

ЦЕЛЕВОЙ СЦЕНАРИЙ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ С НИЗКИМ УРОВНЕМ НЕТТО-ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ДО 2060 ГОДА¹

ШИРОВ Александр Александрович, член-корреспондент РАН, schir@ecfor.ru,
Институт народнохозяйственного прогнозирования, Российская академия наук,
Москва, Россия

ORCID: 0000-0003-0806-9777, Scopus Author ID: 16234922500

КОЛПАКОВ Андрей Юрьевич, к.э.н., ankolp@gmail.com, Институт народнохо-
зяйственного прогнозирования, Российская академия наук, Москва, Россия

ORCID: 0000-0003-4812-4582, Scopus Author ID: 55039903300

Статья посвящена методологическим и практическим вопросам оценки эффектов, связанных с мероприятиями по снижению эмиссий парниковых газов, в контексте разработки и реализации стратегии социально-экономического развития России. Авторы обосновывают необходимость учета инвестиций в меры декарбонизации, а также связанные с ними выгоды (спрос на продукцию фондообразующих отраслей) и издержки (рост цен и негативная реакция потребления). Целевой сценарий социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов парниковых газов построен на прогнозно-аналитическом инструментарии, опирающемся на метод «затраты-выпуск», учет базы данных Национального кадастра антропогенных выбросов. Целевой сценарий сочетает активную экономическую политику с амбициозными действиями по снижению нетто-эмиссий: среднегодовые темпы прироста ВВП России составляют 2,6%, и к 2060 г. достигается углеродная нейтральность. Более агрессивный сценарий обеспечения углеродной нейтральности к 2050 г. характеризуется значительно худшими показателями экономической эффективности.

Ключевые слова: социально-экономическое развитие, климатическая политика, парниковые газы, углекислый газ, эмиссии, энергия, сценарии, затраты-выпуск, ЗИЗЛХ.

DOI: 10.47711/0868-6351-201-53-66

Путь к Целевому сценарию. Россия является постоянным участником глобального процесса регулирования выбросов парниковых газов (ПГ) с целью смягчения климатических изменений. Будучи стороной Рамочной конвенции ООН об изменении климата, Киотского протокола, Парижского соглашения, Россия берет на себя четкие количественные обязательства по сдерживанию выбросов, а также запустила и поддерживает систему статистической отчетности в виде ежегодного национального кадастра² антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом (Национальный кадастр).

Став стороной Парижского соглашения, Россия приступила к реализации комплекса мероприятий национальной политики регулирования выбросов ПГ, который включает определение количественных целей по декарбонизации, а также разработку документов стратегического планирования и нормативных актов для достижения принятых целевых установок.

Президент России указом от 4 ноября 2020 г. № 666 поставил перед Правительством Российской Федерации задачи: а) удерживать нетто-выбросы ПГ в пределах 70% уровня 1990 г. при условии устойчивого и сбалансированного социально-экономического развития страны; б) разработать Стратегию социально-экономического развития

¹ Статья подготовлена при поддержке гранта в форме субсидий из федерального бюджета на выполнение научных исследований и работ в рамках реализации Важнейшего инновационного проекта государственного значения «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ» (соглашение о предоставлении из федерального бюджета грантов в форме субсидий в соответствии с пунктом 4 статьи 78.1 Бюджетного кодекса Российской Федерации от 01.03.2023 № 139-15-2023-003 между Минэкономразвития России и ИИП РАН).

² Актуальная версия кадастра. URL: <http://www.igce.ru/performance/publishing/reports/>

Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года (далее Стратегия). Кроме того, Президентом было озвучено, что Россия будет стремиться к достижению углеродной нейтральности не позднее 2060 г.

Формулировки указа носят принципиальный характер и акцентируют внимание на двух императивах. Первый – Стратегия разрабатывается не для того, чтобы обеспечить внедрение низкоэмиссионных технологий для достижения минимально возможного уровня выбросов ПГ, а с целью выработки комплексного сценария устойчивого социально-экономического развития, в который будут органично вплетены элементы национальной климатической политики. Второй – в качестве ключевого показателя эффективности выбраны нетто-выбросы ПГ, учитывающие поглощение сектором «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство» (ЗИЗЛХ). Указанные два обстоятельства критичны с точки зрения недопущения дискриминации: а) позиции России в выборе способов снижения углеродного следа; б) иных национальных целей устойчивого развития, не связанных с климатическими.

Процедура разработки Стратегии была достаточно длительной и носила итеративный характер. Первая публичная версия Стратегии [1] была представлена³ в начале 2020 г., и в ней отсутствовал социально-экономический компонент. Во-первых, в самом названии Стратегии отсутствовали слова «социально-экономическое развитие» – они были подменены термином «долгосрочное развитие». Во-вторых, учет экономических аспектов декарбонизации носил формальный характер. Все сценарии характеризовались одинаковыми параметрами развития экономики несмотря на то, что содержали различный набор производственных технологий и мер политики декарбонизации. Последовавшие итерации сначала продолжали прежнюю логику безграничного «жонглирования» доступными и перспективными технологиями декарбонизации [2] и даже демонстрировали возможность выхода на отрицательные нетто-выбросы ПГ⁴. Однако методическая и практическая работа над Стратегией ясно показала невозможность выбора адекватных направлений сокращения выбросов без учета социально-экономических ограничений. Стратегия стала носить сбалансированный характер только тогда, когда стала опираться на оценки социально-экономических последствий реализации мер декарбонизации⁵.

Итоговый текст⁶ Стратегии был утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 октября 2021 г. № 3052-р. Он включает два сценария. *Инерционный сценарий* предполагает увеличение выбросов ПГ в 2019-2050 гг. на 19%, при этом поглощение сектором ЗИЗЛХ остается постоянным, в результате чего нетто-выбросы ПГ возрастают на 25% и достигают 64% уровня 1990 г. Реализация *Целевого сценария* предполагает умеренное снижение выбросов ПГ – на 14% в 2019-2050 гг., но поглощение сектором ЗИЗЛХ возрастает за этот же период в 2,2 раза [3; 4], что приводит к снижению нетто-выбросов ПГ на 60% до отметки 20% уровня 1990 г.

