрешений, поскольку это один из принципов функционирования «европейской» системы. Например, в системе торговли выбросами Казахстана аукцион ни разу не проводился, в системе торговли выбросами Южной Кореи около 10% разрешений продаются на аукционе [219], когда в системе торговли выбросами ЕС уже больше половины разрешений платные.

5. *Запретить использование разрешений и углеродных кредитов, оставшихся с предыдущих периодов, что может стимулировать торговлю.* В системах торговли выбросами ЕС и Южной Кореи уже были случаи, когда эмитенты накапливали разрешения благодаря лояльным начальным условиям функционирования системы. При ее ужесточении они могли использовать большой объем накопленных разрешений, что негативно сказывалось на ликвидности рынка.

6. *Ввести механизм стабильности рынка.* Данных механизм уже введен в системах торговли выбросами ЕС и Токио, он необходим для стимулирования торговли и поддержания определенного уровня цен на выбросы.

Так, в Сценарии 3 расширяется покрытие отраслей углеродным налогом по сравнению со Сценарием 2, а также отсутствуют компенсационные механизмы в рамках углеродного налога, что усиливает стимулы к снижению выбросов ПГ и увеличивает доходы бюджета.

В таблице 3.3.2 представлено распределение всех трех видов механизмов ценообразования на выбросы ПГ в рамках трех сценариев.

Таблица 3.3.2 – Охватываемые механизмами ценообразования на выбросы парниковых газов отрасли в рамках трех сценариев

	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3
Система торговли выбросами	Не используется	• Черная металлургия • Химическая промышленность • Промышленность строительных материалов	• Черная металлургия • Химическая промышленность • Промышленность строительных материалов
Углеродный налог	Не используется	• Нефтяная отрасль • Газовая отрасль	• Нефтяная отрасль • Газовая отрасль • Производство электроэнергии • Утилизация отходов
Социальная цена углерода	Не используется	• Энергоэффективные капитальные ремонты в бытовом секторе • Модернизация освещения в местах общего пользования • Борьба с лесными пожарами • Утилизация отходов • Производство электроэнергии	• Энергоэффективные капитальные ремонты в бытовом секторе • Модернизация освещения в местах общего пользования • Борьба с лесными пожарами

Источник: составлено автором.

Для окончательного формирования сценариев необходимо подобрать оптимальные цены на выбросы ПГ в рамках всех трех видов рассматриваемых механизмов ценообразования на выбросы ПГ, которые в дальнейшем могут быть скорректированы, так как поддержание всех цен переключения механизмов углеродного ценообразования может быть непосильно для экономики. Под ценой переключения подразумевается цена, при которой эмитенту одинаково выгодно как покупать разрешение на выпуск 1 тCO_2-экв., так и инвестировать в низкоэмиссионные технологии. Расчет цен переключения на выбросы ПГ представлен в Приложениях А и Б. Ниже приведено подробное описание формирования итоговых затрат в рамках применения механизмов ценообразования на выбросы ПГ для Сценариев 2 и 3.

3.4 Структура модельного блока механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов (система торговли выбросами, углеродный налог, социальная цена углерода)

В предыдущем разделе сценарии были представлены с довольно подробной детализацией всех возможных вариаций механизмов ценообразования на выбросы ПГ и их настроечных параметров. Однако при непосредственном моделировании

были учтены лишь ключевые характеристики механизмов, что обусловлено как ограничениями модели, так и необходимостью концентрации на наиболее значимых параметрах, определяющих социально-экономические эффекты и динамику выбросов. Ниже представлено описание дополнительного модельного блока механизмов ценообразования на выбросы ПГ.

Система торговли выбросами

Поскольку система торговли выбросами является рыночным инструментом, цена устанавливается по маржинальному принципу по замыкающей технологии. В связи с этим в модели применяется единая цена на выбросы для всех отраслей, которая постепенно расчет до достижения удельной стоимости замыкающей технологии (см. Приложение А). В качестве отраслей, попадающих под влияние системы торговли выбросами в рамках Сценариев 2 и 3, выбраны черная металлургия, химическая промышленность, промышленность строительных материалов. Продукция перечисленных отраслей, а именно удобрения, черные металлы и цемент экспортируется из России и попадает под действие пограничного корректирующего углеродного механизма, поэтому для данных отраслей промышленности была выбрана система торговли выбросами по «европейской» модели для увеличения вероятности зачета выплат по пограничному корректирующему углеродному механизму ЕС, поскольку это один из самых близких по устройству механизмов углеродного ценообразования к системе торговли выбросами ЕС.

Покрытие выбросов выбранных отраслей системой в целом в модели определяется долей продукции, попадающей под покрытие пограничного корректирующего углеродного механизма. Использованные значения для модели показаны в таблице 3.4.1.

Таблица 3.4.1 – Степень общего покрытия выбросов системой, %

Отрасль	Степень покрытия, %
Черная металлургия	80%[19]
Химическая промышленность	70%
Промышленность строительных материалов	60%

[19] В рамках сценариев степень покрытия выбросов ПГ для металлургической отрасли было сокращено со 100% до 80% во избежание критического снижения ВВП.

Источник: составлено автором.

Степень платного покрытия выбросов ПГ на первичном и вторичном рынках в охватываемых отраслях представлена в таблице 3.4.2. Для всех выбранных отраслей она одинакова и составлена с учетом уже определенного графика сокращения бесплатных разрешений в рамках пограничного корректирующего углеродного механизма, что, соответственно, является долей платного распределения: 2026 год – на 2,5%; 2027 год – 5%; 2028 год – 10%; 2029 год – 22,5%; 2030 год – 48,5%; 2031 год – 61%; 2032 год – 73,5%; 2033 год – 86%; 2034 год – 100% [44].

Углеродный сбор системы торговли выбросами для каждого отдельного года рассчитывается по формуле (3.4.1).

$$Carbon\ fee_{ETS} = \sum_i Emis_i * Allow * Cover_{total\ i} * Cover_{paid\ i} \qquad (3.4.1)$$

где:

$Carbon\ fee_{ETS}$ – общий объем выплат из-за внедрения системы торговли выбросами за отдельный год, руб.;

$Emis_i$– выбросы отрасли i, тCO_2-экв.;

$Allow$ – стоимость одного разрешения, руб./тCO_2-экв.;

$Cover_{total\ i}$ – степень общего покрытия выбросов ПГ системой в отрасли i[20], %

$Cover_{paid\ i}$ – степень платного покрытия выбросов в охватываемых выбросах ПГ в отрасли i, %.

Итоговые сценарные гипотезы представлены в таблице 3.4.2. Первым годом внедрения механизмов ценообразования на выбросы ПГ был выбран 2028 год, последним годом прогнозного периода является 2060 г.

[20] Не вся продукция отрасли может попадать под механизмы ценообразования на выбросы ПГ.

Таблица 3.4.2 – Сценарные гипотезы блока системы торговли выбросами (для Сценария 1 все значения равны нулю)

	Сценарий 2					Сценарий 3				
	2028	2030	2040	2050	2060	2028	2030	2040	2050	2060
Цена единицы выбросов, руб.(2021) / тCO_2-экв.										
Черная металлургия	1000	1500	4000	4000	4000	1000	1500	4000	4000	4000
Химическая промышленность	1000	1500	4000	4000	4000	1000	1500	4000	4000	4000
Промышленность строительных материалов	1000	1500	4000	4000	4000	1000	1500	4000	4000	4000
Степень общего покрытия выбросов отрасли системой торговли выбросами, %										
Черная металлургия	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
Химическая промышленность	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%
Промышленность строительных материалов	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%
Степень платного покрытия выбросов, %										
Черная металлургия	10%	49%	100%	100%	100%	10%	49%	100%	100%	100%
Химическая промышленность	10%	49%	100%	100%	100%	10%	49%	100%	100%	100%
Промышленность строительных материалов	10%	49%	100%	100%	100%	10%	49%	100%	100%	100%

Источник: составлено автором с учетом [44, 220] и Приложения А.

Углеродный налог

В рамках сценариев 2 и 3 под действие углеродного налога попадают следующие отрасли: добыча нефти и газа, отходы и электроэнергетика. Выбор нефтегазодобывающих отраслей обусловлен возможностью осуществлять компенсацию углеродного налога через корректировку ставки НДПИ. Это позволяет реализовать механизм возврата средств за счет снижения иных налоговых обязательств. Однако в Сценарии 3 такой механизм не предусмотрен. Электроэнергетика и отрасль обращения с отходами попадают под действие углеродного налога в рамках лишь Сценария 3, поскольку данный сценарий ориентирован на максимально широкое применение системы торговли выбросами и углеродного налога в тех секторах, где это технически и экономически реализуемо. Кроме того, в мировой практике уже существуют случаи применения обязательных механизмов ценообразования на выбросы ПГ в электроэнергетике и отходах в таких странах, как Южная Корея, Китай, ЕС, Австралия и других [42]. В то время как в Сценарии 2 выбор социальной цены углерода является приоритетным.

Углеродный сбор для бюджета правительства от углеродного налога за отдельный год рассчитывается по следующей формуле (3.4.2):

$$Carbon\ fee_{CT} = \\ = \sum_i Emis_i * Cost * Cover_i * (1 - Recover_i) \quad (3.4.2)$$

где:

$Carbon\ fee_{CT}$ – общий объем выплат по углеродному сбору из-за внедрения углеродного налога за отдельный год, руб.;

$Cost$ – стоимость одной тонны выбросов ПГ, руб./тCO_2-экв.;

$Emis_i$ – выбросы отрасли i, тCO_2-экв.;

$Cover_i$ – степень общего покрытия выбросов ПГ углеродным налогом в отрасли i до возмещения затрат, %

$Recover_i$ – доля возмещения затрат по уплате углеродного налога в отрасли i, %.

Степень покрытия выбросов для всех отраслей составляет 100% в рамках сценариев. Кроме того, в рамках углеродного налога в Сценарии 2 предусмотрен компенсационный механизм, поэтому в бюджет правительства в конечном итоге попадает лишь часть от суммарного углеродного сбора.

Стоимость одной тонны выбросов ПГ $Cost$ рассчитывается по формуле (3.4.3):

$$Cost = \frac{Capex}{Emis} \quad (3.4.3)$$

где:

$Cost$ – стоимость одной тонны выбросов ПГ, руб./тCO_2-экв.;

$Capex$– затраты отрасли на специализированные направления декарбонизации, руб. (2021);

$Emis$ – выбросы отрасли, тCO_2-экв.;

Стоимость одной тонны выбросов ПГ в рамках углеродного налога умножается на степень покрытия выбросов $Cover$, так как оценка налога за тонну выбросов ПГ по формуле (3.4.2) сделана с учетом распределения на все выбросы в отрасли, а при умножении на $Cover$ можно учесть собираемость налога с меньшего объема выбросов.

Как и в случае с системой торговли выбросами, углеродный налог в рамках Сценариев 2 и 3 начинает действовать с 2028 года с минимальной ценой 100 руб./тCO_2-экв., после чего цена постепенно растет, достигая максимального значения цены переключения к 2040 году, а далее остается постоянной (см. Приложение А). Так, период с 2028 по 2039 гг. можно назвать адаптационным. Итоговые сценарные гипотезы, касающиеся углеродного налога, представлены в таблице 3.4.3.

Таблица 3.4.3 – Сценарные гипотезы блока углеродного налога (для Сценария 1 все значения равны нулю)

	Сценарий 2					Сценарий 3				
	2028	2030	2040	2050	2060	2028	2030	2040	2050	2060
Цена единицы выбросов, руб.(2021) / тCO_2-экв.										
Добыча нефти	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Добыча газа	100	500	3000	3000	3000	100	500	3000	3000	3000
Электростанции (включая ТЭЦ)	–	–	–	–	–	100	2000	10000	10000	10000
Отходы	–	–	–	–	–	100	500	3000	3000	3000
Степень общего покрытия выбросов отрасли углеродным налогом, %										
Добыча нефти	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Добыча газа	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Электростанции (включая ТЭЦ)	–	–	–	–	–	100%	100%	100%	100%	100%
Отходы	–	–	–	–	–	100%	100%	100%	100%	100%
Доля компенсации выплат по углеродному налогу, %										
Добыча нефти	50%	50%	50%	50%	50%	0%	0%	0%	0%	0%
Добыча газа	50%	50%	50%	50%	50%	0%	0%	0%	0%	0%
Электростанции (включая ТЭЦ)	–	–	–	–	–	0%	0%	0%	0%	0%
Отходы	–	–	–	–	–	0%	0%	0%	0%	0%

Источник: составлено автором с учетом [220].

Социальная цена углерода

В рамках модели расчет социальной цены углерода проводится для следующих отраслей: ЖКХ, сфера обращения с отходами производства и потребления (утилизация), общественный транспорт, такси и каршеринг, парки бюджетных организаций, электроэнергетика и теплоснабжение ГЭС, АЭС, ВИЭ, трубопроводный транспорт и борьба с лесными пожарами.

В отличие от системы торговли выбросами и углеродного налога, социальная цена углерода образует объем средств, который должны выплачивать не эмитенты регулирующему органу, а наоборот, государство софинансирует расходы эмитентов на применение низкоэмиссионных технологий со значимым социальным эффектом. Общий объем выплат эмитентам от государства рассчитывается по формуле (3.4.4).

$$Carbon\ payments_{SCC} = \sum_i Cost_i * Finance_i \qquad (3.4.4)$$

где:

$Carbon\ payments_{SCC}$ – общий объем выплат государством эмитентам за отдельный год для внедрения низкоэмиссионных технологий со значимым социальным эффектом, рассчитанный с учетом социальной цены углерода, руб.;

$Cost_i$ – затраты отрасли *i* на реализацию низкоэмиссионных решений, руб.;

$Finance_i$ – степень бюджетного софинансирования затрат отрасли i на декарбонизацию, %.

Итоговые сценарные гипотезы, касающиеся социальной цены углерода, для каждой рассматриваемой отрасли представлены в таблице 3.4.4. Важно отметить, что в Сценарии 2 социальная цена углерода распространяется на низкоэмиссионную генерацию, однако бюджетное софинансирование отсутствует, т.к. окупаемость инвестиций осуществляется через надбавку в цене электроэнергии в соответствии с правилами оптового рынка электроэнергии и мощности. В случае же введения углеродного налога или системы торговли выбросами в электроэнергетике (в Сценарии 3) цены увеличатся еще сильнее за счет

перекладывания капитальных затрат, а также платежей по углеродному налогу или системе торговли выбросами на конечных потребителей.

Как отмечалось выше, понятие социальной цены углерода неразрывно связано со ставкой дисконтирования [223–225]. Изменение климата представляет собой протяженный во времени процесс, характеризующийся относительно низкой скоростью по сравнению с человеческой жизнью. Эмитированная тонна ПГ будет иметь разную стоимость для социума сейчас и через десятки лет, когда реализуется ее последствие в виде произошедших изменений климата. При помощи ставки дисконтирования предпринимается попытка соизмерить последствия решений в сфере климатической политики для современного и будущего поколений. Однако в рамках исследования прогнозный период составляет 34 года, поэтому межпоколенческий аспект не имеет существенного значения. Вследствие чего ставка дисконтирования не учитывается в расчетах, а социальная цена углерода не меняется со временем.

Таблица 3.4.4 – Сценарные гипотезы блока социальной цены углерода (для Сценария 1 все значения равны нулю)

	Сценарий 2					Сценарий 3				
	2028	2030	2040	2050	2060	2028	2030	2040	2050	2060
Цена единицы выбросов, руб.(2021) / тCO_2-экв.										
Энергоэффективные капитальные ремонты в бытовом секторе	5113	5113	5113	5113	5113	5113	5113	5113	5113	5113
Модернизация освещения в местах общего пользования	5113	5113	5113	5113	5113	5113	5113	5113	5113	5113
Борьба с лесными пожарами	522	522	522	522	522	522	522	522	522	522
Отходы - Утилизация новых отходов	1208	1208	1208	1208	1208	–	–	–	–	–
Низкоэмиссионная генерация - ГЭС	53533	53533	53533	53533	53533	–	–	–	–	–
Низкоэмиссионная генерация - АЭС	8209	8209	8209	8209	8209	–	–	–	–	–
Низкоэмиссионная генерация - ВИЭ	95031	95031	95031	95031	95031	–	–	–	–	–
Степень бюджетного софинансирования затрат на декарбонизацию, %										
Энергоэффективные капитальные ремонты в бытовом секторе	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
Модернизация освещения в местах общего пользования	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
Борьба с лесными пожарами	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
Отходы - Утилизация новых отходов	30%	30%	30%	30%	30%	–	–	–	–	–
Низкоэмиссионная генерация - ГЭС	0%	0%	0%	0%	0%	–	–	–	–	–
Низкоэмиссионная генерация - АЭС	0%	0%	0%	0%	0%	–	–	–	–	–
Низкоэмиссионная генерация - ВИЭ	0%	0%	0%	0%	0%	–	–	–	–	–

Источник: составлено автором с учетом Приложения Б.

3.5 Результаты сценарного прогнозирования использования механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов

Результатами сценарного прогнозирования является оценка макроэкономических и отраслевых эффектов, а также оценка выбросов ПГ. Макроэкономические эффекты были оценены через такие показатели, как ВВП, индекс цен, выпуски. Выпуски представлены в отраслевом разрезе.

Используя описанную в предыдущем разделе методику расчета модельного блока механизмов ценообразования на выбросы ПГ, а также сценарные гипотезы, был проведен расчет суммарных годовых объемов поступлений платежей в рамках системы торговли выбросами и углеродного налога, а также суммарных годовых расходов бюджета на софинансирование низкоэмиссионных решений в рамках социальной цены углерода в отраслевом разрезе. Результаты расчетов приведены в таблице 3.5.1.

Полученные результаты вместе с суммарными затратами на направления декарбонизации (Таблица 3.5.2) являются входными данным для экономического блока Модели прогнозирования социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов парниковых газов, разработанной ИНП РАН (Рисунки 3.5.1, 3.5.2, 3.5.3).

Таблица 3.5.1 – Результаты расчетов объема сборов в рамках системы торговли выбросами, углеродного налога и социальной цены углерода (для Сценария 1 все значения равны нулю)

	Сценарий 2					Сценарий 3				
	2028	2030	2040	2050	2060	2028	2030	2040	2050	2060
Объем поступлений в бюджет в рамках системы торговли выбросами, млрд руб.(2021)										
Черная металлургия	12	84	412	342	212	12	84	402	324	178
Химическая промышленность	7	56	365	337	299	7	56	341	307	253
Промышленность строительных материалов	4	28	145	137	105	4	28	145	137	105
Итого	**23**	**168**	**922**	**816**	**616**	**23**	**168**	**888**	**768**	**536**
Объем поступлений в бюджет от углеродного налога, млрд руб.(2021)										
Добыча нефти	6	6	4	2	2	11	12	8	4	2
Добыча газа	2	11	69	66	63	4	23	129	124	118
Электростанции (включая ТЭЦ)	–	–	–	–	–	63	1275	5722	5592	5287
Отходы	–	–	–	–	–	8	41	229	207	177
Итого	**8**	**17**	**73**	**68**	**65**	**86**	**1351**	**6088**	**5927**	**5584**
Расходы бюджета из-за социальной цены углерода, млрд руб.(2021)										
Энергоэффективные капитальные ремонты в бытовом секторе	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Модернизация освещения в местах общего пользования	0,1	0,2	0,4	0,4	0,4	0,1	0,2	0,4	0,4	0,4
Борьба с лесными пожарами	3	3	5	3	11	3	3	5	3	11
Отходы - утилизация новых отходов	6	7	14	29	28	–	–	–	–	–
Низкоэмиссионная генерация - ГЭС	28	7	1	17	4	–	–	–	–	–
Низкоэмиссионная генерация - АЭС	33	15	77	58	36	–	–	–	–	–
Низкоэмиссионная генерация - ВИЭ	21	41	51	63	42	–	–	–	–	–
Итого	**93**	**75**	**148**	**172**	**123**	**5**	**5**	**7**	**5**	**13**

Источник: составлено автором с учетом [44, 220] (см. Приложения А и Б).