Целевой сценарий построен на модельном комплексе, сопрягающем прогнозные таблицы «затраты-выпуск», данные энергетического баланса и базу данных Национального кадастра. Это позволило рассмотреть широкий перечень мер снижения нетто-эмиссий ПГ и комплексно оценить различные эффекты их реализации, в том

³ Минэкономразвития России подготовило проект Стратегии долгосрочного развития России с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года 23 марта 2020 г. URL: https://economy.gov.ru/material/news/minekonomrazvitiya_rossii_podgotovilo_proekt_strategii_dolgosrochnogo_razvitiya_rossii_s_nizkim_urovнем_vybr osov_parnikovyh_gazov_do_2050_goda_.html

⁴ Проект Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года от 23.08.2021 г. URL: <https://cenef-xxi.ru/articles/proekt-strategii-socialno-ekonomicheskogo-razvitiya-rossijskoj-federacii-s-nizkim-urovнем-vybrosov-parnikovyh-gazov-do-2050-goda>

⁵ Порфирьев Б.Н., Широ́в А.А., Колпаков А.Ю., Единак Е.А. Возможности и риски политики климатического регулирования в России // Вопросы экономики. 2022. № 1. С. 72-89. URL: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2022-1-72-89>

⁶ URL: <http://static.government.ru/media/files/ADKkCzp3fWO32e2yA0BhtIpyzWfHaiUa.pdf>

числе социально-экономические, с учетом многообразия взаимодействий и межотраслевых связей в экономике России.

Таким образом, Целевой сценарий Стратегии обладает следующими характеристиками:

– закладывает надежный фундамент для достижения углеродной нейтральности в России к 2060 г.;

– предполагает устойчивый рост экономики России с темпами не ниже среднемировых;

– опирается на широкое использование потенциала российских экосистем по поглощению ПГ, который является основой низкоэмиссионного развития страны.

Методические особенности разработки Целевого сценария. Значительная часть исследований энергоперехода и возможных сценариев низкоэмиссионного развития выстроена следующим образом [5-10]. Сначала формируется некоторый сценарий демографического и социально-экономического развития, для него рассчитывается базовая траектория выбросов ПГ. Далее – либо применяется определенный пакет (например, уже утвержденных на государственном уровне) мер снижения выбросов (введение стоимости эмиссий, внедрение низкоэмиссионных технологий, повышение ресурсной эффективности, поведенческие сдвиги и др.), либо устанавливается целевой уровень выбросов (например, углеродная нейтральность к середине века), и под него подбирается необходимая конфигурация мер низкоэмиссионной трансформации. Финальной точкой являются оценки: инвестиций, которые необходимо осуществить для реализации рассматриваемого сценария; цены на углерод, которая позволяет сделать экономически конкурентоспособными задействованные технологии; иногда – эффектов влияния на цены отдельных товаров и занятость.

Поскольку в описанной логике основное внимание уделяется варьированию технологий производства и потребления с различными технико-экономическими показателями, такой подход можно условно назвать «инженерным». В пользу такого определения свидетельствует то, что практикующие его исследователи действительно хорошо разбираются в технико-технологических аспектах, обладают богатой базой данных описания различных технологических альтернатив и способны оценить самые подробные детали технологических сдвигов.

В свою очередь, анализ социально-экономических последствий реализации низкоэмиссионных сценариев требует более длинной цепочки рассуждений. Изменение технологической структуры экономики и осуществление инвестиций в низкоэмиссионные решения приводят к перераспределению потоков продукции и трудовых ресурсов, задействованию мультипликативных связей, установлению нового уровня цен, формированию новых доходов и убытков в отраслях. Другими словами, меняется сам объект формирования выбросов – экономика. Для комплексной оценки перечисленных эффектов необходимо использовать достаточно сложные и детализированные экономические модели.

В мировой практике используется несколько направлений экономического анализа последствий политики декарбонизации. Среди них – анализ издержек и выгод (Cost-Benefit Analysis – CBA) [11-13]; оценка экономических эффектов (Economic Impact Analysis – EIA) [14; 15]; анализ эффективности издержек (Cost-Effectiveness Analysis) [16]; анализ издержек и выгод по нескольким направлениям (Multiple Account Benefit-Cost Analysis) [17; 18] и др. Очевидно, что не может быть универсальной методологии. Для каждой задачи следует подбирать самостоятельную комбинацию методических и модельных инструментов с учетом всего социально-экономического контекста [19]. При этом оценка последствий реализации проектов в области декарбонизации чаще всего проводится в рамках следующих основных подходов: CBA, EIA с использованием моделей общего равновесия, EIA на основе метода «затраты-выпуск». Но CBA не учитывает весь спектр прямых и обратных связей, возникающих при взаимодействиях

между секторами экономики, а также вторичное распределение доходов. Модели общего равновесия характеризуются низкой детализацией отраслевой структуры, использованием искусственных баз данных и чрезмерным теоретизированием [20-23]. В то же время использование динамических расчетов на основе методологии «затраты-выпуск» дает возможность реализовать гармоничную интеграцию с базой данных Национального кадастра, описывающей источники выбросов ПГ⁷. Важно также отметить, что, в отличие от моделей общего равновесия, динамические макроструктурные модели на основе таблиц «затраты-выпуск» в большей степени ориентированы на учет страновой специфики, особенно в части межотраслевых взаимодействий.

Следует отметить несколько особенностей проведения анализа последствий политики декарбонизации применительно к России, которые кардинальным образом отличают нашу страну от крупнейших экономик мира.

Во-первых, США, ЕС, Япония, Корея, Китай являются чистыми импортерами углеводородов, поэтому замещение их потребления иными видами энергии позитивно влияет на баланс внешней торговли этих стран. Экономика России в значительной степени опирается на формирование доходов в секторах добычи и переработки ископаемого топлива, и политика декарбонизации уменьшит величину этих доходов, а значит, снизит бюджетные поступления, прибыль бизнеса, а также потенциал их перераспределения внутри национальной экономики. Кроме того, наличие собственных и относительно недорогих энергетических ресурсов является фактором поддержания внутренней конкурентоспособности экономики.