Таблица 3.5.2 — Сценарные параметры мер декарбонизации в рамках сценариев

	Сценарий 1					Сценарий 2					Сценарий 3				
	2025	2030	2040	2050	2060	2025	2030	2040	2050	2060	2025	2030	2040	2050	2060
Отходы - степень утилизации новых отходов	25%	29%	40%	53%	65%	25%	29%	41%	55%	60%	26%	31%	58%	80%	90%
Фугитивные выбросы - степень утилизации ПНГ	83%	80%	84%	88%	88%	83%	80%	88%	95%	99%	83%	80%	88%	95%	99%
Фугитивная углеродоемкость нефтегазового сектора, кг CO_2/тут	3.41	3.42	3.42	3.42	3.42	3.41	3.40	3.39	3.38	3.37	3.41	3.40	3.39	3.38	3.37
Среднедушевое потребление энергии в бытовом секторе, 2019 = 100	95	95	95	93	94	95	95	94	90	90	95	95	94	90	90
Среднее потребление тепла на кв. м жилищного фонда, 2019 = 100	89	77	60	47	41	89	77	58	44	38	89	77	58	44	38
Энергоэффективные капитальные ремонты, % жилищного фонда с классом энергоэффективности D и ниже	0%	0%	0%	0%	0%	0.0%	1.0%	1.1%	1.1%	1.2%	0.0%	1.0%	1.1%	1.1%	1.2%
Установка энергоэффективных источников света в местах общего пользования, млн шт.	1	6	16	26	36	1	7	31	71	120	1	7	31	71	120
Низкоэмиссионная генерация - доля ГЭС в выработке электроэнергии	17%	16%	15%	13%	13%	17%	16%	15%	14%	14%	17%	16%	17%	16%	16%
Низкоэмиссионная генерация - доля АЭС в выработке электроэнергии	18%	17%	21%	24%	26%	18%	18%	22%	26%	28%	18%	18%	25%	29%	33%
Низкоэмиссионная генерация - доля ВИЭ в выработке электроэнергии	1%	2%	3%	4%	5%	1%	2%	3%	4%	5%	1%	2%	4%	5%	7.3%
Металлургия - доля электровыплавки стали на основе газа	40%	41%	44%	49%	54%	40%	42%	51%	63%	75%	40%	42%	51%	63%	75%
Промышленность стройматериалов - доля "сухого" производства цемента	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	67%	80%	60%	60%	60%	67%	80%
Химия - доля производства аммиака путем автотермического риформинга	0%	0%	0%	0%	0%	1%	3%	10%	30%	50%	1%	3%	10%	30%	50%
Химия - доля производства этилена из пропана	0%	0%	0%	0%	0%	1%	5%	10%	30%	50%	1%	5%	10%	30%	50%
Улавливание CO_2 - металлургия, млн т	0	0	0	0	0	0	0	7	9	19	0	0	7	12	28
Улавливание CO_2 - химия, млн т	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	0	0	0	3	10
Улавливание CO_2 - промышленность стройматериалов, млн т	0	0	0	0	0	0	0	3	6	19	0	0	3	6	19
Дополнительное поглощение CO_2 благодаря лесоклиматическим проектам относительно Сценария 1, %	–	–	–	–	–	0%	0%	0.9%	1.5%	5.3%	0%	0%	0.9%	1.5%	5.3%

Источник: составлено автором.

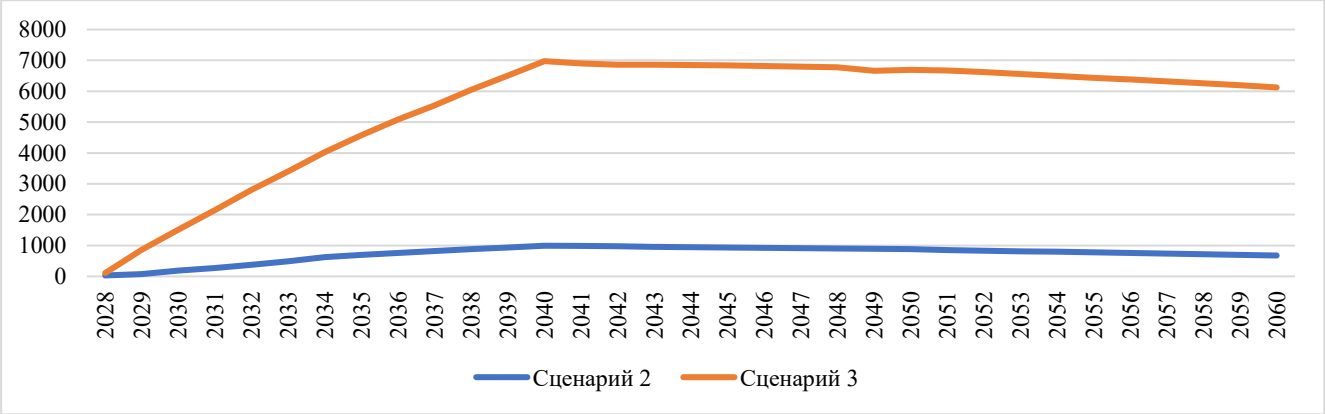

Рисунок 3.5.1 − Поступления в бюджет от системы торговли выбросами и углеродного налога, млрд руб.(2021)
Источник: расчеты автора.

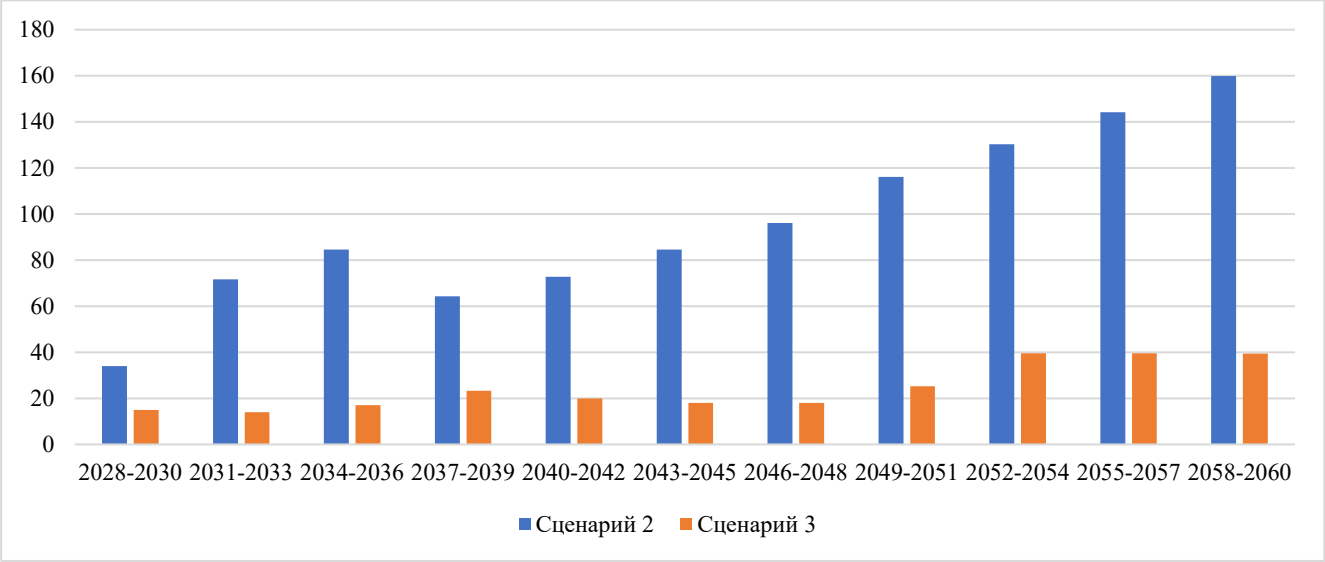

Рисунок 3.5.2 − Расходы бюджета в рамках социальной цены углерода, млрд руб.(2021)
Источник: расчеты автора.

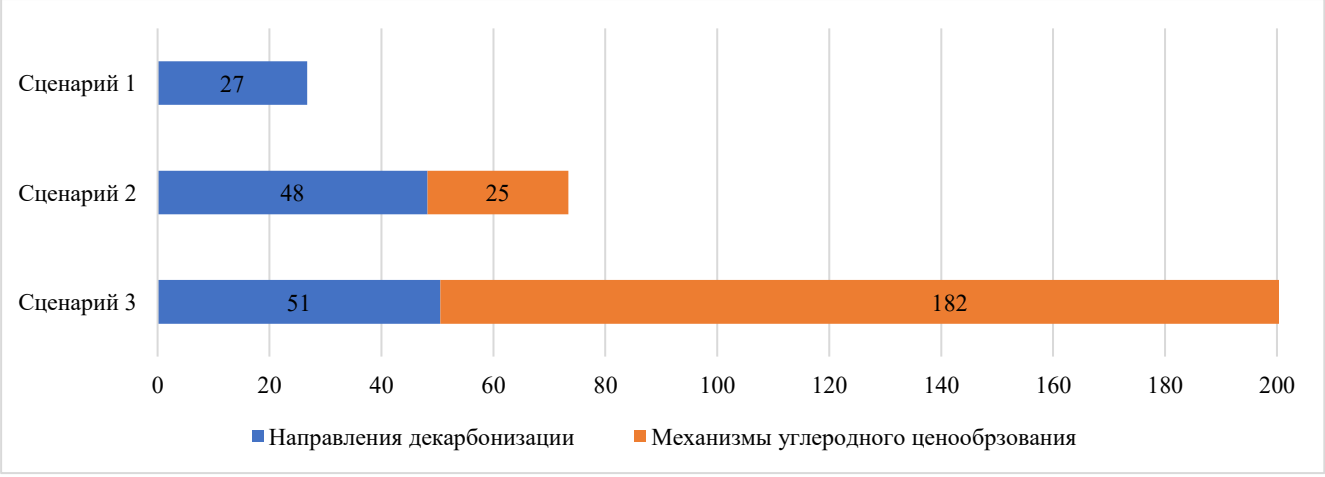

Рисунок 3.5.3 – Сумма затрат на специализированные направления декарбонизации и сумма сборов по механизмам ценообразования на выбросы ПГ за 2028–2060 гг., млрд руб.(2021)
Источник: расчеты автора.

На рисунках 3.5.4 и 3.5.5 представлены итоговые результаты моделирования, а именно выбросы ПГ и ВВП в разрезе трех сценариев до 2060 года.

Референтный Сценарий 1 характеризуется самым большим объемом выбросов ПГ, поскольку никакие механизмы углеродного ценообразования не применялись и, соответственно, дополнительные стимулы снижения выбросов и внедрения низкоэмиссионных решений отсутствовали. Вследствие чего суммарные затраты на специализированные направления декарбонизации также были минимальными по сравнению с другими сценариями. В то же время отсутствовала дополнительная финансовая нагрузка на эмитентов и правительство, что привело к относительно высоким показателям ВВП.

В Сценарии 2 делается акцент на сбалансированном внедрении всех трех видов механизмов ценообразования на выбросы ПГ с учетом специфики отраслей, а также активном применении социальной цены углерода. Данный сценарий характеризуется более низким уровнем выбросов ПГ, однако более высокими затратами на низкоэмиссионные решения и более низким уровнем ВВП.

В рамках Сценария 3 социальная цена углерода применялась лишь в тех областях, где применение других механизмов ценообразования на выбросы ПГ не представлялось возможным, а акцент делался на тех механизмах, где софинансирование правительством не стоит в числе приоритетных задач. Кроме того, в отличие от Сценария 2, компенсационные механизмы в рамках углеродного налога отсутствовали. Это негативно сказалось на уровне ВВП (Рисунок 3.5.4), однако среди всех трех сценариев объем снижения выбросов ПГ максимален (Рисунок 3.5.5).

Основное снижение выбросов ПГ в рамках Сценария 2 внесли промышленность, электроэнергетика и лесное хозяйство, в рамках Сценария 3 – энергетика, промышленность, отходы и лесное хозяйство соответственно (Таблица 3.5.3). Если в третьем сценарии наибольший вклад в снижение уровня нетто-выбросов ПГ внесла энергетика, поскольку крупные эмитенты данной отрасли в рамках сценария должны были участвовать в системе торговли выбросами или были обязаны платить углеродный налог, что позволило сократить выбросы на 267

млн тCO$_2$-экв. по сравнению со Сценарием 1, что составляет 47% от всего снижения выбросов, то в рамках Сценария 2 34% от всего сокращения уровня выбросов (148 млн тCO$_2$-экв.) пришлось на промышленность, которая также была охвачена системой торговли выбросами.

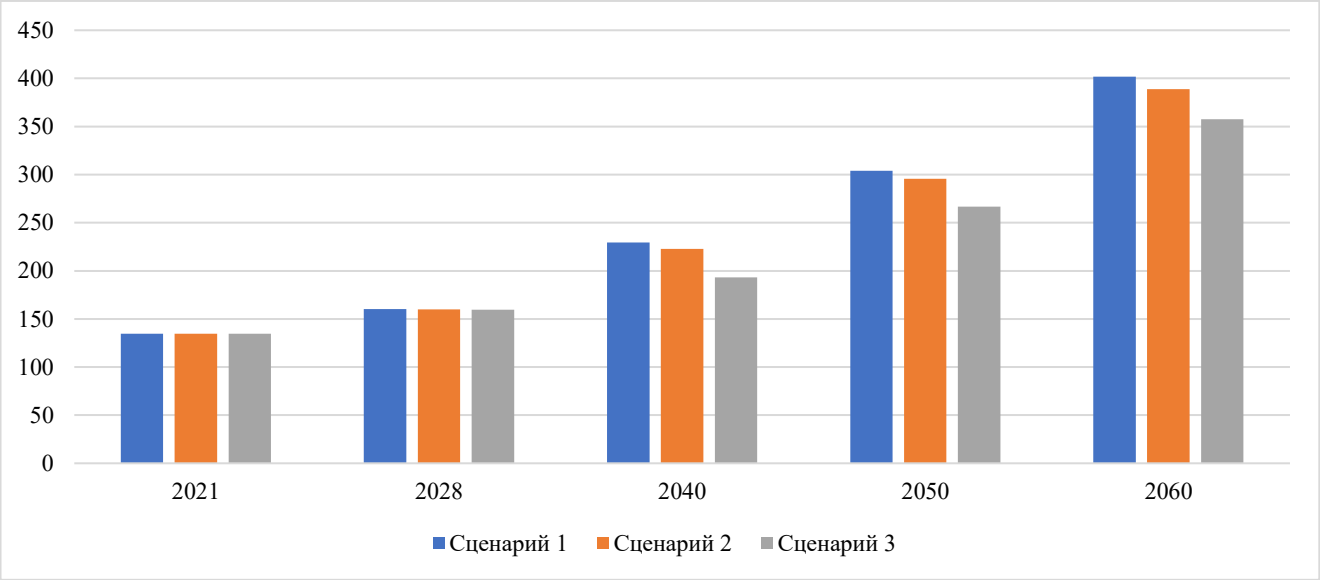

Рисунок 3.5.4 – Объем ВВП, трлн руб.(2021)
Источник: расчеты автора.

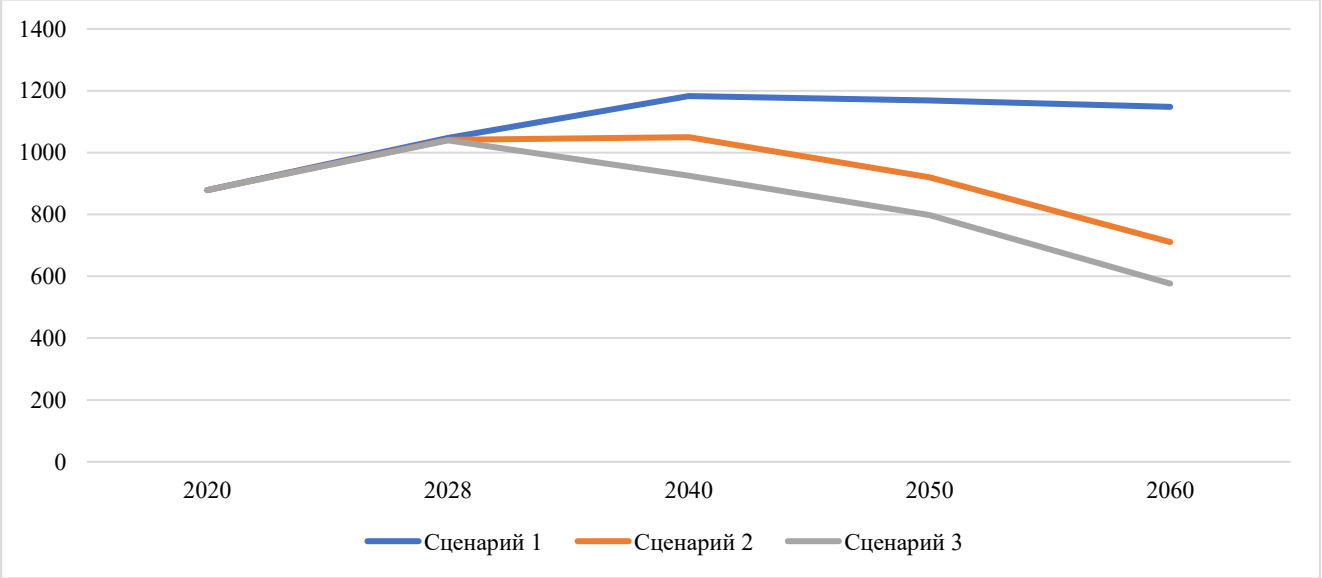

Рисунок 3.5.5 – Выбросы ПГ[21], млн тCO$_2$-экв.
Источник: расчеты автора.

[21] В диссертации не исследуется возможность выполнения целей стратегических документов по балансу выбросов и поглощений ПГ. Они могут достигаться как за счет дополнительных мер низкоэмиссионной трансформации экономики, так и за счет уточнения Национального кадастра [197].

Таблица 3.5.3 − Выбросы парниковых газов в отраслевом разрезе, млн тCO_2-экв.

	Сценарий 1			Сценарий 2			Сценарий 3			Различие в 2060 г.		
	2028	2040	2060	2028	2040	2060	2028	2040	2060	Сц2 / Сц1	Сц3 / Сц1	Сц3 / Сц2
1. Энергетика	968	1041	1043	964	972	844	963	882	776	-19%	-26%	-8%
1.1 Нефтяная отрасль	158	160	146	158	132	70	158	124	67	-52%	-54%	-4%
1.2 Электроэнергетика и теплоснабжение (в части производства тепла на ТЭЦ)	636	681	698	633	644	586	632	573	529	-16%	-24%	-10%
1.3 Другое	174	200	199	174	196	189	174	185	180	-5%	-10%	-5%
2. Строительство и ЖКХ	380	373	296	380	372	311	380	370	310	5%	5%	0%
3. Промышленность	396	450	457	394	408	309	394	390	279	-32%	-39%	-10%
3.1 Черная металлургия	146	151	131	145	129	66	145	126	56	-49%	-57%	-16%
3.2 Химическая промышленность	105	145	168	104	130	106	104	122	90	-37%	-46%	-15%
3.3 Другое	144	154	158	144	149	137	144	143	134	-13%	-16%	-3%
4. Отходы	74	85	124	74	75	83	73	68	53	-33%	-58%	-37%
6. Лесное хозяйство	-1147	-1159	-1179	-1147	-1169	-1242	-1147	-1169	-1242	5%	5%	0%
7. Другое	-987	-1096	-1093	-982	-987	-748	-980	-888	-655	-32%	-40%	-12%
Итого	1048	1183	1148	1041	1050	711	1040	927	577	-38%	-50%	-19%

Источник: расчеты автора.

Соответствующее снижение уровня нетто-выбросов ПГ сопровождается не только высоким уровнем платежей в рамках механизмов ценообразования на выбросы ПГ, но и большими затратами на специализированные направления декарбонизации (Таблица 3.5.4). В Сценарии 3 наблюдается самый высокий уровень затрат, большая часть которых, а именно затраты на низкоэмиссионную генерацию ГЭС, АЭС, ВИЭ и улавливание CO_2 в промышленности составляют 20,7 трлн руб.(2021) и 9,7 трлн руб.(2021) соответственно за весь период функционирования механизмов ценообразования на выбросы ПГ 2028–2060 гг., что составляет 60% от всех затрат. В Сценарии 2 самые затратные направления идентичны, однако источником финансирования, как отмечалось выше, выступают не только компании, но и государство. Затраты на низкоэмиссионную генерацию ГЭС, АЭС, ВИЭ, улавливание CO_2 в промышленности, а также затраты на специализированные направления декарбонизации в химической промышленности и металлургии за весь период 2028–2060 гг. составляют 20,5 трлн руб.(2021), 7,5 трлн руб.(2021) и 6,4 трлн руб.(2021) соответственно, что достигает 71% от всех затрат. Стоит отметить, что затраты на специализированные направления декарбонизации закладываются и в Сценарии 1, однако их объемы существенно меньше: затраты в рамках Сценариев 2 и 3 превышают затраты Сценария 1 в 1,8 и 1,9 раз соответственно.

Таблица 3.5.4 – Детализированные данные по затратам на специализированные направления декарбонизации, млрд руб.(2021)

	Сценарий 1				Сценарий 2				Сценарий 3				Различие 2028-2060		
	2028	2040	2060	2028-2060	2028	2040	2060	2028-2060	2028	2040	2060	2028-2060	Сц2 / Сц1	Сц3 / Сц1	Сц3 / Сц2
ЗИЗЛХ - повышение поглощения CO_2	12	7	9	299	12	25	48	851	12	25	48	851	184%	184%	0%
Отходы - утилизация новых отходов	27	64	176	2968	27	74	191	3603	30	67	183	3633	21%	22%	1%
Энергоэффективные капитальные ремонты в бытовом секторе	0	0	0	0	10	10	10	324	10	10	10	324	-	-	0%
Модернизация освещения в местах общего пользования	0	0	0	15	0	2	2	51	0	2	2	51	255%	255%	0%
Низкоэмиссионная генерация - ГЭС	123	0	0	1010	141	23	19	2443	141	23	22	2485	142%	146%	2%
Низкоэмиссионная генерация - АЭС	129	317	154	8230	164	376	272	10765	164	376	270	10978	31%	33%	2%
Низкоэмиссионная генерация - ВИЭ	94	218	173	5197	125	248	300	7300	125	248	280	7277	40%	40%	0%
Металлургия - ввод мощностей электровыплавки	0	55	36	1446	0	96	82	2731	0	91	80	2651	89%	83%	-3%
Химия - аммиак - мощности автотермического риформинга	0	0	0	0	20	57	198	3647	20	57	198	3647	-	-	0%
Химия - этилен - производство на основе пропана	0	0	0	0	8	10	40	774	8	9	38	735	-	-	-5%
Промышленность стройматериалов - развитие сухого способа производства цемента	1	1	1	47	1	2	9	151	1	2	9	151	223%	223%	0%
Улавливание CO_2 - металлургия	0	0	0	0	0	85	225	3069	0	83	333	4109	-	-	34%
Улавливание CO_2 - химия	0	0	0	0	0	10	143	1354	0	9	278	2541	-	-	88%
Улавливание CO_2 - промышленность стройматериалов	0	0	0	0	0	50	294	3044	0	50	294	3044	-	-	0%
Другое	323	190	160	7513	317	209	150	8105	317	205	152	8058	8%	7%	-1%
Итого	710	852	710	26725	826	1274	1982	48212	829	1255	2198	50535	80%	89%	5%

Источник: расчеты автора.

Существенные затраты и снижение уровня выбросов ПГ в Сценарии 3 приводят к снижению уровня ВВП (Таблицы 3.5.5, 3.5.6). В результате моделирования условий Сценария 3 уровень ВВП к 2060 году снизился до 358 трлн руб.(2021), в то время как в рамках Сценариев 1 и 2 ВВП составляет 402 и 389 трлн руб.(2021) соответственно. Суммарный объем ВВП за период 2028–2060 гг. в сценариях 1–3 составляют 8764, 8541 и 7754 трлн руб.(2021) соответственно (Таблица 3.5.6). Ежегодные потери ВВП в рамках Сценариев 2 и 3 относительно Сценария 1 составляют 0,1 и 0,36 п. п. соответственно. То есть в Сценарии 3 снижение ВВП наблюдается отчетливее всего, особенно в таких элементах использования, как ПДХ и накопление основного капитала: значение данных элементов в Сценарии 3 сократились на 18% и 9% соответственно по сравнению со Сценарием 1 за период 2028-2060 гг. (Таблица 3.5.6). ПДХ и накопление основного капитала являются основными элементами использования, поэтому их сокращение влияет и на другие элементы. Так, сокращение импорта в Сценарии 3 составило 8% по сравнению со Сценарием 1. Основной вклад в данное снижение внесло применение углеродного налога в электроэнергетике. Но также стоит подчеркнуть, что данное снижение ВВП может также влиять и на снижение выбросов ПГ. То есть использование новых или расширение использования старых специализированных мер декарбонизации является не единственной причиной снижения уровня выбросов ПГ.

Таблица 3.5.5 – Темп прироста ВВП за 5 лет и за весь прогнозный период в рамках трех сценариев, %

	2020-2025	2025-2030	2030-2035	2035-2040	2040-2045	2045-2050	2050-2055	2055-2060	2028-2060
Сценарий 1	3.03	2.90	3.23	2.80	2.84	2.86	2.83	2.83	2.83
Сценарий 2	3.02	2.78	2.96	2.59	2.87	2.87	2.79	2.77	2.73
Сценарий 3	3.02	2.04	1.66	1.71	3.44	3.12	3.10	2.86	2.48

Источник: расчеты автора.

Таблица 3.5.6 – Расчетные данные ВВП и элементов использования в рамках трех сценариев, трлн руб.(2021)

	Сценарий 1				Сценарий 2				Сценарий 3				Различие 2028-2060		
	2028	2040	2060	2028-2060	2028	2040	2060	2028-2060	2028	2040	2060	2028-2060	Сц2 / Сц1	Сц3 / Сц1	Сц3 / Сц2
ВВП	160	229	402	8764	160	223	389	8541	160	194	358	7760	-3%	-11%	-9%
Потребление домашних хозяйств	86	124	229	4827	86	119	219	4665	86	94	187	3939	-3%	-18%	-16%
Государственное потребление	25	33	52	1224	25	33	50	1202	25	30	52	1174	-2%	-4%	-2%

Накопление основного капитала	37	63	108	2377	37	61	104	2303	37	56	99	2178	-3%	-8%	-5%
Экспорт	36	51	108	2119	36	52	108	2125	36	53	109	2151	0%	2%	1%
Импорт	31	51	93	2001	31	50	91	1959	31	46	87	1849	-2%	-8%	-6%

Источник: расчеты автора.

Кроме того, реализация Сценариев 2 и 3 приводит к снижению выпусков и росту индексов цен, в том числе индекса цен промышленных производителей (Таблицы 3.5.7, 3.5.8). Сокращение суммарного объема выпусков в целом по экономике в рамках Сценариев 2 и 3 по сравнению со Сценарием 1 накопленным итогом за 2028–2060 гг. составляют 2% и 11% соответственно. Основное сокращение в рамках Сценария 3 пришлось на промышленность, отходы, энергетику. Важно отметить, что другие сектора экономики (транспорт и сфера услуг) также демонстрируют серьезный спад на 10%, что является следствием влияния межотраслевых связей в экономике России. В сценарии 2 состав пострадавших в экономическом плане отраслей тот же, хотя масштаб ущерба существенно ниже. Накопленные индексы цен промышленных производителей и цены электроэнергии за весь прогнозный период также существенно растут в Сценарии 3. Так, разница со Сценарием 1 составляет 16% и 190% соответственно, в то время как разница Сценариев 2 и 1 составляет 2% и 4% соответственно.

Таблица 3.5.7 – Расчетные значения выпусков в отраслевом разрезе в рамках трех сценариев, трлн руб.(2021)

	Сценарий 1				Сценарий 2				Сценарий 3				Различие 2028-2060		
	2028	2040	2060	2028-2060	2028	2040	2060	2028-2060	2028	2040	2060	2028-2060	Сц2/Сц1	Сц3/Сц1	Сц3/Сц2
1. Энергетика	39	41	43	1377	39	41	42	1356	39	39	41	1309	-1%	-5%	-3%
1.1 Нефтяная отрасль	25	25	25	828	25	25	25	822	25	24	24	801	-1%	-3%	-2%
1.2 Электроэнергетика и теплоснабжение (в части производства тепла на ТЭЦ)	8	9	10	293	8	8	10	284	8	8	9	266	-3%	-9%	-6%
1.3 Другое	7	8	8	257	7	8	8	251	7	7	8	242	-2%	-6%	-4%
2. Строительство и ЖКХ	28	48	86	1837	28	46	83	1785	28	42	79	1678	-3%	-9%	-6%
3. Промышленность	72	114	228	4596	72	111	221	4481	72	96	203	4069	-2%	-11%	-9%
3.1 Черная металлургия	5	7	14	286	5	7	14	286	5	7	14	286	0%	0%	0%
3.2 Химическая промышленность	5	9	19	374	5	9	18	358	5	7	15	304	-4%	-19%	-15%
3.3 Другое	62	98	195	3936	62	95	190	3837	62	82	174	3479	-3%	-12%	-9%
4. Отходы	1	2	4	80	1	2	4	78	1	2	3	70	-3%	-12%	-10%
5. Другое	140	205	391	8143	140	199	379	7941	140	170	348	7175	-2%	-12%	-10%
Итого	281	410	752	16032	281	398	729	15640	280	349	675	14301	-2%	-11%	-9%

Источник: расчеты автора.

Таблица 3.5.8 – Расчетные накопленные индексы цен в рамках трех сценариев, %

	Сценарий 1				Сценарий 2				Сценарий 3			
	2028-2040	2040-2050	2050-2060	2028-2060	2028-2040	2040-2050	2050-2060	2028-2060	2028-2040	2040-2050	2050-2060	2028-2060
Индекс цен производителей	1.47	1.47	1.37	2.96	1.50	1.46	1.37	3.01	1.80	1.42	1.35	3.44
Индекс цены электроэнергии	1.67	1.50	1.44	3.60	1.70	1.50	1.46	3.75	4.90	1.44	1.48	10.48

Источник: расчеты автора.

Таким образом, применяя модифицированную модель, был сделан прогноз ВВП, выбросов ПГ, выпусков, индексов цен и затрат на специализированные направления декарбонизации до 2060 года. По результатам расчетов, за период 2028–2060 гг. объемы поступлений в бюджет от системы торговли выбросами и углеродного налога в рамках Сценариев 2 и 3 составили 25 и 182 трлн рублей в ценах 2021 года соответственно. А расходы бюджета в рамках социальной цены углерода составили 1,1 и 0,2 трлн рублей в ценах 2021 года соответственно. Кроме того, использование механизмов ценообразования на выбросы ПГ стимулирует развитие низкоэмиссионных решений, что приводит к увеличению затрат на специализированные направления декарбонизации. Так, по сравнению со Сценарием 1 данные затраты увеличились на 21 и 24 трлн руб. (2021) в Сценариях 2 и 3 соответственно. Это привело к изменению накопленного объема ВВП за период 2028–2060 гг., а именно снижению на 223 и 1217 трлн руб. (2021) в Сценариях 2 и 3 соответственно. Ежегодные потери ВВП в рамках Сценариев 2 и 3 относительно Сценария 1 составляют 0,1 и 0,36 п. п. соответственно. Вследствие применения механизмов ценообразования на выбросы ПГ изменилось также значение нетто-выбросов ПГ. По результатам исследования нетто-выбросы России за период 2028–2060 гг. в рамках Сценариев 2 и 3 были сокращены на 6,3 и 9,7 млрд тCO_2-экв. и к 2060 году в разрезе трех сценариев составили 1,15, 0,71 и 0,58 млрд тCO_2-экв. соответственно.

Стоит отметить, что комбинация механизмов ценообразования на выбросы ПГ Сценария 3 хотя и позволяет достичь минимального уровня выбросов ПГ из всех трех рассматриваемых сценариев, однако такая низкоэмиссионная политика может иметь серьезные риски для социально-экономического положения России. В то время как Сценарий 2 является более сбалансированным, где как бизнес, так и

правительство вносят существенный вклад в развитие низкоэмиссионных решений благодаря более равномерному распределению влияния системы торговли выбросами, углеродного налога и социальной цены углерода в экономике на экономику России.

Важно отметить, что каждый сценарий имеет свои положительные и отрицательные стороны с точки зрения социально-экономического развития с низким уровнем выбросов ПГ (Таблица 3.5.9). Среди представленных выше сценариев, по мнению автора, Сценарий 2 является оптимальным с точки зрения финансовой нагрузки на экономических агентов и сокращения выбросов ПГ. Теоретически возможно существование более сбалансированной конфигурации мер, которая обладала бы преимуществами перед Сценарием 2, однако ее конкретное воплощение на данный момент находится за рамками работы.

Таблица 3.5.9 – Сравнительные преимущества и недостатки трех сценариев с точки зрения социально-экономического развития с низким уровнем выбросов ПГ

Сценарий 1	
Преимущества	Недостатки
• отсутствие дополнительной финансовой нагрузки на бизнес и государство из-за отсутствия механизмов ценообразования на выбросы ПГ • самые высокие показатели ВВП и выпусков • самый медленный рост индекса цен производителей и индекса цен электроэнергии	• наибольший объем выбросов ПГ из-за отсутствия механизмов ценообразования на выбросы ПГ как стимула снижения выбросов и внедрения низкоэмиссионных решений • минимальные затраты на направления декарбонизации • отсутствие бюджетных доходов от механизмов ценообразования на выбросы ПГ
Сценарий 2	
Преимущества	Недостатки
• существенное сокращение выбросов ПГ • распределение финансовой нагрузки между эмитентами и государством • сравнительно высокие показатели ВВП и выпусков • сравнительно медленный рост индекса цен производителей и индекса цены электроэнергии	• сравнительно небольшие бюджетные доходы от механизмов ценообразования на выбросы ПГ • относительно высокие затраты на направления декарбонизации для бизнеса
Сценарий 3	
Преимущества	Недостатки
• наименьший объем выбросов ПГ • максимальные бюджетные доходы от механизмов ценообразования на выбросы ПГ	• высокая финансовая нагрузка на эмитентов из-за преобладания системы торговли выбросами и углеродного налога над социальной ценой углерода и из-за отсутствия компенсационного механизма в рамках углеродного налога • максимальные затраты на направления декарбонизации для бизнеса • низкая степень софинансирования низкоэмиссионных решений государством • самые низкие показатели ВВП и выпусков • самый быстрый рост индекса цен производителей и индекса цены электроэнергии

Источник: составлено автором.

Заключение

По результатам работы сделаны следующие основные выводы, раскрывающие ключевые научные результаты, соответствующие поставленным исследовательским задачам диссертационной работы.

К качественным результатам исследования, отвечающим поставленным задачам, относятся следующие.

В рамках задачи, посвященной исследованию механизмов ценообразования на выбросы ПГ, а также систематизации их характеристик, были сделаны следующие выводы.

Механизмы ценообразования на выбросы ПГ, объект исследования диссертационной работы, находятся на пересечении нескольких ключевых экономических теорий и школ, а именно теории внешних эффектов, теории оптимального налогообложения, экономики окружающей среды и ресурсов, а также других теорий.

На протяжении большей части XX века экономический прогресс отождествлялся с ростом производства и доходов, а ВВП стал универсальным индикатором успеха. Однако по мере индустриализации и урбанизации становилось очевидным, что экономическая активность порождает последствия, не улавливаемые традиционными показателями: загрязнение окружающей среды, шум, утрата биоразнообразия и изменение климата. Общество постепенно осознавало, что благополучие измеряется не только в денежном выражении, но и по целому ряду других параметров: здоровье, безопасность, качество среды обитания. Параллельно формировалось понимание пределов экономического роста, задаваемых возможностями экосистем, что привело к появлению концепции устойчивого развития и ее окончательному оформлению в 1987 году. В конце 1980-х сформировалось экологическое направление в экономической науке, в рамках которого рост (количественное увеличение) следует отличать от развития (качественного улучшения). Таким образом, климатическая повестка возникла как прямое следствие переосмысления целей экономической деятельности, а

признание многоаспектности благосостояния заложило основу для современных подходов к климатической политике, включая механизмы ценообразования на выбросы парниковых газов. В этом контексте низкоэмиссионные цели становятся сопряженными с достижением целей устойчивого развития, включая повышение качества жизни, обеспечение национальной безопасности, рост экономической эффективности и ряд других.

Средняя глобальная температура растет, и это статистический факт. Данное изменение приводит к увеличению числа опасных явлений, что может негативно влиять на экономику и жизнедеятельность человека. Изменение климата можно объяснить путем естественных процессов и/или антропогенного влияния. Научные и политические сообщества в основном придерживаются антропогенной теории изменения климата, вследствие чего предпринимаются различные решения, направленные на сдерживание и сокращение выбросов парниковых газов в атмосферу. Россия является активным участником Рамочной конвенции ООН об изменении климата, Киотского протокола, Парижского соглашения в рамках мировой климатической повестки. Независимо от того, какой теории изменения климата придерживается автор, анализ необходимо строить на реальной картине мира, где антропогенная версия служит основой для консенсуса научного и политического сообществ и формирует повестку политических решений.

Многие страны, в том числе и Россия, ставят перед собой четкие цели по сокращению нетто-выбросов ПГ. Для достижения данных целей возможно использование различных механизмов, в том числе и механизмы ценообразования на выбросы ПГ. Такие механизмы позволяют перевести выбросы ПГ в экономическую категорию, стимулировать использование низкоэмиссионных решений. Вовлеченность в процессы климатической политики, в том числе с учетом применения механизмов ценообразования на выбросы ПГ, может помочь в достижении социально-экономических целей и получении положительных социально-экономических эффектов.

Многие страны применяют механизмы ценообразования на выбросы парниковых газов в рамках реализации климатической политики прежде всего для

достижения социально-экономических целей и получения позитивных коммерческих эффектов. Важный эффект декарбонизации на макроэкономическом уровне заключается в повышении ресурсной эффективности (или снижении удельного потребления ресурсов на единицу ВВП). Частным случаем является политика повышения энергоэффективности, для которой разработаны механизмы стимулирования, в том числе в виде налоговых льгот, и которая может быть органично дополнена инструментами углеродного ценообразования. Аналогичные приемы могут быть задействованы в программах по снижению материалоемкости отраслей экономики и загрязнения окружающей среды, в которых задействованы углеродсодержащие компоненты. Взвешенное применение механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов способно обеспечить стимулирующий эффект для использования современных, прежде всего инновационных, и эффективных технологий, а именно ресурсно-, энерго- и экологоэффективных, преимущественно отечественных, что обеспечивает технологический суверенитет и технологическое лидерство, а также модернизацию производства и рост качества, в том числе по критерию безопасности, и объема выпуска товаров и услуг. Однако также стоит учитывать сопутствующий рост нагрузки, прежде всего налоговой и даже ценовой, на бизнес и население в зависимости от выбора механизма.

Механизмы ценообразования на выбросы ПГ активно функционируют с 2005 года, и на сегодняшний день 28% мировых выбросов покрыты 80-ю механизмами систем торговли выбросами и углеродных налогов. Каждый механизм имеет свои особенности. Например, углеродный налог обладает большой финансовой нагрузкой, но относительно прост в администрировании и предсказуем. Система торговли выбросами, наоборот, дает возможность эмитентам выбрать подходящий для них способ соблюдения требований. Добровольный рынок позволяет монетизировать результат сокращения нетто-выбросов в рамках климатического проекта, а социальная цена углерода может помочь в отборе финансирования правительством низкоэмиссионных решений. Однако даже в рамках одного вида механизма ценообразования на выбросы ПГ есть ряд «настроек», которые делают

каждый механизм в рамках страны/региона/группы стран уникальным. Каждый нововведенный механизм ценообразования на выбросы ПГ проходил свой путь развития, в процессе чего могли изменяться настроечные параметры, что необходимо для его успешного функционирования и достижения определенных поставленных целей.

В России на данный момент действует региональная система торговли выбросами и национальный добровольный рынок. Для достижения амбициозных низкоэмиссионных целей возможно рассмотрение внедрения и других механизмов ценообразования на выбросы ПГ, однако данное решение требует глубокого анализа: какой механизм для какой отрасли необходим, какие «настройки» необходимо произвести для достижения той или иной цели. Полное копирование механизмов углеродного ценообразования других стран с их настроечными параметрами неприемлемо вследствие разной страновой специфики и разного целеполагания.

Помимо стимулирования снижения выбросов и увеличения поглощения ПГ, механизмы ценообразования на выбросы ПГ могут способствовать выполнению иных целей, например, целей по обеспечению более легкого встраивания в международный рынок, который будет создан в рамках 6 пункта Парижского соглашения, и по содействию международного сотрудничества в области взаимного признания механизмов ценообразования на выбросы ПГ, а также целей по увеличению вероятности зачета выплат по данным механизмам в рамках пограничного корректирующего углеродного механизма, платежи по которым могут быть косвенно переложены на экспортеров. Однако для достижения тех или иных целей необходимо выбрать определенные опции механизмов ценообразования на выбросы ПГ. Так, для достижения цели увеличения объема поступлений в бюджет правительства при помощи введения механизмов углеродного ценообразования необходимо запретить использование углеродных единиц климатических проектов и ввести углеродный налог или отказаться от идеи «японской» модели и ввести национальную систему торговли выбросами по «европейской» модели без послаблений. Для реализации цели развития

климатических проектов необходимо, наоборот, распространить «японскую» модель системы торговли выбросами на национальный уровень, а также создать мягкие условия для возможности зачета углеродных единиц для выполнения обязательств. Для принятия ЕС Российской системы торговли выбросами для зачета части выплат по пограничному корректирующему углеродному механизму необходимо отказаться от идеи «японской» модели и ввести национальную систему торговли выбросами по «европейской» модели, ввести ограничение использования углеродных единиц климатических проектов в национальной системе торговли выбросами, синхронизировать параметры системы торговли выбросами с пограничным корректирующим углеродным механизмом. Или можно ввести углеродный налог, при этом целесообразно предусмотреть компенсирующий механизм для снижения финансового бремени для бизнеса. Для встраивания в перспективный международный углеродный рынок необходимо развивать национальный добровольный рынок в сторону унификации и стремиться к приближению национальных углеродных единиц к мировым стандартам статьи 6 Парижского соглашения. Также целесообразно развивать национальную систему торговли выбросами по «европейской» модели (эта модель более распространена, и самые «развитые» и крупные системы торговли выбросами функционируют на основе «европейской» модели), ввести запрет использования углеродных единиц климатических проектов в национальной системе торговли выбросами из-за проблемы взаимного признания национальных стандартов.