Во-вторых, крупнейшие экономики получают технологическую ренту от распространения низкоэмиссионных решений. В России же подавляющая их часть реализуется с использованием иностранных лицензий и импортного оборудования, а значимый позитивный эффект технологической ренты достигается по большому счету только в отношении атомной энергетики (которую пытаются ликвидировать в некоторых развитых странах).

В-третьих, инвестиции в низкоэмиссионные технологии, конечно, приводят к росту спроса на продукцию фондообразующих секторов и, тем самым, к росту производства в отраслях инвестиционного комплекса и смежных с ними видах деятельности. В то же время капиталоемкость таких решений достаточно высока. Для обеспечения окупаемости инвестиций требуется существенный рост цен на продукцию секторов, осуществляющих инвестиции в декарбонизацию, который затем распространяется по цепочке на продукцию всех отраслей. Например, снижение углеродного следа в электроэнергетике ведет к росту цены электроэнергии, которая потребляется и является элементом формирования себестоимости во всех сферах экономики. Альтернативой является государственное субсидирование цен, но и тут возникают сюжеты с изменением налоговой нагрузки, финансированием дефицита бюджета и т. д. В развитых странах цены уже находятся на относительно высоком уровне, поэтому эффект политики декарбонизации оказывается не столь ощутимым. Но в развивающихся странах, в том числе в России, ситуация иная: из-за относительно низкого уровня цен бизнес и население оказываются намного более чувствительными к подорожанию товаров вследствие внедрения низкоэмиссионных решений. Это обстоятельство означает, что инвестиции в декарбонизацию нельзя воспринимать как «вечный двигатель», разгоняющий экономическую динамику. Их масштабы имеют понятные ограничения со стороны внутреннего потребления (помимо иных факторов, как, например, производственные мощности, доступ к технологиям и др.). В этом смысле инвестиции в декарбонизацию не отличаются от любых других капитальных вложений, осуществляемых за счет средств бизнеса или государства.

⁷ Саяпова А.Р., Широ́в А.А. *Основы метода «затраты-выпуск»: Учебник для вузов. М., МАКС Пресс. 2019. 336 с. DOI 10.29003/m801.978-5-317-06263-7.*

В-четвертых, для развитых стран важным «демпфером» является более высокая трудоемкость низкоэмиссионной экономики (в первую очередь в сфере возобновляемой энергетики), что стимулирует рост занятости и, соответственно, реальных доходов домохозяйств. Но в России на современном этапе развития возникает проблема дефицита трудовых ресурсов, что делает развитие трудоемких производств неактуальным.

Таким образом, задача оценки эффективности сценариев декарбонизации российской экономики, на самом деле, трансформируется в задачу экономико-технологического прогнозирования, в которой в единый комплекс увязаны вопросы влияния отдельных технологий на структуру затрат, параметры производства, выбросы ПГ, необходимые объемы инвестиций и их стоимость для экономики. Последний вопрос является особенно важным, так как возможна ситуация, когда снижение антропогенных выбросов ПГ будет достигнуто за счет неприемлемого экономического ущерба в терминах ВВП, доходов населения и т. д.

Для формирования сценариев социально-экономического развития России с низким уровнем нетто-выбросов ПГ разработан подход на основе межотраслевой макроструктурной модели экономики России, построенной на методологии «затраты-выпуск» и учитывающей все описанные выше особенности процесса декарбонизации в стране, а также обратные связи низкоэмиссионной трансформации на параметры экономики. Данный подход схематически изображен на рис. 1.

В таблице показаны сценарии, различающиеся проводимой политикой в сфере экономики и декарбонизации.

Таблица

Сравнение сценариев социально-экономического развития России с разным уровнем нетто-выбросов ПГ

Сценарий	Инерционный сценарий	Целевой сценарий	Агрессивно-целевой сценарий
Экономическая политика	Политика последнего десятилетия, нацеленная на макроэкономическую стабилизацию	Структурно-технологическая модернизация экономики и рост качества экспорта за счет ускоренного накопления капитала и научно-технологического развития	
Политика декарбонизации	Умеренная	Амбициозная	Высокоамбициозная и ускоренная
Средний темп прироста, 2023-2060 гг., %			
ВВП	1,5	2,6	2,1
Потребление домашних хозяйств	1,2	2,5	2,0
Государственное потребление	1,5	2,2	2,0
Накопление основного капитала	1,6	3,9	3,6
Экспорт	2,9	3,0	3,0
Импорт	3,1	3,8	3,6
Инвестиции в декарбонизацию, % ВВП	1% (до 2060 г.)	1,7% (до 2060 г.)	3,5% (до 2050 г.)
Нетто-выбросы ПГ	+19% за 2021-2050 гг.	-62% к 2050 г. и углеродная нейтральность к 2060 г.	Углеродная нейтральность к 2050 г.
Изменение реальной цены электроэнергии к 2050 г.	-	+20%	+61%

Источник: оценка авторов.

Инерционный сценарий характеризуется консервацией структурных ограничений развития российской экономики, сформировавшихся в последнее десятилетие: низкий уровень эффективности производства и использования трудовых ресурсов, технологическая зависимость от импорта, примитивная структура спроса

населения и т. д. Потенциал роста ВВП в данном случае не превышает 1,5% в год⁸. Инвестиции в декарбонизацию носят умеренный характер. Это позволяет снизить углеродоемкость ВВП, но не абсолютное значение нетто-выбросов ПГ, которые растут почти на 20% к 2050 г.