В рамках задачи, посвященной разработке возможных сценариев внедрения механизмов ценообразования на выбросы ПГ в России, были сделаны следующие выводы.

При формулировании сценариев внедрения механизмов ценообразования на выбросы ПГ необходимо учитывать специфику отраслей экономики. Так, для нефтяной и газовой отраслей, цементной и химической промышленности, а также черной и цветной металлургии применим углеродный налог, поскольку в перечисленных отраслях значимый объем выбросов ПГ, и есть возможность компенсации за счет уменьшения другого налога. Черная и цветная металлургия,

химическая и цементная промышленности также могут быть выбраны для участия в системе торговли выбросами, поскольку в данных отраслях значимый объем выбросов ПГ, а их продукция попадает под действие пограничного корректирующего углеродного механизма. ЖКХ, сфера обращения с отходами производства и потребления, общественный транспорт, такси и каршеринг, электроэнергетика и теплоснабжение, трубопроводный и ЖД транспорт подходят для применения социальной цены углерода из-за значимого объема выбросов ПГ, большого влияния государства на принятие решений, а также наличия относительно «дешевых» мер по сокращению выбросов ПГ, если ориентироваться на научные оценки величины социальной цены углерода для РФ (см. Приложение Б). Следует отметить, что система торговли выбросами и углеродный налог ориентированы на промышленность, тогда как социальная цена углерода в большей степени применима к отдельным отраслям сферы услуг.

На основе проведенного отраслевого анализа были сформулированы сценарии внедрения системы торговли выбросами, углеродного налога и социальной цены углерода. Сценарий 1 является референтным без применения механизмов ценообразования на выбросы ПГ. Сценарий 3 нацелен на максимальное использование системы торговли выбросами и углеродного налога, где финансовая нагрузка ложится на эмитентов. Сценарий 2 является наиболее сбалансированным с точки зрения распределения нагрузки как на бизнес, так и на государство путем расширенного применения социальной цены углерода.

К количественным результатам исследования, отвечающим поставленным задачам, относятся следующие.

В рамках задачи, посвященной разработке методического подхода и модельного инструментария для прогнозирования социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов ПГ с целью оценки последствий реализации сценариев внедрения механизмов ценообразования на выбросы ПГ в России, были сделаны следующие выводы.

В модели ИНП РАН для прогнозирования социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов ПГ, включающий в себя МОБ, ТЭБ,

ценовую модель МОБ и блок выбросов ПГ, в рамках диссертационной работы был разработан и внедрен дополнительный детализированный блок механизмов ценообразования на выбросы ПГ, который состоит из трех частей, а именно системы торговли выбросами, углеродного налога и социальной цены углерода. Для каждого механизма был произведен отдельный расчет объема углеродного сбора, после чего сборы от системы торговли выбросами и углеродного налога суммируются в общий углеродный сбор, выплачиваемый эмитентами, который относится к доходам бюджета. Функционирование социальной цены углерода ведет к расходам бюджета через механизм софинансирования низкоэмиссионных проектов.

Поступления в бюджет от системы торговли выбросами и углеродного налога, а также расходы бюджета из-за социальной цены углерода в рамках трех сценариев за весь прогнозный период составляют 0, 25 и 182 трлн руб.(2021) соответственно. Данные значения используются в основной части модели для расчета социально-экономических эффектов. Описание процесса формирования сценарных гипотез приведено в Приложениях А и Б.

Сценарий 1 характеризуется максимальным уровнем выбросов ПГ ввиду отсутствия мер климатического регулирования и связанных с ними стимулов к снижению выбросов. Затраты на декарбонизацию минимальны, дополнительная финансовая нагрузка на эмитентов и бюджет отсутствует, что обеспечивает наивысший показатель ВВП. Сценарий 2 предполагает применение всех трех видов механизмов ценообразования на выбросы ПГ с учетом отраслевой специфики, а также активное применение социальной цены углерода. Это обеспечивает более низкий уровень выбросов ПГ по сравнению с референтным Сценарием 1, однако сопровождается ростом затрат на низкоэмиссионные решения и умеренным снижением ВВП. В Сценарий 3 социальная цена углерода используется только там, где применение иных механизмов ценообразования на выбросы ПГ невозможно, акцентируя механизмы без приоритетного софинансирования со стороны государства. В данном сценарии также отсутствуют компенсационные механизмы в рамках углеродного налога. Результатом становится максимальное снижение

выбросов ПГ в Сценарии 3 среди всех трех сценариев, однако ценой наиболее существенного падения ВВП. Так, по сравнению со Сценарием 1 происходит снижение совокупного объема ВВП за 2028–2060 гг. на 223 и 1217 трлн руб. (2021) в Сценариях 2 и 3 соответственно. Ежегодные потери ВВП в рамках Сценариев 2 и 3 относительно Сценария 1 составляют 0,1 и 0,36 п. п. соответственно. Вследствие применения механизмов ценообразования на выбросы ПГ изменилось также значение нетто-выбросов ПГ. По результатам исследования совокупные нетто-выбросы России за период 2028–2060 гг. в рамках Сценариев 2 и 3 были сокращены на 6,3 и 9,7 млрд тCO_2-экв. В 2060 году нетто-выбросы ПГ в разрезе трех сценариев составили 1,15, 0,71 и 0,58 млрд тCO_2-экв. соответственно.

Важно отметить ограничения полученных результатов:

- Возможны институциональные и административные ограничения реализации определенных механизмов ценообразования на выбросы ПГ, которые не рассматриваются в рамках данного исследования.
- В рамках модели бизнес реагирует на применение механизмов ценообразования на выбросы путем снижения инвестиций на иные цели. Другие меры реагирования отсутствуют.
- Отсутствует моделирование рыночного механизма, цена на выбросы ПГ задается экзогенно.
- В рамках моделирования присутствует гипотеза полного покрытия всех выбросов ПГ отрасли системой торговли выбросами или углеродным налогом, хотя на практике для малого бизнеса это трудно реализуемо в связи с отсутствием системы мониторинга эмиссий и верификации результатов наблюдений.
- В рамках исследования не учитываются синергетические эффекты, например снижение негативного влияния на окружающую среду.
- В рамках задачи, посвященной подготовке предложений и рекомендаций для осуществления государственной экономической политики в сфере механизмов ценообразования на выбросы ПГ на основе проделанной работы, предлагаются следующие рекомендации.

- Основополагающим критерием и необходимым условием внедрения механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов является позитивное социально-экономическое и научно-техническое развитие, которое выражается в снижении удельного потребления ресурсов на единицу ВВП, то есть в росте энерго- и ресурсоэффективности [221, 222], а снижение влияния на окружающую среду выступает их производным эффектом. В этой связи целесообразно рассматривать механизмы ценообразования на выбросы парниковых газов как возможный механизм стимулирования энерго- и ресурсоэффективности.
- Необходимо понимать ограничения применения тех или иных механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов и не воспринимать их в качестве единственного эффективного инструмента низкоэмиссионной трансформации экономики и снижения техногенного риска климатических изменений.
- Необходимо сформулировать цели, которые планируется достичь при помощи механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов. Параметры механизмов должны разрабатываться под достижение целей в том числе с использованием решений, показавших свою эффективность в других юрисдикциях. Кроме того, данные цели могут быть достигнуты лишь в контексте реализации общей стратегии устойчивого развития, для чего необходима целенаправленная политика, обеспечивающую интеграцию механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов с иными мерами.
- Необходимо учитывать особенности отраслей российской экономики при определении вида механизма ценообразования на выбросы парниковых газов, номенклатуры, степени охвата, компенсирующих механизмов, а также стоимости (для нерыночных механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов) для достижения выбранных целей и минимизации социально-экономических и ценовых рисков.
- Рекомендуется отдавать предпочтение социальной цене углерода в ЖКХ, сфере обращения с отходами производства и потребления, сфере общественного транспорта, а также в электроэнергетике, поскольку именно

социальная цена углерода среди всех видов механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов способствует минимизации финансовой нагрузки на экономику России в процессе декарбонизации перечисленных секторов посредством механизмов ценообразования на выбросы парниковых газов.

С точки зрения сбалансированного сочетания экономического роста и выполнения климатических обязательств наиболее предпочтительным представляется Сценарий 2. При этом он не может рассматриваться как эталонный, поскольку достижение подлинного баланса между указанными приоритетами остается сложной и пока не решенной задачей.

Стоит отметить, что конфигурация механизмов ценообразования на выбросы ПГ оказывает сильное воздействие на социально-экономические и промышленные показатели страны. Можно создать такие условия внедрения данных механизмов, при которых результативность в части снижения выбросов ПГ окажется несоразмерной экономическим потерям для страны. И, наоборот, более осмысленная конфигурация механизмов углеродного ценообразования может способствовать достижению поставленных низкоэмиссионных целей РФ без неоправданных социально-экономических потерь.

Предложения для дальнейших научных изысканий:

- Исследовать возможные синергетические эффекты, например снижение негативного влияния на окружающую среду.
- Исследовать возможность и вероятность реализации рекомендаций с точки зрения институционального аспекта, в том числе механизма администрирования, нормативного-правового статуса.
- Добавить в модельный блок дополнительные характеристики механизмов ценообразования на выбросы ПГ для их более детальной проработки, например моделирование рыночного механизмы системы торговли выбросами.
- Добавить в модельный блок множественность реакций бизнеса на введение механизмов углеродного ценообразования.

Список сокращений и условных обозначений

АЭС – атомная электростанция

ВВП – валовый внутренний продукт

ВИЭ – возобновляемые источники энергии

ВРП – валовый региональный продукт

ГЭС – гидроэлектростанция

ЕС – Европейский союз

ЖКХ – жилищно-коммунальное хозяйство

ЗИЗЛХ – землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство

ИНП РАН – Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук

ЛЭП – линия электропередачи

МГЭИК – Межправительственная группа экспертов по изменению климата

МОБ – модель межотраслевого баланса

НДПИ – налог на добычу полезных ископаемых

НИОКР – научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы

НПЗ – нефтеперерабатывающий завод

ОНУВ – определяемый на национальном уровне вклад

ООН – Организация Объединённых Наций

ПГ – парниковые газы

ПДХ – потребление домашних хозяйств

ПНГ – попутный нефтяной газ

РЖД – ОАО «Российские железные дороги»

РКИК ООН – Рамочная конвенция ООН об изменении климата

РФ – Российская Федерация

СНУВ – стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года

СНУР – стратегия низкоуглеродного развития

СТВ – система торговли выбросами

ТКО – твердые коммунальные отходы

тут – тонна условного топлива

тCO_2-экв. – тонна эквивалента углекислого газа

ТЭБ – топливно-энергетический баланс

ТЭС – тепловая электростанция

УН – углеродный налог

ЦУР – Цели в области устойчивого развития

ЮНЕП – Программа ООН по окружающей среде

CGE – Computable General Equilibrium

CORSIA – Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation

CCA – Climate Change Agreement

DEA – Data Envelopment Analysis

DID – Difference In Differences

EPA – Environmental Protection Agency

FUND – Climate Framework for Uncertainty, Negotiation and Distribution

GEMM – Greenhouse Gas Emissions and Energy Management for Manufacturing

GSCM – Generalized Synthetic Control Method

ICAO – International Civil Aviation Organization

ICAP – International Carbon Action Partnership

IWG – Interagency Working Group

NYC DEC – New York State Department of Environmental Conservation

VSL – Value of Statistical Life

Список литературы и информационных источников

1. World Bank. State and Trends of Carbon Pricing 2026 [Electronic resource]. – ISBN (electronic): 978-1-4648-2348-0. – DOI: 10.1596/978-1-4648-2348-0.
2. Ивантер, В.В. Перспективы и условия инновационно-технологического развития экономики России / В.В. Ивантер, Н.И. Комков // Проблемы прогнозирования. – 2007. – № 3. – С. 3–20.
3. European Commission. Implementing Act on the Carbon Price Paid in Third Countries for the Definitive Phase of the Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) [Electronic resource] // Taxation and Customs Union. – 2026. – 13 May. – Режим доступа: https://taxation-customs.ec.europa.eu/news/carbon-price-paid-third-countries-2026-05-13_en (дата обращения: 20.10.2026).
4. Китай на пути к углеродной нейтральности: аналитическая записка / Е.П. Василенко, М.О. Сидоровский, С.В. Шишигин. – М.: Банк России, 2024. – URL: https://cbr.ru/Content/Document/File/166501/analytic_note_20241018_dfs.pdf (дата обращения: 20.10.2026).
5. Kuznets, S. National Income, 1929–1932 / S. Kuznets. – New York : National Bureau of Economic Research, 1934. – 12 p.
6. Pigou, A.C. The Economics of Welfare. – 1920.
7. Meadows, D.H. The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind / D.H. Meadows, D.L. Meadows, J. Randers, W.W. Behrens. – New York: Universe Books, 1972. – 205 p.
8. Sen, A. Development as Freedom / A. Sen. – Oxford: Oxford University Press, 1999. – 366 p.
9. Report of the United Nations Conference on the Human Environment. – Stockholm: United Nations, 1972.
10. Росгидромет. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2024 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.meteorf.gov.ru/upload/iblock/88f/%D0%9E%D0%B1%D0%B7%D0%BE%D1%80%20%D0%B7%D0%B0%202024%20%D0%B3%D0%BE%D0%B4_300625.pdf (дата обращения: 20.10.2026).
11. Экономические эффекты климатических изменений в России [Электронный ресурс] : брошюра / Центр «Климатическая политика и экономика России» ; при поддержке фонда А.И. Мельниченко. – Электрон. текстовые дан. – Москва : ИНП РАН, 2024. – Режим доступа: https://ecfor.ru/publication/broshyura-ekonomicheskie-effekty-klimaticheskih-izmenenii-v-rossii/ (дата обращения: 20.10.2026).

12. Порфирьев, Б.Н. и др. Экономические эффекты изменения климата в России / Б.Н. Порфирьев, А.Ю. Колпаков, Д.О. Елисеев, В.В. Саенко, Д.А. Ползиков, Е.С. Бирюков, Е.А. Лазеева // Проблемы прогнозирования. – 2025. – № 2. – С. 21. – DOI: 10.47711/0868-6351-209-20-36.
13. Our World in Data. Annual CO_2 emissions per country [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ourworldindata.org/grapher/annual-co2-emissions-per-country?time=1970..latest&country=~OWID_WRL (дата обращения: 20.10.2026).
14. World Bank, EDGAR (Emissions Database for Global Atmospheric Research). Greenhouse Gas Emissions Data [Электронный ресурс] / European Commission, Joint Research Centre (JRC). – 2024. – Режим доступа: https://edgar.jrc.ec.europa.eu/dataset_ghg2024 (дата обращения: 20.10.2026).
15. Грабб, М., Вролик, К., Брэк, Д. Киотский протокол. Анализ и интерпретация / пер. с англ. ; ред. рус. изд. Л. Скуратовская, А. Кокорин. – Москва : Наука, 2001. – 303 с. – Режим доступа: www.wwf.ru (дата обращения: 20.10.2026).
16. Шрайбер, В.М. Из истории исследований парникового эффекта земной атмосферы // Биосфера. – 2013. – № 1. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/iz-istorii-issledovaniy-parnikovogo-effekta-zemnoy-atmosfery (дата обращения: 20.10.2026).
17. Бердин, В.Х., Грицевич, И.Г., Кокорин, А.О., Федоров, Ю.Н. Парниковые газы — глобальный экологический ресурс [Электронный ресурс] : справочное пособие. – Москва : WWF России, 2004. – Режим доступа: https://ecogosfond.kz/wp-content/uploads/2021/06/Parnikovye-gazy-globalnyi-jekologicheskii-resurs.pdf (дата обращения: 20.10.2026).
18. Будыко, М.И., Израэль, Ю.А. (ред.). Антропогенные изменения климата. – Ленинград : Гидрометеоиздат, 1987.
19. Будыко, М.И. Климат в прошлом и будущем. – Ленинград : Гидрометеоиздат, 1980.
20. МГЭИК. Первый оценочный доклад [Электронный ресурс]. – 1990. – Режим доступа: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/ipcc_90_92_assessments_far_full_report_ru.pdf (дата обращения: 20.10.2026).
21. Постановочное совещание МГЭИК по Седьмому оценочному докладу [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://bio.igras.ru/2024/12/21/постановочное-совещание-мгэик-по-сед/ (дата обращения: 20.10.2026).
22. UNFCCC. Что такое Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://unfccc.int/ru/peregovornyy-process-i-vstrechi/chto-takoe-ramochnaya-

konvenciya-organizacii-obedinennykh-naciy-ob-izmenenii-klimata (дата обращения: 20.10.2026).
23. UNFCCC. Киотский протокол [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://unfccc.int/ru/kyoto_protocol (дата обращения: 20.10.2026).
24. Киотский протокол к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата. – Киото, 1997. – 26 с.
25. Ковалев, Ю.Ю., Степанов, А.В., Бурнасов, А.С. Международная климатическая дипломатия в поисках решения глобальной проблемы // Tempus et Memoria. – 2017. – Т. 12, № 1 (161). – С. 117-131. – Режим доступа: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/46886/1/iuro-2017-161-12.pdf (дата обращения: 20.10.2026).
26. Качи, А. До свидания, Киотский протокол. Отказ от углеродной компенсации после 2020 года [Электронный ресурс] : аналитическая записка / Carbin Market Watch. – Апрель 2017. – Режим доступа: https://caneecca.org/wp-content/uploads/2017/05/Good-bye-Kyoto_2020_WEB_1final.pdf (дата обращения: 20.10.2026).
27. Парижское соглашение [Электронный ресурс]. – Париж, 2015. – Режим доступа: http://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/russian_paris_agreement.pdf (дата обращения: 20.10.2026).
28. Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report / Intergovernmental Panel on Climate Change. – Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
29. Порфирьев, Б.Н. Экономика климатических изменений / Б.Н. Порфирьев. – Москва : Анкил, 2008. – 167 с. – ISBN 978-5-86476-274-5.
30. Бобылев, С.Н. Рецензия на книгу Б.Н. Порфирьева «Экономика климатических изменений» / С.Н. Бобылев // Вопросы экономики. – 2009. – № 5. – С. 150–151.
31. Лилка, О.Н. Адаптация к изменениям климата: международный опыт и российская практика / О.Н. Лилка, А.А. Романовская, С.М. Семенов // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2020. – Т. 1. – С. 68–89. DOI: 10.21513/2410-8758-2020-1-65-90
32. Белик, А., Басова, А. Климатические проекты — способ снижения выбросов и источник углеродных единиц // Климатический вестник. – 2022. – № 3 (сентябрь). – Режим доступа: https://iclrc.ru/storage/publication_pdf/43/PABLIK_Vestnik_vypusk-3_1663581785.pdf (дата обращения: 20.10.2026).

33. Порфирьев, Б.Н. Экономические коллизии ратификации Киотского протокола / Б.Н. Порфирьев // Российский экономический журнал. – 2004. – № 8. – С. 33–45.
34. Данилов-Данильян, В.И. Экологические, экономические и политические аспекты Киотского протокола / В.И. Данилов-Данильян // Зеленый мир. – 2004. – № 7–8. – С. 4–7.
35. Порфирьев, Б.Н. Парадигма низкоуглеродного развития и стратегия снижения рисков климатических изменений для экономики // Проблемы прогнозирования. – 2019. – № 2. – С. 3-13. – Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=39554857 (дата обращения: 20.10.2026).
36. Порфирьев, Б.Н. Эффективная стратегия действий в отношении изменений климата и их последствий для экономики России // Проблемы прогнозирования. – 2019. – № 3. – С. 3-16. – https://elibrary.ru/item.asp?id=39285249 (дата обращения: 20.10.2026).
37. Широв, А.А., Колпаков, А.Ю. Экономика России и механизмы глобального климатического регулирования // Журнал новой экономической ассоциации. – 2016. – № 4. – С. 87-110. – DOI: 10.31737/2221-2264-2016-32-4-4.
38. Порфирьев, Б.Н., Широв, А.А., Колпаков, А.Ю., Единак, Е.А. Возможности и риски политики климатического регулирования в России // Вопросы экономики. – 2022. – № 1. – С. 72-89. – DOI: 10.32609/0042-8736-2022-1-72-89
39. Горбачева, Н.В. Концепции и принципы экономического анализа моделей декарбонизации в России и мире // Глобальные вызовы и национальные экологические интересы: экономические. – 2023. – С. 5. – Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_54353062_16673867.pdf (дата обращения: 20.10.2026).
40. Макаров, И.А. Глобальное изменение климата как вызов мировой экономике и экономической науке // Экономический журнал ВШЭ. – 2013. – № 3. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/globalnoe-izmenenie-klimata-kak-vyzov-mirovoy-ekonomike-i-ekonomicheskoy-nauke (дата обращения: 20.10.2026).
41. World Bank. State and Trends of Carbon Pricing 2024 [Электронный ресурс]. – 2024. – Режим доступа: https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/253e6cdd-9631-4db2-8cc5-1d013956de15/content (дата обращения: 20.10.2026).
42. ICAP. Emissions Trading Worldwide: Status Report 2025. – Berlin : International Carbon Action Partnership, 2025.
43. Минэкономразвития России. Международные подходы к углеродному ценообразованию [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

https://www.economy.gov.ru/material/file/c13068c695b51eb60ba8cb2006dd81c1/13777562.pdf (дата обращения: 20.10.2026).

44. Гайда, И. и др. Европейский механизм пограничной углеродной корректировки — ключевые вопросы и влияние на Россию / И. Гайда, Н. Доброславский, Ю. Ляшик, Ю. Данеева, Ю. Мельников. – Москва : Центр энергетики Московской школы управления СКОЛКОВО, 2021.
45. Башмаков, И.А. Эффективность европейской системы торговли квотами на выбросы ПГ и ее эволюция // Экологический вестник России. – 2018. – Т. 4. – С. 32-41.
46. Порфирьев, Б.Н., Широв, А.А., Колпаков, А.Ю. Стратегия низкоуглеродного развития: перспективы для экономики России // Мировая экономика и международные отношения. – 2020. – Т. 64, № 9. – С. 15-25. – DOI: 10.20542/0131-2227-2020-64-9-15-25
47. Башмаков, И.А. Стратегия низкоуглеродного развития российской экономики // Вопросы экономики. – 2020. – Т. 7. – С. 51-74. – DOI: 10.32609/0042-8736-2020-7-51-74
48. Давыдова, А.Ю., Макаров, И.А., Смоловик, Е.В. Последствия введения пограничного углеродного регулирования в Китае для российской экономики: анализ на основе GTAP-моделей // Экономический журнал ВШЭ. – 2025. – № 3. – DOI: 10.17323/1813-8691-2025-29-3-462-493. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/posledstviya-vvedeniya-pogranichnogo-uglerodnogo-regulirovaniya-v-kitae-dlya-rossiyskoy-ekonomiki-analiz-na-osnove-gtap-modeley (дата обращения: 20.10.2026).
49. Институт проблем естественных монополий. Трансграничное углеродное регулирование в ЕС: как не допустить дискриминации российских экспортеров [Электронный ресурс] : аналитический доклад. – Москва, 2021. – Режим доступа: https://ipem.ru/upload/iblock/f1f/34xxohlccs50cbz8ffxnugr2rjucs6ht.pdf (дата обращения: 20.10.2026).
50. Башмаков, Н.А. и др. Мониторинг применения низкоуглеродных технологий в России: возможности для ускорения и риски отставания [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: https://cenef-xxi.ru/uploads/Monitoring_RU_2020_1c719c22b7.pdf (дата обращения: 20.10.2026).
51. Тагаева, Т.О., Горбачева, Н.В., Савина, А.И. Стратегии декарбонизации предприятий цементной промышленности: российские и международные бенчмаркинги // Проблемы прогнозирования. – 2024. – № 5 (206). – С. 86-100. – DOI: 10.47711/0868-6351-206-86-100.

52. Башмаков, И.А. Перспективы декарбонизации цементной промышленности мира // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2023. – Т. 9, № 2. – С. 165-177. – DOI: 10.21513/2410-8758-2023-2-165-177.
53. Башмаков, И.А. Разработка комплексных долгосрочных программ энергосбережения и повышения энергоэффективности: методология и практика : дис. ... д-ра экон. наук. – Москва : ИНП РАН, 2013.
54. Башмаков, И.А. Меры политики по повышению энергоэффективности в российских зданиях: прогноз затрат и эффектов до 2050 г. // Вопросы экономики. – 2016. – № 3. – С. 75-98. – DOI: 10.32609/0042-8736-2016-3-75-98.
55. Оценка социально-экономических эффектов проведения капитального ремонта многоквартирных домов и повышения энергоэффективности городского жилого фонда в России [Электронный ресурс] : отчет совместной исследовательской группы Всемирного банка и Института народнохозяйственного прогнозирования РАН / А.А. Широв, Д.А. Ползиков, К.В. Янков [и др.] ; Всемирный банк. – 2021. – Режим доступа: https://ecfor.ru/publication/povyshenie-energoeffektivnosti-v-zhilyh-mnogokvartirnyh-domah/ (дата обращения: 20.10.2026).
56. Ваганов, Е.А., Порфирьев, Б.Н., Широв, А.А., Колпаков, А.Ю., Пыжев, А.И. Оценка вклада российских лесов в снижение рисков климатических изменений // Экономика региона. – 2021. – Т. 17, № 4. – С. 1096-1109. – DOI: 10.47711/2076-318-2021-7-33.
57. Турдыева, Н. Структурные преобразования российской экономики: климатическая политика в условиях торговых ограничений [Электронный ресурс] : серия докладов об экономических исследованиях № 125 / Центральный банк РФ. – Февраль 2024. – Режим доступа: https://www.cbr.ru/StaticHtml/File/158735/wp_125.pdf (дата обращения: 20.10.2026).
58. Barry, A., Corrado, D.M. Abatement and Allocation in the Pilot Phase of the EU ETS // Environmental and Resource Economics. – 2011. – Vol. 48. – Pp. 83–103. – DOI: 10.1007/s10640-010-9399-9.
59. Ellerman, D., Buchner, B. Over-Allocation or Abatement? A Preliminary Analysis of the EU ETS Based on the 2005–06 Emissions Data // Environmental and Resource Economics. – 2008. – Vol. 41. – Pp. 267–287. – DOI: 10.1007/s10640-008-9191-2.
60. Villoria-Sáez, P., Tam. V., Río Merino, M., Viñas, Arrebola C., Wang, X. Effectiveness of Greenhouse-Gas Emission Trading Schemes Implementation: A Review on Legislations // Journal of Cleaner Production. – 2016. – DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.03.148.

61. Colmer, J. Does pricing carbon mitigate climate change? Firm-level evidence from the European Union emissions trading scheme / J. Colmer, R. Martin, M. Muûls, U. Wagner. – NBB Working Paper. – 2023. – No. 438.
62. Colmer, J., Martin, R., Muûls, M., Wagner, U. Does pricing carbon mitigate climate change? Firm-level evidence from the European Union Emissions Trading System // Review of Economic Studies. – 2025. – Vol. 92, Issue 3. – Pp. 1625–1660. – DOI: 10.1093/restud/rdae055.
63. Bayer, P., Aklin, M. The European Union emissions trading system reduced CO2 emissions despite low prices // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2020. – Vol. 117, No. 16. – Pp. 8804-8812. – DOI: 10.1073/pnas.1918128117.
64. Laing, T., Sato, M., Grubb, M., Comberti, C. The effects and side-effects of the EU emissions trading scheme // WIREs Climate Change. – 2014. – Vol. 5. – Pp. 509–519. – DOI: 10.1002/wcc.283.
65. Martin, R., Muûls, M., Wagner, U. An evidence review of the EU emissions trading system, focussing on effectiveness of the system in driving industrial abatement. – London : Department of Energy & Climate Change, 2012.
66. Basaglia, P., Grunau, J., Drupp, M.A. The European Union Emissions Trading System might yield large co-benefits from pollution reduction // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2024. – Vol. 121, No. 28. – DOI: 10.1073/pnas.2404908121.
67. Zhang, W., Li, J., Li, G., Guo, S. Emission reduction effect and carbon market efficiency of carbon emissions trading policy in China // Energy. – 2016. – Vol. 196. – DOI: 10.1016/j.energy.2020.117117.
68. Hu, Y., Ren, S., Wang, Y., Chen, X. Can carbon emission trading scheme achieve energy conservation and emission reduction? Evidence from the industrial sector in China // Energy Economics. – 2020. – Vol. 85. – DOI: 10.1016/j.eneco.2019.104590.
69. Allan, G., Lecca, P., McGregor, P., Swales, K. The economic and environmental impact of a carbon tax for Scotland: A computable general equilibrium analysis // Ecological Economics. – 2014. – Vol. 100. – Pp. 40–50. – DOI: 10.1016/j.ecolecon.2014.01.012.
70. Vera, S., Sauma, E. Does a carbon tax make sense in countries with still a high potential for energy efficiency? Comparison between the reducing-emissions effects of carbon tax and energy efficiency measures in the Chilean case // Energy. – 2015. – Vol. 88. – Pp. 478–488. – DOI: 10.1016/j.energy.2015.05.067.
71. Sing, H.K., Sritharan, N., Ngui, L.L.H. Impacts of environmental taxes on sustainable development goals: Balancing environment and equity // Journal of Tax Reform. – 2025. – Vol. 11, No. 1. – Pp. 175-199. – DOI: 10.15826/jtr.2025.11.1.197.

72. Murray, B., Rivers, N. British Columbia's revenue-neutral carbon tax: A review of the latest "grand experiment" in environmental policy // Energy Policy. – 2015. – Vol. 86. – Pp. 674–683. – DOI: 10.1016/j.enpol.2015.08.011.
73. Rokhmawati, A., Sarasi, V. et al. Simulation of carbon tax impact on the competitiveness of the manufacturing industry in Indonesia using a system dynamics approach // International Journal of Energy Economics and Policy. – 2025. – Vol. 15, No. 1. – Pp. 90-102. – DOI: 10.32479/ijeep.17514.
74. Wattanakuljarus, A. Effects and burdens of a carbon tax scheme in Thailand // Eurasian Economic Review. – 2019. – Vol. 9. – Pp. 173–219. – DOI: 10.1007/s40822-018-0100-x.
75. Noubissi, E.D. et al. Economic impact of the carbon tax: Evaluation of the reduction in CO2 emissions // Natural Resources Forum. – 2024. – Vol. 48, No. 3. – Pp. 859-886. – DOI: 10.1111/1477-8947.12348.
76. Rogan, F., Dennehy, E., Daly, H., Howley, M., Gallachóir, B.P.Ó. Impacts of an emission based private car taxation policy – first year ex-post analysis // Transportation Research Part A: Policy and Practice. – 2011. – Vol. 45, No. 7. – Pp. 583–597. – DOI: 10.1016/j.tra.2011.03.007.
77. Yi, Y., Li, J. Cost-sharing contracts for energy saving and emissions reduction of a supply chain under the conditions of government subsidies and a carbon tax // Sustainability. – 2018. – Vol. 10, No. 3. – Pp. 895. – DOI: 10.3390/su10030895.
78. Orlov, A., Grethe, H., McDonald, S. Carbon taxation in Russia: Prospects for a double dividend and improved energy efficiency // Energy Economics. – 2013. – Vol. 37. – C. 128-140. – DOI: 10.1016/j.eneco.2013.01.008.
79. Tagaeva, T. O., Baranov, A. O., Gilmundinov, V. M. Assessment of the Required Changes of Russian Ecological Taxes // International Journal of Energy Economics and Policy. − 2016. − Vol. 6, № 3. − Pp. 611−616.
80. Da Silva Freitas, L., L. de Santana Ribeiro, K. de Souza, Hewings, G. The Distributional Effects of Emissions Taxation in Brazil and Their Implications for Climate Policy // Energy Economics. – 2016. – Vol. 59. – Pp. 37–44. – DOI: 10.1016/j.eneco.2016.07.021.
81. Feng, K., Yang, Z., Zhuo, Y., Jiao, L., Wang, B., Liu, Z. Impact of Carbon Tax on Renewable Energy Development and Environmental–Economic Synergies // Energies. – 2024. – Vol. 17. – 5347. – DOI: 10.3390/en17215347.
82. Qian, H., Zhou, Y., Wu, L. Evaluating various choices of sector coverage in China's national emissions trading system (ETS) // Climate Policy. – 2018. – Vol. 18, sup1. – Pp. 7–26. – DOI: 10.1080/14693062.2018.1464894.
83. Labandeira, X., Labeaga, J. Combining input-output analysis and micro-simulation to assess the effects of carbon taxation on Spanish households // Fiscal

Studies. – 1999. – Vol. 20, No. 3. – Pp. 305-320. – DOI: 10.1111/j.1475-5890.1999.tb00015.x.

84. ООН. Все об ОНУВ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.un.org/ru/climatechange/all-about-ndcs (дата обращения: 20.10.2026).
85. Реестр определяемых на национальном уровне вкладов (NDC Registry) [Электронный ресурс] // UNFCCC : официальный сайт Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Режим доступа: https://unfccc.int/ru/NDCREG (дата обращения: 20.10.2026).
86. Regulation (EU) 2021/1119 of the European Parliament and of the Council of 30 June 2021 establishing the framework for achieving climate neutrality (European Climate Law) [Электронный ресурс] // EUR-Lex. – 2021. – URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32021R1119 (дата обращения: 20.10.2026).
87. Goal 13: Climate Action. Fast Facts [Электронный ресурс] / United Nations. – New York: United Nations, 2023. – URL: https://www.un.org/sustainabledevelopment/wp-content/uploads/2023/09/Goal-13_Fast-Facts.pdf (дата обращения: 20.10.2026).
88. The Sustainable Development Goals Report 2025 [Электронный ресурс] / United Nations. – New York: United Nations, 2025. – 68 p. – URL: https://unstats.un.org/sdgs/report/2025/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2025.pdf (дата обращения: 20.10.2026).
89. Ведомости. ЕС одобрил цель по сокращению выбросов на 90% к 2040 году с гибкими условиями [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.vedomosti.ru/esg/climate/news/2025/11/05/1152373-es-odobril-tsel-po-sokrascheniyu-vibrosov-na-90-k-2040-godu-s-gibkimi-usloviyami (дата обращения: 20.10.2026).
90. Reuters. EU to add international CO2 credits to next climate goal [Электронный ресурс]. – 2025. – Режим доступа: https://www.reuters.com/sustainability/cop/eu-add-international-co2-credits-next-climate-goal-2025-07-02/ (дата обращения: 20.10.2026).
91. Порфирьев, Б.Н. Климатическая повестка: развенчание идола? [Электронный ресурс] / Б.Н.Порфирьев // Монокль. – 2026. – № 48 (1148), 14–20 сентября. – URL: https://ecfor.ru/publication/klimaticheskaya-politika-v-mire-i-rossii/ (дата обращения: 20.10.2026).
92. Постановление Правительства РФ от 21 сентября 2019 г. № 1228 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://carbonreg.ru/pdf/international/РАТИФИКАЦИЯ_ПАРИЖСКОГО_СОГЛАШЕНИЯ.pdf (дата обращения: 20.10.2026).

93. Минэкономразвития России. Россия сообщила о своем первом определяемом на национальном уровне вкладе в реализацию Парижского соглашения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.economy.gov.ru/material/news/rossiya_soobshchila_o_svoem_pervom_opredelyaemom_na_nacionalnom_urovne_vklade_v_realizaciyu_parizhskogo_soglasheniya.html (дата обращения: 20.10.2026).
94. UNFCCC. Российская Федерация. Второй определяемый на национальном уровне вклад [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://unfccc.int/sites/default/files/2025-09/%D0%A0%D0%A4%20%D0%B2%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B9%20%D0%9E%D0%9D%D0%A3%D0%92.pdf (дата обращения: 20.10.2026).
95. Climate Change Moscow. В 2035 году Россия представит новые планы по снижению выбросов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://climate-change.moscow/news/v-2035-godu-rossiya-predstavit-novye-plany-po-snizheniyu-vybrosov (дата обращения: 20.10.2026).
96. Об утверждении Климатической доктрины Российской Федерации [Электронный ресурс] : Указ от 26 октября 2023 г. № 812. – Режим доступа: http://www.kremlin.ru/acts/bank/49910 (дата обращения: 20.10.2026).
97. Samuelson, P.A. Foundations of Economic Analysis / P.A. Samuelson. – Cambridge : Harvard University Press, 1947. – XII, 447 p. – (Harvard economic studies ; vol. 80).
98. Coase, R.H. The Problem of Social Cost // Journal of Law and Economics. – 1960. – Vol. 3. – Pp. 1-44.
99. Никонов, И.В. Развитие теории оптимального налогообложения // Налоги и налогообложение. – 2017. – № 11. – DOI: 10.7256/2454-065X.2017.11.24794. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-teorii-optimalnogo-nalogooblozheniya (дата обращения: 20.10.2026).
100. Смит, А. Исследование о природе и причинах богатства народов. – Москва : Litres, 2011.
101. Weitzman, M.L. Prices vs. quantities // The Review of Economic Studies. – 1974. – Vol. 41, No. 4. – С. 477–491.
102. NBER. Environmental Economics // NBER Working Group Descriptions. – 2006. – 23 July.
103. Коршунов, И. Устойчивое развитие в стратегиях регионов: выбираемые подходы и решения // Экономика региона. – 2023. – Т. 19, № 1. – С. 15–28. – DOI: 10.17059/ekon.reg.2023–1-2.
104. Корытцев, М.А., Морозов, С.А. Системы торговли квотами на выбросы парниковых газов: анализ международного опыта и перспективы

применения в России // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. – 2023. – № 1. – DOI: 10.22394/2079-1690-2023-1-1-89-96.

105. Макаров, О.И., Степанов, И.А. Углеродное регулирование: варианты и вызовы для России // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. – 2017. – № 6. – С. 3–22. – DOI: 10.38050/01300105201761.

106. Chen, J., Liu, D., Xu, A. Will Industrial Structure Upgrading Reduce Carbon Emission Intensity: Investigation from the Perspective of Green Tax // Chinese Journal of Environmental Management. – 2024. – № 4. – Pp. 80–90. – DOI: 10.16868/j.cnki.1674–6252.2024.04.080.

107. Афанасьев, М.П., Шаш, Н.Н. Процессы развития рынка устойчивых финансовых инструментов стран БРИКС+ (на примере России и Китая) // Научные труды. Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. – 2025. – № 1. – С. 36-49. – DOI: 10.47711/2076-3182-2025-1-36-49.

108. Порфирьев, Б.Н. «Зеленые» тенденции в мировой финансовой системе // Мировая экономика и международные отношения. – 2016. – Т. 60, № 9. – С. 5-16. – DOI: 10.20542/0131-2227-2016-60-9-5-16.

109. Локтионов, В.И., Ся, Ш. Китай на пути к устойчивой энергетике // Проблемы прогнозирования. – 2025. – № 1 (208). – С. 211-221. – DOI: 10.47711/0868-6351-208-211-221.

110. Stechemesser, A., Koch, N., Mark, E., Dilger, E., Klösel, P., Menicacci, L., Wenzel, A. Climate policies that achieved major emission reductions: Global evidence from two decades // Science. – 2024. – Vol. 385, Issue 6711. – Pp. 884-892. – DOI: 10.1126/science.adl6547.

111. Cheng, Y., Sinha, A., Ghosh, V., Sengupta, T., Luo, H. Carbon tax and energy innovation at crossroads of carbon neutrality: Designing a sustainable decarbonization policy // Journal of Environmental Management. – 2021. – Vol. 294. – DOI: 10.1016/j.jenvman.2021.112957.

112. Teixidó, J., Verde, S.F., Nicolli, F. The impact of the EU Emissions Trading System on low-carbon technological change: The empirical evidence // Ecological Economics. – 2019. – Vol. 164. – DOI: 10.1016/j.ecolecon.2019.06.002.

113. Steinebach, Y., Fernández-i-Marín, X., Aschenbrenner, C. Who puts a price on carbon, why and how? A global empirical analysis of carbon pricing policies // Climate Policy. – 2021. – Vol. 21, No. 3. – Pp. 277-289. – DOI: 10.1080/14693062.2020.1824890.

114. Laurent, E., Le Cacheux, J. Policy options for carbon taxation in the EU // Sciences de l'Homme et Société/Economies et finances. – 2010. – No. 2010-10. – Режим доступа: https://sciencespo.hal.science/hal-01069422/ (дата обращения: 20.10.2026).

115. Haites, E. Carbon taxes and greenhouse gas emissions trading systems: what have we learned? // Climate policy. – 2018. – Vol. 18, No. 8. – Pp. 955-966. – DOI: 10.1080/14693062.2018.1492897.

116. Винокуров, Е. и др. Глобальная зеленая повестка в Евразийском регионе / Е. Винокуров, К. Альбрехт, А. Забоев, Е. Клочкова, А. Малахов, В. Перебоев // Евразийский регион в глобальной зеленой повестке. Доклады и рабочие документы 23/2. – Алматы : Евразийский банк развития, 2023. – 83 с. – Режим доступа: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4456821 (дата обращения: 20.10.2026).

117. Колпаков, А.Ю., Скубачевская, Н.Д. Возможные пути развития системы ценообразования на выбросы парниковых газов в России // Проблемы прогнозирования. – 2025. – № 3 (210). – С. 46-56. – DOI: 10.47711/0868-6351-210-46-56.