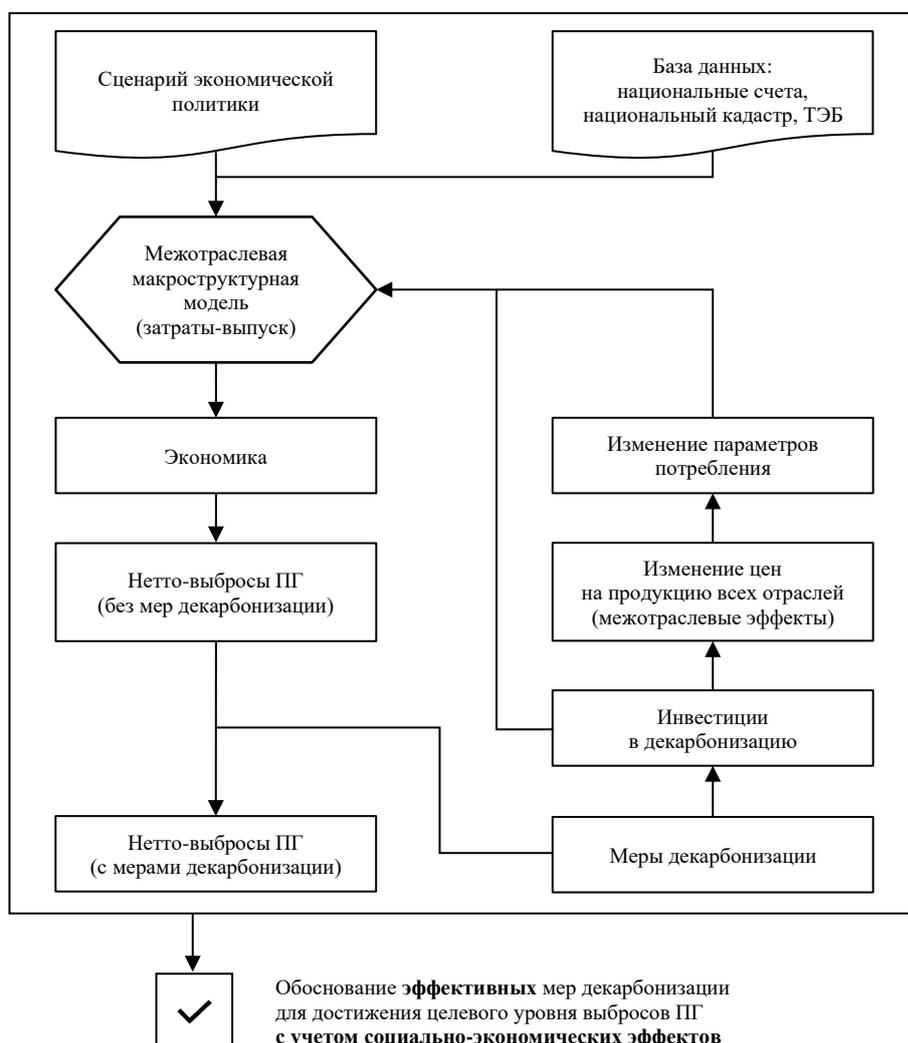


Рис. 1. Схема построения сценариев социально-экономического развития России с низким уровнем нетто-выбросов ПГ

Два альтернативных сценария представляют собой разные вариации Целевого сценария, отличающиеся характером политики декарбонизации. Первостепенной особенностью этих сценариев является активная экономическая политика, нацеленная на структурно-технологическую модернизацию экономики и рост качества экспорта на основе ускоренного накопления капитала и научно-технологического развития и общего усложнения производственных связей. В основе лежит использование потенциала внутреннего рынка с последующим наращиванием вклада

⁸ Потенциальные возможности роста российской экономики: анализ и прогноз. Научный доклад ИНИП РАН / Под ред. члена-корреспондента РАН А.А. Шилова. М., Артис Принт. 2022. 296 с. DOI: 10.47711/sr2-2022.

в экономический рост чистого экспорта. За счет последовательного использования факторов роста создаются условия для его устойчивости в долгосрочной перспективе с постоянным наращиванием качественной компоненты, обеспечивающей рост доли добавленной стоимости в структуре валового выпуска. С одной стороны, рост экономики увеличивает базу формирования выбросов, с другой – сопряжен с повышением эффективности использования первичных ресурсов, что уменьшает ресурсо- и углеродоемкость ВВП, а также высвобождает доходы на реализацию специализированных мероприятий, нацеленных на снижение нетто-выбросов ПГ.

В Целевом сценарии среднегодовой темп прироста ВВП увеличивается до 2,6%, а амбициозная программа декарбонизации объемом в 1,7% ВВП позволяет снизить нетто-выбросы ПГ примерно на 60% к 2050 г. и добиться условий углеродной нейтральности (нулевые нетто-выбросы ПГ) к 2060 г.

Агрессивная версия Целевого сценария направлена (по примеру развитых стран) на более раннее достижение углеродной нейтральности к 2050 г. Однако такой сценарий является в 2 раза более капиталоемким (в части отношения инвестиций в декарбонизацию к ВВП) по сравнению с Целевым сценарием, что негативно сказывается на параметрах потребления. Среднегодовой темп прироста потребления домашних хозяйств сокращается на 0,5 проц. п., государственного потребления – на 0,2 проц. п. Кроме того, декарбонизация отвлекает на себя чрезмерные объемы капиталовложений, что снижает возможности инвестирования на иные (кроме снижения эмиссий) цели, и среднегодовой темп прироста накопления основного капитала сокращается на 0,3 проц. п. Как результат темп прироста ВВП оказывается ниже на 0,5 проц. п. Импорт также снижается вследствие меньшего спроса.

Таким образом, Целевой сценарий является оптимумом между целями социально-экономической и климатической политики.

Количественные характеристики Целевого сценария. Особенность Целевого сценария заключается в том, что период до 2030 г. связан с опережающим ростом реального сектора, который формирует ядро структурно-технологической перестройки российской экономики. В результате при формировании ВВП происходит увеличение доли средне- и высокотехнологичных секторов промышленности, которые, в том числе, создают задел для развертывания в последующий период низкоэмиссионных решений, опирающихся на отечественную базу.

В этой логике цели декарбонизации оказываются подчиненными по отношению к задачам демпфирования внешних рисков и ускорения социально-экономического развития, и абсолютная величина нетто-выбросов ПГ остается практически неизменной вплоть до 2030 г.