118. Первый ежегодный Национальный доклад о климатической повестке в России [Электронный ресурс] / Центр «Климатическая политика и экономика России» ; при участии фонда А.И. Мельниченко, Международной медиагруппы «Россия сегодня». – Электрон. текстовые дан. – Москва : ИНП РАН, 2025. – 1 файл. – Режим доступа: https://ecfor.ru/publication/natsionalnyj-doklad-o-klimaticheskoj-povestke-v-rossii/ (дата обращения: 20.10.2026).

119. ИКАО. Предварительное изучение вопросов, касающихся увязки "открытых" систем торговли квотами на эмиссии с участием международной авиации. – 2011.

120. Королева, А. Китайский «углеродный» путь: с 2027 года Китай введет абсолютные ограничения на выбросы парниковых газов [Электронный ресурс] / А.Королева, К.Боровикова // Коммерсантъ. – 2025. – 29 августа. – URL: https://www.kommersant.ru/doc/7992241 (дата обращения: 20.10.2026).

121. Oilcapital. Япония запускает собственный углеродный рынок [Электронный ресурс]. – 2023. – Режим доступа: https://oilcapital.ru/news/2023-02-16/yaponiya-zapuskaet-sobstvennyy-uglerodnyy-rynok-2663691 (дата обращения: 20.10.2026).

122. Мнения ЦК КПК и Госсовета КНР о продвижении зелёной низкоуглеродной трансформации и укреплении национального углеродного рынка [Электронный ресурс] // 中国政府网. – 2025. – 25 августа. – URL: https://www.gov.cn/zhengce/202508/content_7037717.htm (дата обращения: 20.10.2026).

123. Рубанов, И. Концепция развития углеродного рынка в России: как эффективно использовать передовую международную практику? // Биржевой вестник. – 2024. – № 1 (32).
124. European Commission. About the EU ETS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/carbon-markets/about-eu-ets_en (дата обращения: 20.10.2026).
125. Saitama Prefecture. Saitama Credit [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.pref.saitama.lg.jp/a0502/saitamacredit.html (дата обращения: 20.10.2026).
126. Мотосова, Е.А., Потравный, И.М. Плюсы и минусы введения углеродного налога: зарубежный опыт и позиция России по Киотскому протоколу // Всероссийский экономический журнал ЭКО. – 2014. – № 7 (481). – С. 180-189. – Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=21819993 (дата обращения: 20.10.2026).
127. Harnay, P.-V., Rème, P. Carbon taxation in France: a failure compared with experience elsewhere in Europe? The case of road freight transport // European Transport Research Review. – 2012. – Vol. 4. – Pp. 201–215. – DOI: 10.1007/s12544-012-0082-4.
128. Корытин, А.В., Кострыкина, Н.С., Малинина, Т.А. Опыт налогообложения выбросов углерода в европейских странах // Правоприменение. – 2023. – Т. 7, № 4. – С. 55–65. – DOI: 10.52468/2542-1514.2023.7(4).55-65.
129. Lin, B., Li, X. The effect of carbon tax on per capita CO2 emissions // Energy policy. – 2011. – Vol. 39, No. 9. – Pp. 5137-5146. – DOI: 10.1016/j.enpol.2011.05.050.
130. NREL. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.nrel.gov/docs/fy10osti/47312.pdf (дата обращения: 14.10.2026).
131. Landis, F. Cost distribution and equity of climate policy in Switzerland // Swiss Journal of Economics and Statistics. – 2019. – Vol. 155, No. 1. – Pp. 11. – DOI: 10.1186/s41937-019-0038-2.
132. EUKI. Fact sheet: Carbon tax [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.euki.de/wp-content/uploads/2018/11/fact-sheet-carbontax-se.pdf (дата обращения: 20.10.2026).
133. ECO-Union. Углеродный налог [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ecounion.kz/wp-content/uploads/2021/10/%D0%90%D0%9F%D0%AD-%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0-%D0%A3%D0%B3%D0%BB%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%

D0%B9-%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3.pdf (дата обращения: 20.10.2026).

134. Юлкин, М.А., Дьячков, В.А., Самородов, А.В., Кокорин, А.О. Добровольные системы и стандарты снижения выбросов парниковых газов. – Москва : Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2013. – 100 с. – Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=21217373 (дата обращения: 20.10.2026).

135. Galik, C.S., Jackson, R.B. Risks to forest carbon offset projects in a changing climate // Forest Ecology and Management. – 2009. – Vol. 257, No. 11. – Pp. 2209-2216. – DOI: 10.1016/j.foreco.2009.03.017.

136. Колпаков, А.Ю., Скубачевская, Н.Д. Оценка величины социальной цены углерода в российских условиях // Научные труды. Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. – 2025. – № 1. – С. 22-35. – DOI: 10.47711/2076-3182-2025-1-22-35.

137. Виленский, П.Л., Лившиц, В.Н., Смоляк, С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика : учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Дело, 2002. – 888 с.

138. Asdourian, E., Wessel, D. What is the social cost of carbon? [Электронный ресурс] // Brookings. – 2023. – Режим доступа: https://www.brookings.edu/articles/what-is-the-social-cost-of-carbon/ (дата обращения: 20.10.2026).

139. Minnesota Legislature. Session Law 2023, Chapter 7 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.revisor.mn.gov/laws/2023/0/Session+Law/Chapter/7/ (дата обращения: 20.10.2026).

140. The Cost of Climate Pollution [Электронный ресурс] : the social cost of greenhouse gases (SC-GHG) is a suite of metrics designed to quantify and monetize climate damages / Institute for Policy Integrity, New York University School of Law. – New York : Institute for Policy Integrity. – Режим доступа: https://costofcarbon.org (дата обращения: 20.10.2026).

141. Cost of Carbon. Colorado uses the SCC in cost-benefit analysis for rules governing statewide transportation planning [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://costofcarbon.org/states/entry/colorado-uses-the-scc-in-cost-benefit-analysis-for-rules-governing-statewide-transportation-planning (дата обращения: 20.10.2026).

142. The Hill. EPA lays groundwork for stronger climate rules [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://thehill.com/policy/energy-environment/4341890-epa-lays-groundwork-for-stronger-climate-rules/ (дата обращения: 20.10.2026).

143. Social Cost of Carbon Calculator [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://costofcarbon.org/calculator (дата обращения: 20.10.2026).
144. Government of Canada. Technical Update to the Social Cost of Carbon for Regulatory Impact Analysis [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: https://publications.gc.ca/collections/collection_2016/eccc/En14-202-2016-eng.pdf (дата обращения: 20.10.2026).
145. Government of Canada. How carbon pricing reduces emissions [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.canada.ca/en/services/environment/weather/climatechange/climate-action/pricing-carbon-pollution/how-pricing-reduces-emissions/data.html (дата обращения: 20.10.2026).
146. Dattaro, L. The Economic Cost of Carbon Pollution Is Much Greater Than Estimated, Say Stanford University Researchers [Электронный ресурс] // VICE Media Group. – 2015. – Режим доступа: https://www.vice.com/en/article/xwpjka/the-economic-cost-of-carbon-pollution-is-much-greater-than-estimated-say-stanford-university-researchers (дата обращения: 20.10.2026).
147. Бобылев, С.Н. Низкоуглеродная повестка в региональных и корпоративных стратегиях развития / С.Н. Бобылев, А.А. Пакина, Ю.А. Тарасова // Вестник Московского университета. Серия 21: Управление (государство и общество). – 2024. – Т. 21, № 2. – С. 74–92. – DOI: 10.55959/MSU2073-2643-21-2024-2-74-92.
148. Доклад о человеческом развитии в Российской Федерации. Экологические приоритеты для России [Электронный ресурс] / под ред. С.Н. Бобылева, Л.М. Григорьева ; Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. – 2017. – Режим доступа: https://ac.gov.ru/archive/files/publication/a/15600.pdf (дата обращения: 20.10.2026
149. Amelang, S., Wehrmann, B. One Tonne of CO2 Causes 180 Euros Damages, RWE Europe's Worst Polluter [Электронный ресурс] // Clean Energy Wire. – 2018. – Режим доступа: https://www.cleanenergywire.org/news/one-tonne-co2-causes-180-euros-damages-rwe-europes-worst-polluter (дата обращения: 20.10.2026).
150. Ricke, K., Dronet, L., Caldeira, K., Tavoni, M. Country-level Social Cost of Carbon // Nature Climate Change. – 2018. – Vol. 8 (October). – Pp. 895–900. – DOI: 10.1038/s41558-018-0282-y.
151. Tol, R.S.J., Downing, T.E. The Marginal Damage Costs of Climate Changing Gases. – Amsterdam : Institute for Environmental Studies, Vrije Universiteit, 2000. – (D00/08).

152. Газман, В.Д. Экономическая оценка выбросов CO2 в экологическом разделе ESG // Экономический журнал ВШЭ. – 2022. – Т. 26, № 4. – С. 579–597. – DOI: 10.17323/1813-8691-2022-26-4-579-597.
153. Stern, N. Key Elements of a Global Deal on Climate Change. – London : The London School of Economics and Political Science, 2008.
154. Debating Climate Economics: The Stern Review vs. its Critics [Электронный ресурс] : Report to Friends of the Earth England, Wales and Northern Ireland / Global Development and Environment Institute, Tufts University. – July 2007. – Режим доступа: https://docplayer.net/21695445-Debating-climate-economics-the-stern-review-vs-its-critics.html (дата обращения: 20.10.2026).
155. Nordhaus, W. Revisiting the Social Cost of Carbon // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 2017. – January 31. – Pp. 1518–1523. – DOI: 10.1073/pnas.1609244114.
156. Скубачевская, Н.Д. Анализ роли результатов Сахалинского эксперимента в достижении углеродной нейтральности Сахалинской области // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук. – 2026 – № 1. – С. 146–167. DOI: 10.47711/2076-3182-2026-1-146-167.
157. World Bank. Carbon Pricing Dashboard [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/about#download-data (дата обращения: 20.10.2026).
158. ЦМСПИ, ЦСР, ЦЭИ. Эффекты различных форм цены на углерод для сокращения выбросов парниковых газов и социально-экономического развития. – 2022.
159. SBS Consulting. Как устроены углеродные рынки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.sbs-consulting.ru/upload/iblock/95e/95e156ebd4f7ddee72b1fd587678d903.pdf (дата обращения: 20.10.2026).
160. Форум «Климатическая повестка БРИКС в современных условиях». Секция «Климатические проекты: ключ к достижению целей Парижского соглашения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://brics-russia2024.ru/events/forumy-konferentsii/forum-klimaticheskaya-povestka-briks-v-sovremennykh-usloviyakh/ (дата обращения: 20.10.2026).
161. Российская Федерация. Постановление Правительства РФ от 14 октября 2025 г. № 1580 «О критериях отнесения юридических лиц и индивидуальных предпринимателей к регулируемым организациям» [Электронный ресурс]. – Официальный интернет-портал правовой информации, 15.10.2025. – Режим доступа:

http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202510150037 (дата обращения: 20.10.2026).

162. Climate Change Moscow. Россия и углеродный рынок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://climate-change.moscow/article/rossiya-i-uglerodnyy-rynok (дата обращения: 20.10.2026).

163. Рынок углеродных единиц: текущее состояние и перспективы // Journal of EcoStandard. – Режим доступа: https://journal.ecostandard.ru/esg/ustoychivoe-razvitie/rynok-uglerodnykh-edinits-tekushchee-sostoyanie-i-perspektivy/ (дата обращения: 20.10.2026).

164. Углеродный реестр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://carbonreg.ru/ru/ (дата обращения: 20.10.2026).

165. Беляева, М.А., Ровнов, Ю.Е. Система квотирования и торговли квотами на выбросы парниковых газов: китайское воплощение // Контуры глобальных трансформаций: политика, экономика, право. – 2023. – № 6. – С. 152-170. – DOI: 10.31249/kgt/2022.06.08.

166. Гао, Ж., Семячков, А.И., Сан, Я. Выбросы углерода: влияние на структуру экономики, энергетическую политику и климат — на примере Китая и России // Экономика региона. – 2025. – Т. 21, № 3. – С. 859–874. – DOI: 10.17059/ekon.reg.2025-3-20.

167. Промышленность [Электронный ресурс] : Электроэнергетика / Министерство энергетики Сахалинской области. – Режим доступа: https://admsakhalin.ru/index.php?id=161 (дата обращения: 20.10.2026).

168. Скоков, Р., Гузенко, М. Сахалинский эксперимент достижения углеродной нейтральности // Энергетическая политика. – 2023. – № 2 (180). – С. 86-99. – DOI: 10.46920/2409-5516_2023_2180_86.

169. Рослесхоз. Федеральное агентство лесного хозяйства определило самые лесистые регионы России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rosleshoz.gov.ru/news/federal/rosleskhoz-opredelil-samye-lesistye-regiony-rossii-n11009/ (дата обращения: 20.10.2026).

170. Лозовский, Д.С. Перспективы успешной реализации Сахалинского эксперимента в рамках создания российской национальной системы торговли // Вестник Российского нового университета. Серия «Человек и общество». – 2023. – № 2. – С. 1-9. – DOI: 10.18137/RNU.V9276.23.02.P.034.

171. Goers, D.V.S. et al. Linking national emission trading systems with the EU ETS: A bottom-up approach of future global emission trading considering effects for Austria. – 2012.

172. В России впервые состоялись биржевые торги единицами выполнения квот Сахалинского климатического эксперимента [Электронный ресурс] //

НТП : Национальная товарная биржа. – 2025. – 30 июня. – Режим доступа: https://www.namex.org/n/91557 (дата обращения: 20.10.2026).

173. Kept. Обзор российского углеродного рынка: потенциал роста [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://kept.ru/news/obzor-rossiyskogo-uglerodnogo-rynka-potentsial-rosta/ (дата обращения: 20.10.2026).
174. Доклад о Кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов Сахалинской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ecology.sakhalin.gov.ru/about/climate/1505-regionalnye-kadastry.html (дата обращения: 20.10.2026).
175. Колпаков, А.Ю. Механизмы обязательного ценообразования на выбросы парниковых газов в России: сценарии и экономические последствия / А.Ю. Колпаков, Н.Д. Скубачевская // ЭКО. – 2026. – № 5. – С. 237–255. – DOI: 10.30680/ECO0131–7652–2026–5–237–255.
176. Широв, А.А. Создание системы мониторинга и прогнозирования выбросов климатически активных веществ в интересах модернизации и развития экономики России // Проблемы прогнозирования. – 2023. – № 6. – С. 11-24. – DOI: 10.47711/0868-6351-201-11-24.
177. Широв, А.А., Колпаков, А.Ю. Целевой сценарий социально-экономического развития России с низким уровнем нетто-выбросов парниковых газов до 2060 года // Проблемы прогнозирования. – 2023. – № 6. – С. 53-66. – DOI: 10.47711/0868-6351-201-53-66.
178. Леонтьев, В. В. Структура американской экономики, 1919–1929: эмпирическое применение анализа равновесия / В. В. Леонтьев. − Кембридж (Масс.) : Harvard University Press, 1941. − 181 с.;
179. Яременко, Ю.В. Избранные труды : в 3 кн. / Ю.В. Яременко ; отв. ред. В.В. Ивантер. – М. : Наука, 1997–2000. – Кн. 1 : Теория и методология исследования многоуровневой экономики. – 1997. – 398 с.
180. Саяпова, А.Р. Основы метода затраты-выпуск / А.Р. Саяпова, А.А. Широв. – М. : МАКС Пресс, 2019. – 336 с. – DOI: 10.29003/m801.978-5-317-06263-7.
181. Аганбегян, А.Г. Экономико-математический анализ межотраслевого баланса СССР / А.Г. Аганбегян, А.Г. Гранберг. – М. : Мысль, 1968. – 357 с.
182. Элмон, К. Американская экономика до 1975 года: межотраслевой прогноз / К. Элмон. − Нью-Йорк : Harper & Row, 1966. − 153 с.,
183. Система моделей народнохозяйственного планирования / под ред. Н. П. Федоренко, Э. Ф. Баранова. − М. : Наука, 1982. − 350 с.
184. Клоцвог, Ф. Н. Межотраслевой баланс и пропорции народного хозяйства / Ф. Н. Клоцвог. − М. : Экономика, 1969. − 247 с.;

185. Белецкий, Ю. В. Глобальные мультирегиональные таблицы «затраты−выпуск»: использование для анализа национальной экономики / Ю. В. Белецкий // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. − 2019. − С. 97−118.;
186. Клепач, А. Н. Межотраслевые модели в системе макроэкономического прогнозирования / А. Н. Клепач, А. А. Широв // Проблемы прогнозирования. — 2018. — № 3. — С. 3–15.;
187. Масакова, И. Д. Российская практика составления таблиц «затраты-выпуск»: проблемы и перспективы развития / И. Д. Масакова // Проблемы прогнозирования. − 2019. − № 2 (173). − С. 14−26 .
188. Белоусов, А. Р. Этапы становления российской модели воспроизводства / А. Р. Белоусов // Проблемы прогнозирования. − 2001. − № 2. − С. 4−23.
189. Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. Отчет о выполнении научно-исследовательских работ по Соглашению о предоставлении из федерального бюджета грантов в форме субсидий от 1 марта 2023 года № 139-15-2023-003 в рамках достижения результата федерального проекта «Политика низкоуглеродного развития» и реализации важнейшего инновационного проекта государственного значения «Единая национальная система мониторинга климатических активных веществ» в части создания методики разработки сценариев и моделей оценки социально-экономических эффектов реализации климатической повестки и политики низкоуглеродного развития, а также мер по декарбонизации экономики, энергетики и промышленности на уровне стран и регионов мира, а также экономики и энергетики Российской Федерации, разработку мер адаптации населения и экономики Российской Федерации к изменениям климата федерального уровня / рук. работ А.А. Широв. – Москва : ИНП РАН, 2023.
190. Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук. Отчет о выполнении работ по научной теме «Подготовка методики разработки сценариев декарбонизации мировой и российской экономики, включая ключевые отрасли; обеспечение научно-методической основы второго этапа адаптации к изменениям климата на период до 2025 года (с учетом опыта реализации первого этапа адаптации к изменениям климата на период до 2022 года)» (заключительный) [Текст] : код (шифр) научной темы FMGW-2022-0009, рег. № НИОТКР 122111700030-2 / рук. работ А.А. Широв. – Москва : ИНП РАН, 2022.
191. О промышленной политике в Российской Федерации [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 31.12.2014 № 488-ФЗ (ред. от 30.11.2024) //

Кодекс. – URL: https://docs.cntd.ru/document/420242984 (дата обращения: 20.10.2026).

192. Колпаков, А.Ю. Роль топливно-энергетического комплекса в формировании экономической динамики России // Проблемы прогнозирования. – 2018. – № 6 (171). – С. 111-129.

193. Коробейникова, О.М., Дугина, Т.А., Горбачева, А.С. Состояние и тенденции развития нефтегазовой отрасли России // Экономика. Информатика. – 2025. – Т. 52, № 2. – С. 306–317. – DOI: 10.52575/2687-0932-2025-52-2-306-317. – Режим доступа: https://econom-inform-journal.ru/index.php/journal/article/view/437/466 (дата обращения: 14.10.2026).

194. Петров, С.П. Потенциальный спрос на черные металлы в России в условиях неблагоприятной среды металлопотребления // Проблемы прогнозирования. – 2026. – № 1 (214). – С. 95-105. – DOI: 10.47711/0868-6351-214-95-105. – Режим доступа: https://ecfor.ru/publication/importozameshhenie-stalsoderzhashhaya-produktsiya-spros/ (дата обращения: 20.10.2026).

195. Российская академия наук, Институт народнохозяйственного прогнозирования. Стратегия развития автомобильной промышленности России (анализ альтернатив и обоснование политики) [Электронный ресурс] / Л.Н. Андронова, В.Н. Борисов, И.А. Буданов, О.А. Герасименко, О.Д. Говтвань, В.В. Ивантер, В.М. Капицын, Н.В. Лукьянова, А.В. Панфилов, В.С. Панфилов, Н.Н. Сапова, М.Н. Узяков, А.А. Херсонский, А.А. Широв, А.Г. Шураков. – Москва, апрель 2005. – Режим доступа: https://ecfor.ru/publication/strategiya-razvitiya-avtomobilnoj-promyshlennosti-rossii/ (дата обращения: 20.10.2026).

196. Буданов, И.А. Металлургия в процессе экономического роста в России // Проблемы прогнозирования. – 2005. – № 2. – С. 63-78.

197. Минпромторг России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://minpromtorg.gov.ru/press-centre/news/aa4e5ac8-dd3c-4617-b424-e5cf2ee72496\ (дата обращения: 20.10.2026).