Однако в последующем периоде Целевой сценарий предполагает интенсификацию усилий в сфере декарбонизации: к 2040 г. нетто-выбросы снижаются на 21% относительно уровня 2021 г., к 2050 г. – на 62%, к 2060 г. – выходят на нулевой уровень (рис. 2). Изменения объема нетто-выбросов в разных секторах⁹ экономики за 2021–2060 гг. характеризуются следующими величинами: добыча, нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ), трубопроводы – *снижение* на 54%; электростанции – на 39%; строительство и ЖКХ – на 19%; транспорт (кроме трубопроводов) – на 71%; сбор, переработка и утилизация отходов – на 100%; промышленность – *рост* на 13%; сельское хозяйство – на 10%; лесное хозяйство – *рост поглощения* на 174%.

⁹ Номенклатура соответствует постановлению Правительства Российской Федерации от 24.03.2022 г. № 449 «Об утверждении Правил оценки достижения целевых показателей сокращения выбросов парниковых газов...».

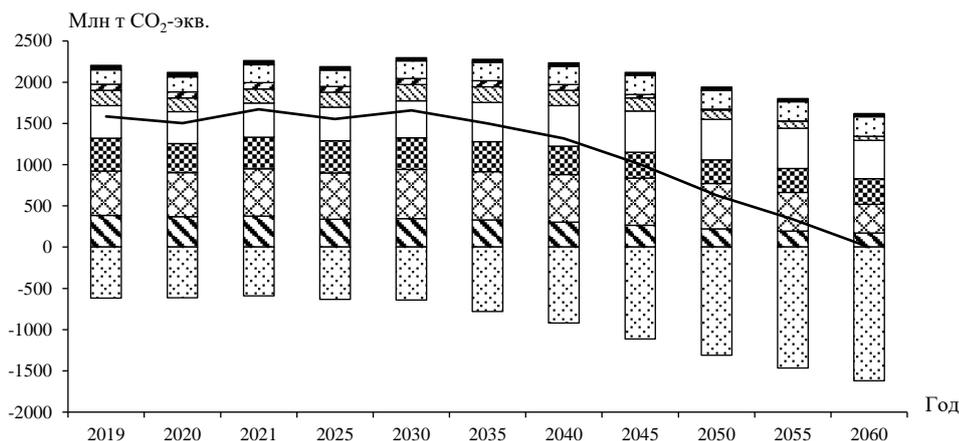


Рис. 2. Динамика и структура нетто-выбросов ПГ в Целевом сценарии:
 ■ добыча, НПЗ, трубопроводы; ▨ электростанции; ▩ строительство и ЖКХ;
 □ промышленность; ▤ транспорт (кроме трубопроводов); ▥ отходы;
 ▦ сельское хозяйство; ▧ лесное хозяйство; ■ прочее; — нетто-выбросы

Источник: оценки авторов.

Таким образом, при решении общей задачи по снижению нетто-выбросов Целевой сценарий все же оставляет маневр для их роста в важных секторах экономики (промышленное производство, сельское хозяйство). При этом акцент делается на наиболее эффективных направлениях (рис. 3, а, б). Около 60% общего снижения нетто-эмиссий за счет специализированных мер приходится на решения с минимальной капиталоемкостью¹⁰ и наличием доступа к основным технологиям и оборудованию (меры М1 на рис. 3); около 25% – со средней капиталоемкостью (М2); около 15% – на наиболее затратные решения, для которых также характерны сложности с технико-технологической обеспеченностью (М3).

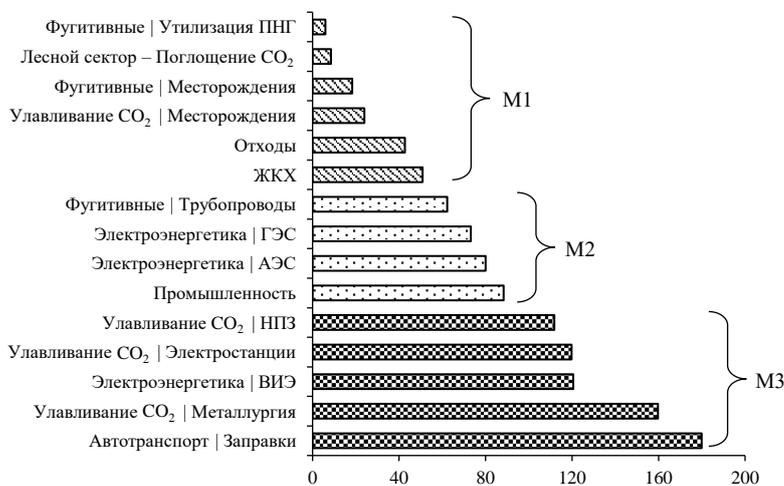


Рис. 3а. Характеристика задействованных мер снижения нетто-выбросов ПГ в Целевом сценарии. Удельные капиталовложения в меры снижения нетто-выбросов ПГ, тыс. руб. (2021)/т CO₂-экв. (за период до 2060 г.)

Источник: оценки авторов.

¹⁰ Капиталоемкость рассчитана как отношение общих инвестиций за весь прогнозный период к сопряженному с ними снижению нетто-выбросов ПГ в 2060 г.

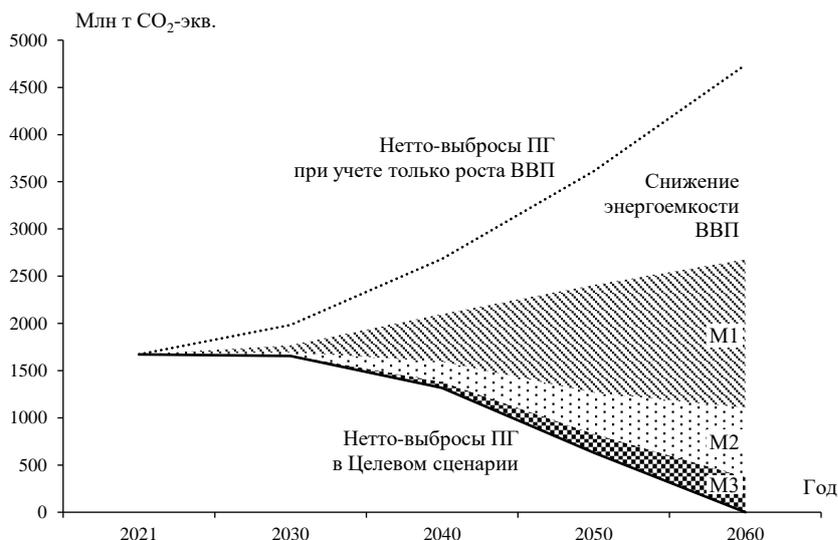


Рис. 3б. Характеристика задействованных мер снижения нетто-выбросов ПГ в Целевом сценарии.
Структура задействованных мер снижения нетто-выбросов ПГ в Целевом сценарии

Источник: оценки авторов.