198. Минпромторг России. Перечень аккредитованных торговых домов, металлоторгующих компаний и иных контрагентов-дистрибьюторов, с которыми заключены договора на поставку металлопроката с фиксированной наценкой на перепродажу [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://minpromtorg.gov.ru/docs/docs/?pdfModalID=59abdcc8-16dc-4e25-80d4-9386e64306da&fileModalID=c8816997-a9c7-4985-8ce2-66699b2d9405 (дата обращения: 20.10.2026).

199. Минпромторг России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://minpromtorg.gov.ru/press-centre/news/d0e8488a-5761-447a-bfa5-e43b59f96555 (дата обращения: 20.10.2026).
200. ФНС России. Новый инвестиционный вычет по налогу на прибыль введен с 2025 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.nalog.gov.ru/rn27/news/tax_doc_news/15712410/ (дата обращения: 20.10.2026).
201. Евростат [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ds-045409__custom_21267809/default/table (дата обращения: 20.10.2026).
202. Распоряжение Правительства РФ от 27.12.2025 № 4131-р [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.zakonrf.info/rasporiazhenie-pravitelstvo-rf-4131-r-27122025/ (дата обращения: 20.10.2026).
203. Распоряжение Правительства РФ от 07.02.2020 № 232-р (ред. от 29.05.2025) «О Перечне генерирующих объектов, мощность которых поставляется по договорам купли-продажи (поставки) мощности модернизированных генерирующих объектов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://government.ru/docs/all/126151/ (дата обращения: 20.10.2026).
204. КонсультантПлюс. Порядок проведения отбора проектов модернизации генерирующих объектов тепловых электростанций и особенности торговли мощностью по договорам купли-продажи мощности модернизированных объектов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_112537/f6d01a08c36fbd37f7d068cf56472cd43363e0c9/ (дата обращения: 20.10.2026).
205. ППК «Российский экологический оператор». Приоритетные направления финансирования инвестиционных проектов в сфере обращения с отходами на 2024 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://disk.reo.ru/f/d40c553554ca4b629f5f/?dl=1 (дата обращения: 20.10.2026).
206. Минприроды России. Минприроды России начало прием заявок от регионов на получение субсидий для создания объектов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.mnr.gov.ru/press/news/minprirody_rossii_nachalo_priyem_zayavok_ot_regionov_na_poluchenie_subsidii_dlya_sozdaniya_obektov_o/ (дата обращения: 20.10.2026).

207. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/565729004 (дата обращения: 20.10.2026).
208. Правительство России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://static.government.ru/media/files/yHQmRAb2ZRuGFI0TdJuRAlxM39KPg4Td.pdf (дата обращения: 20.10.2026).
209. Правительство России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://static.government.ru/media/files/xagLjQeUIT84xBXJktHGZuAXXqFc2m37.pdf (дата обращения: 20.10.2026).
210. Саенко, В.В. Угольная отрасль России: вызовы и современные тенденции развития // Окружающая среда и энерговедение. – 2019. – № 3. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/ugolnaya-otrasl-rossii-vyzovy-i-sovremennye-tendentsii-razvitiya (дата обращения: 20.10.2026).
211. Колпаков, А.Ю. Рассогласование целевых показателей стратегических документов, в том числе в сфере энергетики, и регулирования выбросов парниковых газов / А.Ю. Колпаков // Электроэнергетические системы: развитие и управление: материалы Международной научно-технической конференции, 10–12 сентября 2025 г.: в 2 т. Т. I. Планирование развития электроэнергетических систем. – Санкт-Петербург, 2025. – С. 35–38.
212. Бразилия рассматривает Китай в качестве покупателя углеродных единиц и нацелена на соглашение к COP31 [Электронный ресурс] // Reuters. – 2026. – 9 сентября. – URL: https://www.reuters.com/sustainability/cop/brazil-eyes-china-buyer-carbon-credits-targets-accord-by-cop31-2026-09-09/ (дата обращения: 20.10.2026).
213. European Commission. Regulation (EU) 2023/956 of the European Parliament and of the Council of 10 May 2023 establishing a carbon border adjustment mechanism (Text with EEA relevance) // Official Journal of the European Union. – 2023.
214. Jousseaume, M., Menner, M., Reichert, G. CBAM: Damaging to Climate Protection and EU Export Industries [Электронный ресурс] : Cep-Study. – 2021. – 60 p. – Режим доступа: https://www.cep.eu/fileadmin/user_upload/cep.eu/Studien/cepStudy_CBAM/cepStudy_CBAM_-_Damaging_to_Climate_Protection_and_EU_Export_Industries.pdf (дата обращения: 20.10.2026).
215. Bohringer, C., Balistreri, E.J., Rutherford, T.F. The role of border carbon adjustment in unilateral climate policy: Overview of an Energy Modeling Forum study (EMF 29) // Energy Economics. – 2012. – Vol. 34. – Pp. 97-110. – DOI: 10.1016/j.eneco.2012.10.003.

216. Бажан, А. И. Пограничный корректирующий углеродный механизм ЕС: статус, риски и возможный ответ / А. И. Бажан, С. А. Рогинко // Аналитические записки Института Европы РАН. − 2020. − № 44 (227). − С. 1−14. − URL: http://www.zapiski-ieran.ru/images/analitika/2020/an227.pdf (дата обращения: 20.10.2026). − DOI: 10.15211/analytics442020

217. Китай на пути к углеродной нейтральности [Электронный ресурс]: аналитическая записка / Е.П. Василенко, М.О. Сидоровский, С.В. Шишигин // Банк России. – М., 2024. – URL: https://cbr.ru/Content/Document/File/166501/analytic_note_20241018_dfs.pdf (дата обращения: 20.10.2026).

218. Кораблева, А. Прагматика климата: ЕАЭС адаптируется к мировой углеродной реальности / А.Кораблева // Коммерсантъ. – 2026. – 14 августа. – URL: https://www.kommersant.ru/doc/8878453 (дата обращения: 20.10.2026).

219. Ahn, J. Assessment of initial emission allowance allocation methods in the Korean electricity market // Energy Economics. – 2014. – Vol. 43. – Pp. 244-255. – DOI: 10.1016/j.eneco.2014.02.015.

220. Комитет РСПП по климатической политике и углеродному регулированию. Рабочая группа по вопросам реализации климатических проектов и использования их результатов. Протокол заседания № 9. – 15 марта 2023 г.

221. О долгосрочном научно-технологическом развитии России : монография / под ред. Д. Р. Белоусова, И. Э. Фролова. − М. : Динамик принт, 2022. − 168 с. − (Серия: Научный доклад ИНП РАН). − ISBN 978-5-00204-539-6. − ISSN 2712-9209. − DOI: 10.47711/sr3-2022

222. Широв, А. А. Научно-технологическая компонента макроструктурного прогноза / А. А. Широв, М. С. Гусев, А. Р. Саяпова, А. А. Янтовский. // Проблемы прогнозирования. − 2016. − № 6. − С. 3−17.

223. Nordhaus, W.D. A review of the Stern review on the economics of climate change // Journal of Economic Literature. – 2007. – Vol. 45. – Pp. 686–702.

224. Nordhaus, W.D. A Question of Balance: Weighing the Options on Global Warming Policies. – New Haven : Yale University Press, 2008.

225. Stern, N.H. The Economics of Climate Change: Stern Review on the Economics of Climate Change. – New York : Cambridge University Press, 2007.

226. Богданович, А.Ю., Павлова, В.Н., Ранькова, Э.Я., Семенов, С.М. Влияние изменений засушливости в России в XXI веке на пригодность территорий для возделывания зерновых культур // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2021. – № 1. – С. 20-35. – DOI: 10.21513/2410-8758-2021-1-20-35.

227. Кислов, А.В., Суркова, Г.В. Влияние глобального потепления на климатические ресурсы России // Экономика. Налоги. Право. – 2021. – № 4. – С. 6-14. – DOI: 10.26794/1999-849x-2021-14-4-6-14.

228. Павлова, В.Н., Караченкова, А.А., Романенков, В.А. Оценка изменений агроклиматических ресурсов в Центральной Азии и сопредельных областях России // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2023. – № 3. – С. 298-317. – DOI: 10.21513/2410-8758-2023-3-298-317.

229. Toth, F.L. Coupling Climate and Economic Dynamics: Recent Achievements and Unresolved Problems / F.L. Toth // The Coupling of Climate and Economic Dynamics. Essays on Integrated Assessment / A. Haurie, L. Viguier (eds). – Dordrecht : Springer, 2005. – Vol. 22. – DOI: 10.1007/1-4020-3425-3_2.

230. Anthoff, D., Tol, R. The Climate Framework for Uncertainty, Negotiation and Distribution (FUND), Technical Description, Version 3.5 [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: http://www.fund-model.org/FundDocTechnicalVersion3.5.pdf (дата обращения: 20.10.2026).

231. Порфирьев, Б.Н., Колпаков, А.Ю., Лазеева, Е.А. Оценка влияния изменения климата на экономику России с использованием моделей комплексной оценки (IAM) // Проблемы прогнозирования. – 2025. – № 1 (208). – С. 49-61. – DOI: 10.47711/0868-6351-208-49-61.

232. Swiss Re Institute. We need to talk about climate adaptation: How to rethink benefit cost ratios to accelerate adaptation to our changing climate. – Zurich : Swiss Re Institute, November 2023. – 8 p. – Aon. Understanding Freeze Risk in a Changing Climate [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.aon.com/en/insights/articles/understanding-freeze-risk-in-a-changing-climate (дата обращения: 20.10.2026).

233. Быков, А.А. О методологии оценки стоимости среднестатистической жизни человека // Страховое дело. – 2007. – № 3. – С. 10-25.

234. Гуриев, С. Мифы экономики: Заблуждения и стереотипы, которые распространяют СМИ и политики. – Москва : Манн, Иванов и Фербер, 2011.

235. Нифантова, Р.В., Шипицына, С.Е. Современные методические подходы в оценке стоимости человеческой жизни // Экономика региона. – 2012. – № 3. – С. 289-294.

236. Прохоров, Б.Б., Шмаков, Д.И. Причины гибели людей в мирное время и экономическая оценка стоимости потерь // Проблемы прогнозирования. – 2013. – № 4. – С. 139-147.

237. Оценка социально-экономического ущерба от ДТП в России: методологические вопросы в контексте зарубежных исследований [Текст] : отчет о НИР / Высшая школа экономики. – Москва : ВШЭ, 2015. – 43 с.

Приложения

Перед формированием сценарных гипотез был проведен расчет цен на выбросы ПГ для системы торговли выбросами, углеродного налога и социальной цены углерода. Однако полученные значения были скорректированы из-за чрезмерной нагрузки на экономику. Подробное описание расчетов для системы торговли выбросами и социальной цены углерода приведено в Приложениях А и Б ниже.

Расчет цены за тонну выбросов ПГ для всех трех видах механизмов ценообразования на выбросы ПГ имеет принципиальное отличие. Так, разрешение на одну тонну выбросов ПГ в рамках системы торговли выбросами рассчитывается как отношение разницы затрат до и после внедрения низкоэмиссионной технологии к разнице объемов выбросов ПГ в рассматриваемой отрасли, которые получится сократить благодаря внедрению данной технологии. То есть расчет цены за тонну выбросов ПГ для системы торговли выбросами имеет точечный эффект в рассматриваемой отрасли. Цена за тонну выбросов ПГ в рамках социальной цены углерода рассчитывается похожим образом, однако разница в замене традиционной технологии на низкоэмиссионную делится не на выбросы в отрасли, а на все выбросы в экономике РФ, поскольку в расчетах социальной цены углерода важно учесть общественный эффект, то есть влияние сокращения выбросов на систему в целом. Расчет цены за тонну выбросов ПГ при внедрении углеродным налогом рассчитывается как отношение затрат на применение низкоэмиссионной технологии к выбросам в отрасли, умноженное на долю покрытия выбросов углеродным налогом в отрасли. То есть в данном случае в числителе стоит не разница затрат до и после внедрения технологии по декарбонизации, а непосредственно затраты. Так, при внедрении системы торговли выбросами происходит стимулирование эмитентов инвестировать в проекты по декарбонизации, а то время как при внедрении углеродного налога государство может собрать средства, которые в дальнейшем могут использоваться, например, для финансирования проектов по декарбонизации или адаптации к изменению климата.

Приложение А

Расчет цены разрешения в системе торговли выбросами для России

Ниже представлено описание метода расчета цены разрешения в системе торговли выбросами с учетом цены переключения, анализ результатов которых позволил сформировать окончательные цены, используемые в сценарных гипотезах. Под ценой переключения подразумевается цена, при которой эмитенту одинаково выгодно как покупать разрешение в системе торговли выбросами на выпуск 1 тCO_2-экв., так и инвестировать в низкоэмиссионные технологии. Полученные результаты, изложенные в Приложении А, являются более научно обоснованными по сравнению с использованными в диссертационной работе результатами, однако применение цены переключения в качестве стоимости разрешения для некоторых отраслей является экономически нецелесообразным.

Для каждой отрасли был выполнен анализ, который заключался в варьировании индикаторов внедрения низкоэмиссионных технологий, на основе чего определялись и значения цены переключения. Цена одного разрешения определяется из следующей гипотезы: цена на разрешение выброса 1 тCO_2-экв. в системе торговли выбросами меньше или равна удельным капитальным затратам низкоэмиссионной технологии в ценах 2021 года на тонну выбросов CO_2-экв. В таком случае эмитенту выгоднее купить разрешение, чем вложить средства в технологию, способствующую сокращению выбросов. Удельные капитальные затраты рассчитывались по формуле (А.1).

$$Capex_{spec} = \frac{Capex^1 - Capex^0}{Emis_i^0 - Emis_i^1} \quad (А.1)$$

где:

$Capex_{spec}$ – удельные капитальные затраты низкоэмиссионной технологии на тонну выбросов CO_2-экв., руб./тCO_2-экв.;

$Capex^1$ – затраты на специализированные направления декарбонизации после внедрения или распространения низкоэмиссионной технологии, руб. (2021);

$Capex^0$ – затраты на специализированные направления декарбонизации до внедрения или распространения низкоэмиссионной технологии, руб. (2021);

$Emis_i^0$ – выбросы ПГ в отрасли i до внедрения или распространения низкоэмиссионной технологии, тCO_2-экв.;

$Emis_i^1$ – выбросы ПГ в отрасли i после внедрения или распространения низкоэмиссионной технологии, тCO_2-экв.

Для каждого сектора были выделены низкоэмиссионные технологии и зафиксированы выбросы ПГ в соответствующем секторе $Emis_i^0$ и нынешние затраты на рассматриваемые направления декарбонизации $Capex^0$. Далее была увеличена доля использования выбранной технологии, например, на 1%. После чего зафиксированы новые значения выбросов ПГ $Emis_i^1$ и затрат $Capex^1$.

В таблице А.1 представлены специальные направления декарбонизации и полученные значения удельных капитальных затрат $Capex_{spec}$. Полученные капитальные затраты по всем направлениям, кроме улавливания CO_2, были скорректированы, а именно, поделены на 20 лет, так как это удельная стоимость одного проекта, реализация которого растягивается на долгое время. А улавливание CO_2 − это одна из самых дорогих технологий декарбонизации и цена реализации рассчитывается за каждый год.

Таблица А.1 – Специальные направления декарбонизации и полученные значения удельных капитальных затрат по данным направлениям с учетом корректировки

Направление декарбонизации	Удельные капитальные затраты, тыс. руб./тCO_2-экв.
Металлургия	
Ввод мощностей электровыплавки	1,3
Улавливание и хранение углерода - Улавливание CO_2	11,7
Химия	
Улавливание и хранение углерода - Улавливание CO_2	17,6
Технология автотермического риформинга	3,2
Производство карбамида с использованием CO_2	2,9
Производство стройматериалов	
Сухой способ производства цемента	4,7
Улавливание и хранение углерода - Улавливание CO_2	15,7

Источник: составлено автором.

Для расчета цены разрешения в системе торговли выбросами за период 2028–2060 гг. применены следующие гипотезы:

1. На начальном этапе функционирования национальной системы торговли выбросами цена разрешения сопоставима со штрафом за превышение базового показателя в Сахалинском эксперименте. Сумма штрафа составляет 1000 руб./тCO_2-экв.[22]
2. Цена на разрешения не убывает, так как со временем общий объем разрешений и доля бесплатных разрешений уменьшается.
3. Со временем каждая из удельных затрат технологий таблицы А.1 становится ориентиром для установления значения стоимости разрешений. Сначала используются наименее затратные технологии, тем самым происходит стимулирование по их внедрению. Далее со временем с увеличением стоимости разрешения выбирает более дорогая технология. Так, например, в модели с 2031 года стоимость разрешения в системе торговли выбросами равняется удельным капитальным затратам технологии по вводу мощностей электровыплавки. А с 2036 года ориентиром для установления платы за разрешение становятся удельные капитальные затраты по производству карбамида.

На рисунке А.1 представлены итоговые значения стоимости одного разрешения, рассчитанные с учетом цены переключения. Однако, исходя из принципа минимизации экономических потерь, было принято скорректировать полученные значения.

[22] Федеральный закон от 06.03.2022 № 34-ФЗ «О проведении эксперимента по ограничению выбросов парниковых газов в отдельных субъектах Российской Федерации»

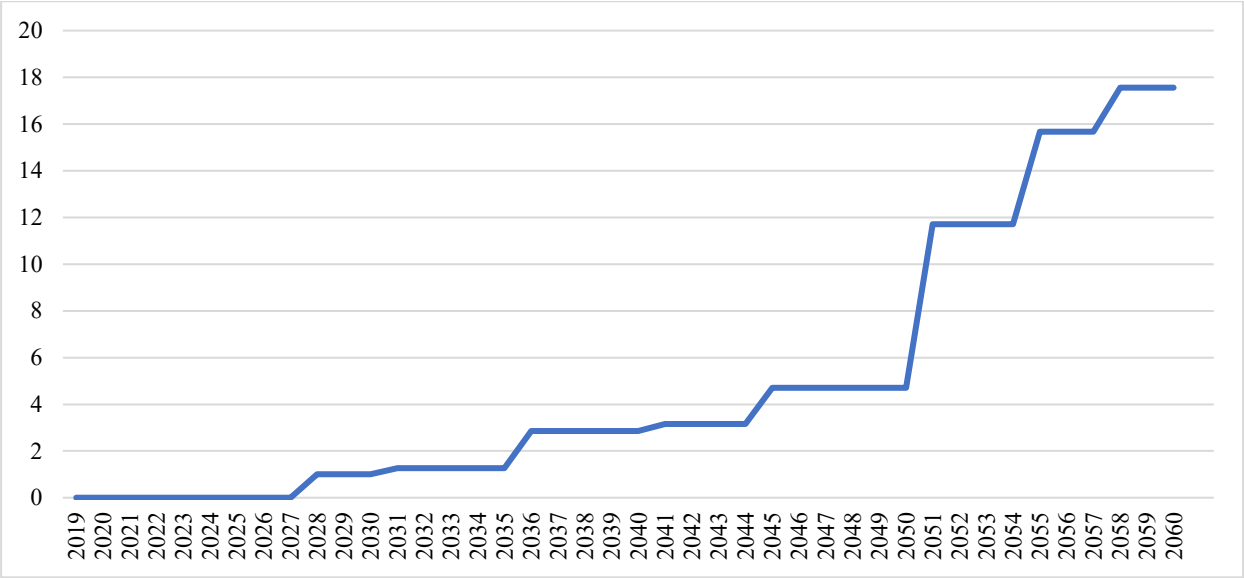

Рисунок А.1 – Расчетные значения стоимости одного разрешения в системе торговли выбросами, тыс. руб./тCO_2-экв.

Источник: составлено автором.

Поскольку цена разрешения в рамках системы торговли выбросами должна быть одинаковой для всех отраслей, был проведен анализ чувствительности модели на цену переключения, а именно, стоимости тонны выбросов ПГ, при которой экономическая эффективность традиционного и низкоэмиссионного способов производства эквивалентны. В таблице А.2 приведены результаты анализа для ряда отраслей, а именно, эффекты введения механизмов ценообразования на выбросы ПГ, а частности системы торговли выбросами, в размере цены переключения. В качестве маркеров чувствительности модели были рассмотрены сокращение ВВП и увеличение индекса цен производителей за один год по сравнению со Сценарием 1, в рамках которого не функционируют механизмы ценообразования на выбросы ПГ.

На основе полученных результатов можно сделать следующие выводы: изменение ВВП и индекса цен не линейно по отношению к цене переключения. Ввиду высокой чувствительности ВВП и уровня цен по отношению к цене переключения, применение механизмов ценообразования на выбросы ПГ с явной ценой нецелесообразна в электроэнергетике и сельском хозяйстве.