Подчеркнем, что обозначения М1–3 относятся к мерам снижения нетто-эмиссий, которые носят «дополнительный» характер. В то же время ключевым направлением декарбонизации, безусловно, является повышение эффективности производства и потребления, значительная доля которого является эволюционной и сопряжена с общими тенденциями экономического развития, т. е. не «дополнительная». Эффект от снижения энергоёмкости ВВП соизмерим с эффектом от реализации мер М1 и М2 вместе взятых.

Таким образом, Целевой сценарий задействует приоритетным образом такие специализированные меры, которые являются наименее «болезненными» для экономики с точки зрения финансовой нагрузки и при этом работают на улучшение качества жизни, а также задействуют внутренний производственно-технологический потенциал. Среди них можно выделить: а) повышение ресурсо- и энергоэффективности зданий и сектора ЖКХ (повышение требований для новых зданий и ликвидация фонда неэффективных зданий; проведение энергоэффективного капитального ремонта; модернизация ресурсоснабжающей инфраструктуры; автоматизация центральных тепловых пунктов; установка светодиодных светильников, ламп, систем автоматического управления освещением; модернизация лифтового оборудования; замещение кухонных газовых плит электрическими; установка солнечных панелей на фасады и крыши зданий в бизнес-сегменте, а также солнечных коллекторов для горячего водоснабжения); б) увеличение доли утилизации коммунальных отходов; в) максимизация поглощающей способности экосистем (усиление противопожарной охраны лесов, улучшение защиты лесов от насекомых и вредных организмов, увеличение площади лесовосстановления, предотвращение торфяных пожаров, обеспечение накопления углерода в почвах сельскохозяйственных угодий); г) сокращение фугитивных эмиссий в топливно-энергетическом комплексе (увеличение доли полезного использования попутного нефтяного газа, ликвидация утечек метана на месторождениях углеводородов и трубопроводной инфраструктуре); д) перевод производственных процессов на наилучшие доступные технологии; е) строительство объектов атомной и гидрогенерации.

Энергоемкость ВВП в Целевом сценарии снижается в среднем на 1,6% в год. Это ниже, чем в 2000-2010 гг., однако: а) в прогнозном периоде темп прироста ВВП остается в пределах 3% (тогда как в 2000-е годы его среднегодовое значение составляло 5%, превышая в отдельные годы 8%); б) развитие относительно энергоемких секторов промышленности является составной частью Целевого сценария. Первичное энергопотребление растет к 2030 г. на 7% (относительно 2021 г.); к 2050 г. – на 33%; к 2060 г. – на 45% (рис. 4). Целевой сценарий предполагает сохранение высокой роли важных для России видов энергоресурсов (газ, атомная энергия, нефть), а также создает пространство для развития новых компетенций и производств в сфере возобновляемой энергетики. При этом значительная часть углеводородов потребляется в качестве сырья на неэнергетические нужды: это сопряжено с диверсификацией экономики и не создает эмиссий ПГ при потреблении.

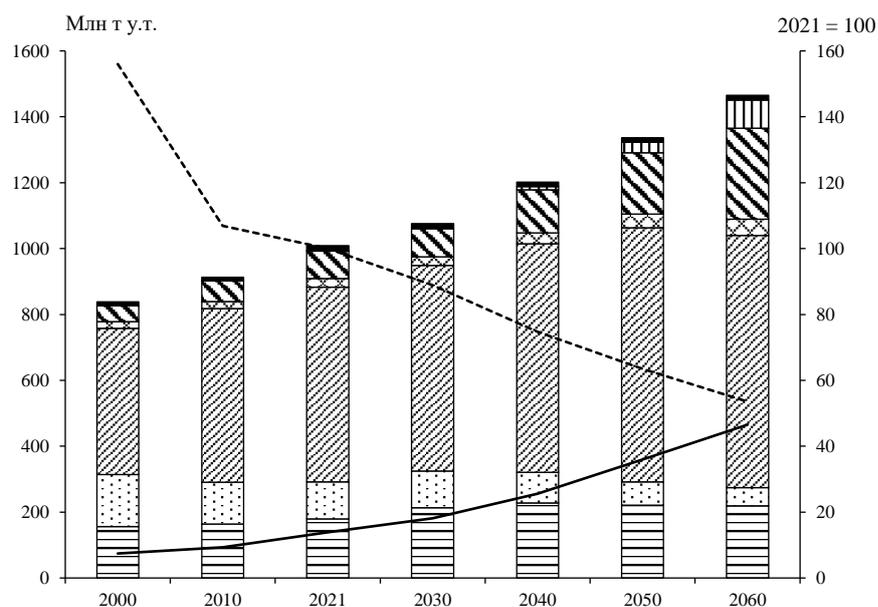


Рис. 4. Динамика и структура потребления первичной энергии в Целевом сценарии:

- ▨ жидкие топлива; ▤ твердые топлива; ▧ газообразные топлива;
- ▩ гидроэнергия; ▣ атомная энергия; ▨ энергия ВИЭ;
- прочая энергия; — углеводороды как сырье; - - - энергоемкость ВВП (правая шкала)

Источник: оценки авторов.

Неотъемлемым элементом Целевого сценария является ускоренный рост электропотребления при одновременном увеличении доли безуглеродной генерации (рис. 5). Электрификация производственных и бытовых процессов, развитие дорожного электротранспорта, перевод железнодорожных составов на электротягу, установка электрических перекачивающих агрегатов на трубопроводы, использование товарного водорода при одновременном низкоэмиссионном способе его производства через электролиз, – все это создает дополнительные существенные объемы спроса на электроэнергию относительно инерционных траекторий социально-экономического развития. В 2021-2030 гг. производство электроэнергии растет умеренно – на 10%, однако к 2050 г. прирост составляет уже около 70%, а к 2060 г. – чуть более 2 раз. При этом доля безуглеродной генерации, которая в 2021 г. составляет 38%, возрастает до 55% в 2050 г. и 74% – в 2060 г.

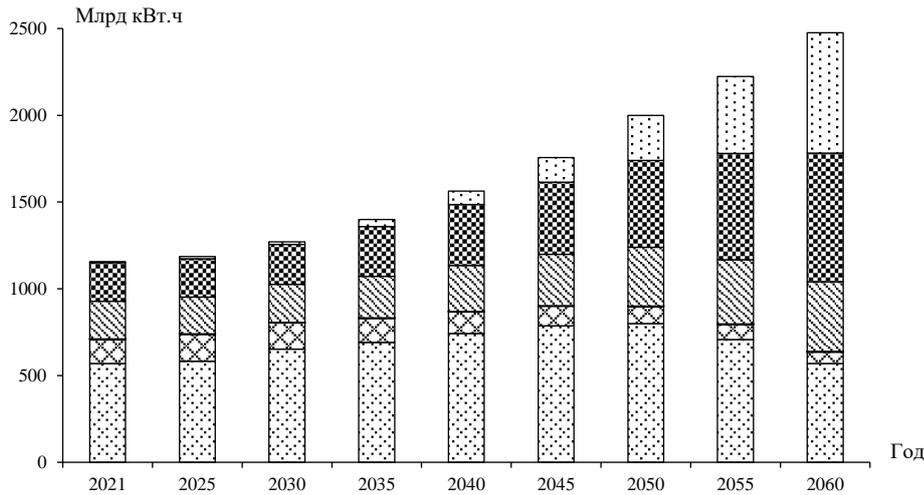


Рис. 5. Динамика и структура производства электроэнергии в Целевом сценарии:
 □ ТЭС – природный газ; ▨ ТЭС – Уголь; ■ ТЭС – прочие топлива;
 ▩ ГЭС; ▤ АЭС; ▧ ВИЭ

Источник: оценки авторов.

Общий объем специализированных затрат на снижение нетто-выбросов ПГ до 2060 г. в рамках Целевого сценария оценивается в 147 трлн руб. в ценах 2021 г. (рис. 6). Задействование «затратных» технологий (меры М2–3) в более поздние этапы создает возможность и дает время для развития необходимых производственных и инфраструктурных мощностей и компетенций в стране.

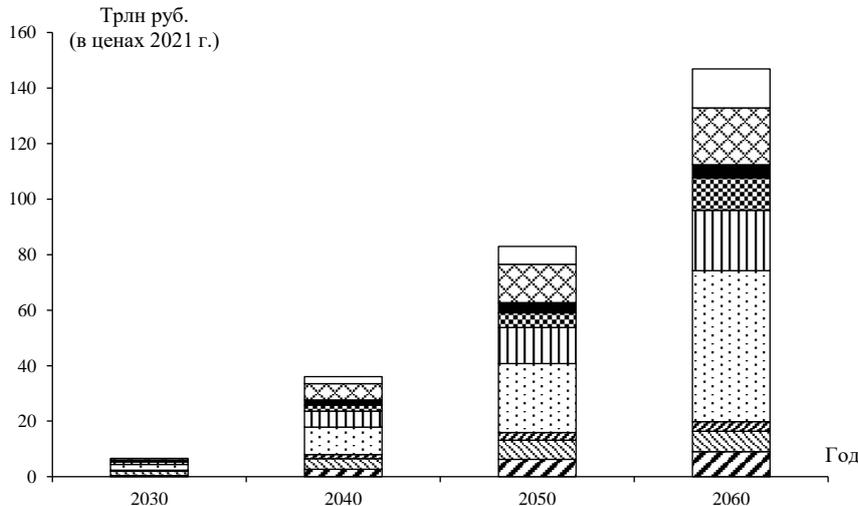


Рис. 6. Объем инвестиций в специализированные меры снижения нетто-эмиссий ПГ, накопленным итогом:

- поставка водорода; ▨ промышленность – низкоэмиссионные технологии;
- добыча и трубопроводы – фугитивные выбросы; ▤ улавливание CO₂;
- ▩ автотранспорт – заправочная инфраструктура;
- ▧ электроэнергетика – безуглеродная генерация;
- ▤ ЖКХ – электрификация и энергоэффективность; ▨ отходы – утилизация;
- ▧ лесной сектор – поглощение CO₂

Источник: оценки авторов.

Следует понимать, что наиболее значительная часть инвестиций (37%) приходится на развитие безуглеродной генерации электроэнергии. В то же время в силу динамичного роста электропотребления и в соответствии с общей логикой сценария новые безуглеродные мощности в первую очередь обеспечивают новый спрос, во вторую – замещают угольную генерацию. Объем производства электроэнергии на основе природного газа в 2060 г. сопоставим с современными значениями, а в 2030-2050 гг. даже превышает их.

Другие значимые элементы капитальных затрат: заправочная инфраструктура для электрического и водородного дорожного транспорта (15%); низкоэмиссионные технологии в промышленности (14%); обеспечение поставок водорода (10%), создание инфраструктуры улавливания CO₂ (8%). Меры М1 требуют только 17% общего объема специализированных (направленных на снижение нетто-эмиссий ПГ) инвестиций.

Заключение. Шоки, связанные с санкционной политикой развитых стран, существенно изменили факторы роста, которые оказывали влияние на динамику российской экономики в течение последних трех десятилетий. В этих условиях для устойчивого развития экономики нашей страны необходимо разрабатывать и реализовывать эффективную стратегию структурно-технологической модернизации. Для решения этой задачи должны быть проанализированы возможности структурного маневра экономики на основе имеющихся ресурсов с учетом реально существующих ограничений развития. Именно в этом контексте и следует рассматривать климатическую политику. По сути, речь идет о дополнительном измерении политики модернизации с соответствующими инструментами управления и финансирования. Интеграция климатических решений в общий контур экономической стратегии может и должна приносить вполне очевидный макроэкономический и социальный эффекты.