Таблица А.2 – Эффект применения механизмов ценообразования на выбросы ПГ в размере цены переключения в отраслевом разрезе

	Цена переключения, руб./тCO_2-экв. экв.	Эффект применения механизмов ценообразования на выбросы ПГ в размере цены переключения	
		Сокращение ВВП, трлн руб.(2021)	Увеличение индекса цен производителей
Электростанции	9540	27,7	26,9
Химия	3919	1,6	0,5
Черная металлургия	3777	1,2	1,6
Отходы	3077	0,3	0,9
Добыча газа	3049	0,8	0,2
Сельское хозяйство	2015	2,4	1,2
Промышленность стройматериалов	1200	0,2	<0,1
Добыча нефти	1112	0,8	0,1

Источник: расчеты автора на основе [220].

Приложение Б

Расчет социальной цены углерода для России[23]

Для формирования сценариев был проведен расчет социальной цены углерода с учетом особенностей, присущих России. Важно отметить, что в рамках данной работы ставка дисконтирования не применяется, приводится оценка социальной цены углерода лишь в рамках одного года, поскольку расчеты, представленные в данной работе, проводятся для относительно короткого периода 25 лет.

Для расчета социальной цены углерода была предложена следующая формула (Б.1):

$$SCC = \frac{Damage_{econ} + Damage_{popul}}{CB} \quad \text{(Б.1)}$$

– SCC – социальная цена углерода, руб./тCO_2-экв.;

– D$amage_{econ}$ – ущерб экономике в денежном эквиваленте, руб.;

– $Damage_{popul}$ – ущерб населению в денежном эквиваленте, руб.;

– CB – углеродный бюджет, тCO_2-экв.

Каждое слагаемое в формуле имеет развилку, что порождает целый диапазон значений социальной цены углерода.

Ущерб экономике. Ущерб экономике может быть вызван рисками для инфраструктуры в связи с увеличением частоты опасных гидрометеорологических явлений вследствие изменения климата, которые оказывают существенное влияние на многие сферы экономики, например, дорожную инфраструктуру, ЖКХ, сельское хозяйство, электро- и теплоснабжение и др. [226]. Однако к изменению климата можно адаптироваться, получив позитивный эффект [11]. Кроме того, существуют также и выгоды от климатических изменений в России [227]. Так, например, сокращается частота некоторых опасных гидрометеорологических явлений, таких как град, снежные метели, смерчи и др. Потепление климата также может благоприятно влиять на производственный потенциал сельского хозяйства,

[23] В данном параграфе используется текст статьи автора [136].

создавая возможности для выращивания более урожайных теплолюбивых культур [228] и др.

В рамках расчета социальной цены углерода были использованы результаты коллектива ИНП РАН [11], который в своей работе произвел расчет ущербов для экономики, а именно, ущербов основным фондам, связанные с деградацией многолетней мерзлоты, ущербов сельскому и лесному хозяйству, топливно-энергетическому комплексу и ущербов, связанных с наводнением. Расчет происходил в разрезе двух сценариев: без и с учетом мер адаптации к климатическим изменениям. В случае отсутствия адаптационных мер экономические эффекты в расчете социальной цены углерода представляются комбинацией безусловных эффектов от изменения климата, а также уже реализованными ущербами. Отсутствие мер адаптации означает риск сокращения годового объема ВВП России в размере 3,1 трлн руб.(2022) при росте среднегодовой температуры на 1 °С. В случае реализации адаптационных мероприятий вместо реализованных ущербов учитываются экономические эффекты совершения специализированных затрат и величина самих затрат, что коренным образом меняет экономический результат: изменение годового ВВП оказывается положительным и составляет около 0,3 трлн руб. Слагаемое $Ущерб_{экон}$ в формуле (Б.1) выражается в изменении годового ВВП России при увеличении средней годовой температуры на 1 ˚С.

Ущерб населению. Изменение климата также влияет на смертность. К негативным аспектам смертности относятся увеличение смертности от сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний, связанных с жарой. К позитивным ─ снижение смертности от холодов в зимний сезон.

В рамках работы при расчете социальной цены углерода была предложена следующая развилка:

1. Учет негативных и позитивных аспектов.
2. Учет только негативных аспектов.

Для оценки ущерба от изменения смертности в результате изменения температуры были использованы оценки модели Climate Framework for Uncertainty,

Negotiation and Distribution (далее FUND) количества смертей от жары и холода в расчете на 100 тыс. человек. FUND является межотраслевой оптимизационной моделью [229, 230].

В модели FUND учитываются социальные последствия изменения климата в виде смертности от трех категорий заболеваний (сердечно-сосудистых, респираторных и инфекционных), которые затем в работе коллектива ИНП РАН [231] пересчитываются в экономический ущерб. По результатам расчетов эффект от инфекционных заболеваний в российских условиях оказывается близким к нулевому, а наиболее масштабные эффекты связаны с усугубленными жарой сердечно-сосудистыми заболеваниями. При этом рост смертности в жаркое время года перекрывается эффектом снижения смертности в холодное время года, что согласуется с оценками других модельных исследований [232].

Для расчета совокупного эффекта от изменения смертности необходимо использовать значение стоимости жизни. Существует несколько подходов к оценке потерь от преждевременной смерти или определения ценности так называемой среднестатистической жизни человека (англ. Value of Statistical Life, далее VSL), которая, в свою очередь, определяет стоимость социально-экономического ущерба от гибели людей из-за воздействия изменения климата. Один из подходов предполагает расчет VSL через стоимость затрат на поддержание базовых потребностей человека на протяжении всего жизненного цикла (затраты на питание, жилье, образование, отдых и т.д.). Согласно различным оценкам, рассчитанная таким образом величина VSL варьируется от 1,5 млн до 170 млн руб. [233-236]. В рамках расчетом было использовано значение VSL 18 млн руб. на основе данных ВШЭ [237].

В рамках расчета социальной цены углерода было предложено следующие три цены человеческой жизни для оценки ущерба в результате изменения численности населения:

1. Среднедушевой ВВП за год (1,6 млн руб./чел.).
2. Тройной[24] среднедушевой ВВП за год (4,8 млн руб./чел.).

[24] Исходя из рекомендаций ВОЗ по оценке эффективности затрат на продление одного года жизни.

3. VSL (18 млн руб./чел.).

Углеродный бюджет. Социальная цена углерода должна быть приведена на тонну выбросов за конкретный год. В качестве знаменателя в формуле (Б.1) мы используем углеродный бюджет, который ведет к увеличению средней температуры на 1°С. Мировой углеродный бюджет составляет около 1430 млрд тCO_2-экв. Это и есть общий объем выбросов, который дает прирост температуры на 1°С. Однако «зона ответственности» РФ не распространяется на весь объем мирового углеродного бюджета. При таком подходе возникает следующая развилка:

1. *Мировой углеродный бюджет.* Социальная цена углерода рассчитывается как отношение ущербов к накопленному объему мировых выбросов ПГ, который приводит к приросту температуры на 1°С.

2. *Российский углеродный бюджет.* Выделяем только российский вклад в глобальном изменении климата. При расчете социальной цены углерода учитываем углеродный бюджет только на территории РФ.

Таким образом, в формуле социальной цены углерода (Б.1), состоящей из трех слагаемых, было выделено 4 разветвления по 2 или 3 варианта расчета (Табл. Б.1). Всего были получены 24 оценки социальной цены углерода (Табл. Б.2).

Таблица Б.1 − Значения ущерба экономике, ущерба населению и углеродному бюджету для расчета социальной цены углерода

1. Ущерб экономике (Ущерб$_{экон}$)	
1.1 Адаптационные мероприятия отсутствуют	
Ущерб ВВП при потеплении на 1 °С в сценарии без мер адаптации, млрд руб.	3108,4
1.2 Адаптационные мероприятия присутствуют	
Ущерб ВВП при потеплении на 1 °С в сценарии с мерами адаптации, млрд руб.	-325,1
2. Ущерб населению (Ущерб$_{насел}$)	
2.1 Изменение смертности	
2.1.1 Негативные аспекты смертности	
Изменение смертности к 2040 году, вызванное увеличением сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний, связанных с жарой, тыс. чел	129,5
2.1.2 Негативные и позитивные аспекты смертности	
Изменение смертности к 2040 году, вызванное увеличением сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний, связанных с жарой, и снижением смертности от холодов в зимний сезон, тыс. чел	-3,4
2.2 Стоимость жизни	
2.2.1 ВВП	
Среднедушевой ВВП за 2040 год, млн руб./чел.	1.6
2.2.2 Тройной ВВП	

Тройное значение среднедушевого ВВП за 2040 год, млн руб./чел.	4,8
2.2.3 VSL	
VSL, млн руб./чел.	18
3. Углеродный бюджет	
3.1 Мировой углеродный бюджет	
Мировой углеродный бюджет, который дает прирост температуры на 1°С, млрд $тCO_2$-экв.	1428,6
3.2 Российский углеродный бюджет	
Углеродный бюджет РФ в Целевом сценарии Стратегии за 20 лет, млрд $тCO_2$-экв.	30,2

Источник: составлено автором на основе [83, 220].

Таблица Б.2 − Результаты расчета социальной цены углерода в зависимости от выбранных значений ущербов экономике и населению, а также в зависимости от углеродного бюджета

Выбранные развилки значений ущерба экономике, ущерба населению и углеродному бюджету	Значение социальной цены углерода, руб./$тCO_2$-экв.
1: С адаптацией 2.1: Негативные и позитивные аспекты смертности 2.2: VSL 3: Углеродный бюджет РФ	-128
1: С адаптацией 2.1: Негативные и позитивные аспекты смертности 2.2: 3 ВВП 3: Углеродный бюджет РФ	-113
1: С адаптацией 2.1: Негативные и позитивные аспекты смертности 2.2: ВВП 3: Углеродный бюджет РФ	-110
1: С адаптацией 2.1: Негативные аспекты смертности 2.2: ВВП 3: Углеродный бюджет РФ	-39
1: С адаптацией 2.1: Негативные и позитивные аспекты смертности 2.2: ВВП 3: Мировой углеродный бюджет	-2,3
1: С адаптацией 2.1: Негативные и позитивные аспекты смертности 2.2: 3 ВВП 3: Мировой углеродный бюджет	-2,4
1: С адаптацией 2.1: Негативные и позитивные аспекты смертности 2.2: VSL 3: Мировой углеродный бюджет	-2,7

1: С адаптацией 2.1: Негативные аспекты смертности 2.2: ВВП 3: Мировой углеродный бюджет	-1
1: С адаптацией 2.1: Негативные аспекты смертности 2.2: 3 ВВП 3: Мировой углеродный бюджет	2
1: С адаптацией 2.1: Негативные аспекты смертности 2.2: VSL 3: Мировой углеродный бюджет	14
1: Без адаптации 2.1: Негативные и позитивные аспекты смертности 2.2: VSL 3: Мировой углеродный бюджет	21,3
1: Без адаптации 2.1: Негативные и позитивные аспекты смертности 2.2: 3 ВВП 3: Мировой углеродный бюджет	21,6
1: Без адаптации 2.1: Негативные и позитивные аспекты смертности 2.2: ВВП 3: Мировой углеродный бюджет	21,7
1: Без адаптации 2.1: Негативные аспекты смертности 2.2: ВВП 3: Мировой углеродный бюджет	23
1: Без адаптации 2.1: Негативные аспекты смертности 2.2: 3 ВВП 3: Мировой углеродный бюджет	26
1: Без адаптации 2.1: Негативные аспекты смертности 2.2: VSL 3: Мировой углеродный бюджет	38
1: С адаптацией 2.1: Негативные аспекты смертности 2.2: 3 ВВП 3: Углеродный бюджет РФ	99
1: Без адаптации 2.1: Негативные и позитивные аспекты смертности 2.2: VSL 3: Углеродный бюджет РФ	1010
1: Без адаптации 2.1: Негативные аспекты смертности 2.2: 3 ВВП 3: Углеродный бюджет РФ	1025

1: Без адаптации 2.1: Негативные и позитивные аспекты смертности 2.2: ВВП 3: Углеродный бюджет РФ	1026
1: Без адаптации 2.1: Негативные аспекты смертности 2.2: ВВП 3: Углеродный бюджет РФ	1099
1: Без адаптации 2.1: Негативные аспекты смертности 2.2: 3 ВВП 3: Углеродный бюджет РФ	1237
1: Без адаптации 2.1: Негативные аспекты смертности 2.2: 3 ВВП 3: Углеродный бюджет РФ	1802

Источник: расчеты автора.

Проделанный расчет социальной цены углерода для России показывает, что максимальный размер социальной цены углерода для России составляет около 1800 рублей. В сценариях при введении размера социальной цены углерода можно наложить ограничение до 1800 рублей, ведь это научно-обоснованная цена. Однако в случае введения такого ограничительного порога в 1800 рублей, получится простимулировать лишь небольшую часть направлений декарбонизации. С точки зрения управления такой размер социальной цены углерода недостаточен, поэтому для каждого направления был произведен отдельный расчет социальной цены углерода.

Социальная цена углерода $Cost_{SCC}$ для отраслей ЖКХ, электроэнергетики и теплоснабжения ГЭС, АЭС и ВИЭ были рассчитаны по формуле (Б.2):

$$Cost_{SCC} = \frac{Capex^1 - Capex^0}{Emis^0_{total} - Emis^1_{total}} \quad (Б.2)$$

где:

$Cost_{SCC}$ – значение социальной цены углерода в рамках рассматриваемой отрасли, руб./тCO_2-экв.;

$Capex^1$ – затраты на специализированные направления декарбонизации после внедрения или распространения низкоэмиссионной технологии в рассматриваемой отрасли, руб. (2021);

$Capex^0$ – затраты на специализированные направления декарбонизации до внедрения или распространения низкоэмиссионной технологии в рассматриваемой отрасли, руб. (2021);

$Emis_{total}^0$ – выбросы ПГ в экономике в целом до внедрения или распространения низкоэмиссионной технологии, тCO_2-экв.;

$Emis_{total}^1$ – выбросы ПГ в экономике в целом после внедрения или распространения низкоэмиссионной технологии, тCO_2-экв.

Для ЖКХ были рассмотрены технологии повышения энергоэффективности зданий, а именно, увеличение количества зданий класса эффективности «С» путем проведения энергоэффективных капитальных ремонтов в бытовом секторе.

Для расчета социальной цены углерода для секторов электроэнергетики и теплоснабжения ГЭС, АЭС и ВИЭ был произведен расчет стоимости увеличения доли низкоэмиссионной генерации ГЭС, АЭС и ВИЭ, а также суммарный объем выбросов ПГ в экономике до и после увеличения доли низкоэмиссионной генерации.

Расчет социальной цены углерода для сферы обращения с отходами производства и потребления проводился для технологий рекультивации и утилизации по отдельности. Для этого использовалась формула, аналогичная формуле (Б.2), а удельные капитальные затраты рассчитывались для увеличения доли рекультивации и утилизации, соответственно. Однако в данном случае было важно не учитывать влияние образованного метана от отходов за период до рассматриваемого года. Были учтены лишь выбросы метана отходов за рассматриваемый год, когда отходы были утилизированы, а также последующие выбросы от этих отходов в будущем.

Полученные оценки социальной цены углерода для рекультивации и утилизации также были разделены на 20 лет, как и некоторые значения разрешений в рамках системы торговли выбросами, поскольку это долгосрочный проект.

Социальная цена углерода при борьбе с лесными пожарами рассчитывалась по формуле (Б.3):

$$Cost_{forest} = \frac{Cost_{fire}^{kg}}{Emiss_{fire}^{kg}} \quad (Б.3)$$

где:

$Cost_{forest}$ – значение социальной цены углерода при тушении лесных пожаров, руб./тCO_2-экв.;

$Cost_{fire}^{kg}$ – стоимость тушения 1 кг. лесной древесины, руб.;

$Emiss_{fire}^{kg}$ – выбросы ПГ в результате сгорания 1 кг. лесной древесины, тCO_2-экв.

Расчет стоимости тушения 1 кг. лесной древесины $Cost_{fire}^{kg}$ проводился по формуле (Б.4):

$$Cost_{fire}^{kg} = \frac{Cost_{fire}^{ha}}{Cub^{ha} * Weight^{cub}} \quad (Б.4)$$

где:

$Cost_{fire}^{kg}$ – стоимость тушения 1 кг. лесной древесины, руб.;

$Cost_{fire}^{ha}$ – стоимость тушения 1 кг. лесной древесины, руб.;

Cub^{ha} – средний запас древесины на 1 га, куб. м.;

$Weight^{cub}$ – вес 1 куб. м. древесины, кг. Данный показатель был скорректирован с учетом разреженности леса.

Социальная цена углерода для общественного транспорта рассчитывалась путем сравнения затрат и выбросов ПГ автобуса и электробуса за 1 год по формуле (Б.5):

$$Cost_{SCC}^{bus} = \frac{Capex^{electrobus} - Capex^{bus}}{Emis^{bus} - Emis^{electrobus}} \quad (Б.5)$$

где:

$Cost_{SCC}^{bus}$ – значение социальной цены углерода для общественного транспорта, руб./тCO_2-экв.;

$Capex^{electrobus}$ – затраты на 1 электробус в год с учетом его стоимости и расхода электроэнергии, руб.;

$Capex^{bus}$ – затраты на 1 автобус в год с учетом его стоимости и расхода топлива, руб.;

$Emis^{electrobus}$– выбросы ПГ электробуса за один год, тCO_2-экв.;

$Emis^{bus}$– выбросы ПГ автобуса за один год, тCO_2-экв.

Затраты на один автобус или электробус в год рассчитывались по формуле (Б.6):

$$Capex^{bus} = Cost^{fuel} + \frac{Cost^{bus}}{Service\ life} \quad (Б.6)$$

где:

$Capex^{bus}$ – затраты на 1 автобус или электробус в год с учетом его стоимости и расхода топлива, руб.;

$Cost^{fuel}$ – затраты на топливо или электроэнергию для одного автобуса или электробуса в год, руб.;

$Cost^{bus}$ – стоимость одного автобуса или электробуса, руб.;

$Service\ life$– срок службы автобуса или электробуса, лет.

Затраты на топливо или электроэнергию для одного автобуса или электробуса в год $Cost^{fuel}$ рассчитывались по формуле (Б.7):

$$Cost^{fuel} = Mileage * Cons * Cost^{1\,fuel} \quad (Б.7)$$

где:

$Cost^{fuel}$ – затраты на топливо или электроэнергию для одного автобуса или электробуса в год, руб.;

$Mileage$ – средний пробег автобуса или электробуса в год, км;

$Cons$ – удельное потребление топлива (электроэнергии) одного автобуса (электробуса) в год, литров (кВт*ч) на 1 км.

$Cost^{1\,fuel}$ – стоимость одного литра топлива и кВт*ч, руб.

Выбросы одного автобуса за один год $Emis^{bus}$ были рассчитаны путем произведения суммарного потребления топлива в тут и углеродоемкости жидкого топлива. Аналогично для электробуса, а именно, расчет был сделан путем произведения потребления электроэнергии на ее углеродоемкость.

Кроме того, расчет социальной цены углерода проводился и для железнодорожного транспорта. Расчеты схожи с расчетами для общественного наземного транспорта, однако также учитывалась электрификация ЖД путей. Сравнивались суммарные расходы тепловоза и электропоезда, а именно, расход топлива или электроэнергии за один год, стоимость самого поезда с учетом корректировки стоимости на один год, а также стоимость ввода электрифицированных ЖД путей за один год с учетом темпов их ввода в настоящее время. Стоимость подвода ЛЭП к электрифицированным путям не учитывалась, поскольку стоимость зависит от территориальных особенностей. На основе данных о потреблении топлива и электроэнергии был произведен расчет суммарных выбросов. Социальная цена углерода рассчитывалась как отношение разниц стоимостей и выбросов. Получившееся значение социальной цены углерода, а именно, 13 млн руб./тCO_2-экв. оказалось слишком большим для его использования в модели, поэтому ЖД транспорт был исключен из рассмотрения. Таким образом, расчеты показывают, что для железнодорожного транспорта необходим иной механизм регулирования выбросов ПГ из-за специфики отрасли.

Итоговые значения социальной цены углерода для каждой рассматриваемой отрасли представлены в таблице Б.3. Не все полученные значения социальной цены углерода были использованы в рамках сценарных гипотез по причине существенного финансового бремени на бюджет. Так, социальная цена углерода не применялась в таких сферах, как рекультивации отходов и общественный транспорт.

Таблица Б.3 – Значения социальной цены углерода для разных отраслей, руб./тCO_2-экв.

Отрасль	Значение социальной цены углерода, руб./тCO_2-экв.
ЖКХ	5 113
Сфера обращения с отходами производства и потребления (утилизация)	1 208

Сфера обращения с отходами производства и потребления (рекультивация)	232 834
Общественный транспорт, такси и каршеринг, парки бюджетных организаций	209 712
Электроэнергетика и теплоснабжение ГЭС	53 533
Электроэнергетика и теплоснабжение АЭС	8 209
Электроэнергетика и теплоснабжение ВИЭ	95 031
Трубопроводный транспорт	3 049
Борьба с лесными пожарами	522

Источник: расчеты автора.