Одновременно с этим эффективная климатическая политика должна стать важным аргументом России на мировой арене, который позволит влиять на решения в области глобальной климатической повестки, а также – в более широком контексте – торгово-экономических переговоров. Это особенно важно в настоящее время, когда проводятся попытки изолирования нашей страны и выдавливания ее из мировой экономической повестки.

Интеграция климатической повестки в общую экономическую стратегию предполагает повышение качества оценок возникающих эффектов. В связи с этим особое внимание должно уделяться совершенствованию методологической и инструментальной компонент таких оценок, а также задействованию широкого диапазона доступных данных о взаимодействии климата и экономики за счет исследований в естественно-научных дисциплинах. Важным направлением дальнейшего расширения системы расчетов должны стать показатели, связанные с развитием «зеленых» финансов и экономических аспектов адаптации к изменению климата.

Литература / References

1. Башмаков И.А. Стратегия низкоуглеродного развития российской экономики // Вопросы экономики. 2020. № 7. С. 51-74. URL: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2020-7-51-74>. [Bashmakov I.A. Russian low carbon development strategy // Voprosy Ekonomiki. 2020. No. 7. Pp. 51-74. (In Russ.)]
2. Гайда И., Грушевенко И. Сценарии декарбонизации в России. Центр энергетики Московской школы управления SKOLKOVO. Март 2020. URL: <https://esg-library.mgimo.ru/publications/stsenarii-dekarbonizatsii-v-rossii/> [Gajda I., Grushevenko I. Scenarii dekarbonizatsii v Rossii. Centr e'nergetiki Moskovskoj shkoly` upravleniya SKOLKOVO. Mart 2020. (In Russ.)]
3. Romanovskaya A.A., Korotkov V.N., Polunina P.D., Trunov A.A., Vertyankina V.Yu., Karaban R.T. Greenhouse Gas Fluxes and Mitigation Potential for Managed Lands in the Russian Federation // Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. 2020. Vol. 25. Issue 4. Pp. 661-687. URL: <https://doi.org/10.1007/s11027-019-09885-2>
4. Лукина Н.В., Барталев С.А., Еришов Д.В., Курбатова Ю.А., Курганова И.Н., Шанин В.Н., Козлов Д.Н., Горнов А.В., Данилова М.А., Тебенькова Д.Н. Разработка национальной системы мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов в наземных экосистемах России. Презентация на конференции «Углерод

- в наземных экосистемах: мониторинг. Реализация ВИП ГЗ «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ». Москва. 15 февраля 2023 г. URL: https://youtu.be/DxZuNCmgn_Q. [Lukina N.V., Bartalev S.A., Ershov D.V., Kurbatova Yu.A., Kurganova I.N., Shanin V.N., Kozlov D.N., Gornov A.V., Danilova M.A., Teben'kova D.N. Razrabotka nacional'noj sistemy` monitoringa pulov ugleroda i potokov parnikovyykh gazov v nazemnykh e`kosistemax Rossii. Prezentaciya na konferencii «Uglerod v nazemnykh e`kosistemax: monitoring. Realizaciya VIP GZ «Edinaya nacional'naya sistema monitoringa klimaticheski aktivnykh veshchestv». Moskva. 15 fevralya 2023 g. (In Russ.)]
5. Van de Ven D.J., Mittal S., Gambhir A. et al. A Multimodel Analysis of Post-Glasgow Climate Targets and Feasibility Challenges // *Nature Climate Change*. 2023. Vol. 13. Pp.570-578. URL: <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01661-0>
 6. IEA. *World Energy Outlook 2022*. URL: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>
 7. McKinsey. *The Net-Zero Transition: What It Would Cost, What It Could Bring*. 2022. URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/the-net-zero-transition-what-it-would-cost-what-it-could-bring>
 8. DeAngelo J., Azevedo I., Bistline J. et al. Energy Systems in Scenarios at Net-Zero CO₂ Emissions // *Nature Communications*. 2021. Vol. 12. URL: <https://doi.org/10.1038/s41467-021-26356-y>
 9. Ou Y., Roney C., Alsalam J. et al. Deep Mitigation of CO₂ and Non-CO₂ Greenhouse Gases Toward 1.5 °C and 2 °C Futures // *Nature Communications*. 2021. Vol. 12. URL: <https://doi.org/10.1038/s41467-021-26509-z>
 10. Way R., Mealy P., Farmer J. D. Estimating the Costs of Energy Transition Scenarios Using Probabilistic Forecasting Methods // *INET Oxford Working Paper*. No. 2021-01. URL: https://www.inet.ox.ac.uk/files/energy_transition_cost_INET_working_paper_with_SII.pdf
 11. *Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects* European Commission, 2014. URL: https://ec.europa.eu/regional_policy/en/information/publications/guides/2014/guide-to-cost-benefit-analysis-of-investment-projects-for-cohesion-policy-2014-2020
 12. Belli P., Anderson J., Barnum H., Dixon J., Tan J.-P. *Handbook on Economic Analysis of Investment Operations*. Washington, D.C., World Bank. 1998. URL: <https://www.adaptation-undp.org/sites/default/files/downloads/handbookea.pdf>
 13. Ivanova G., Rolfe J. Using Input-Output Analysis to Estimate the Impact of a Coal Industry Expansion on Regional and Local Economies // *Impact Assessment and Project Appraisal*. 2011. Vol. 29. Pp. 277-288. URL: <https://doi.org/10.3152/14615511X12959673795840>
 14. Gunton T., Gunton C., Joseph C., Pope M. *Evaluating Methods for Analyzing Economic Impacts in Environmental Assessment*. School of Resource and Environmental Management, Simon Fraser University. 2020. URL: https://www.sshrc-crsh.gc.ca/society-societe/community-communite/ifca-iac/evidence_briefs-donnees_probantes/environmental_and_impact_assessments-evaluations_envirnementales_et_impacts/gunton-eng.aspx
 15. *Socio-Economic Impact Analysis of Alaska LNG Project*. NERA Consulting. June 2014. URL: https://www.nera.com/content/dam/nera/publications/2014/PUB_Alaska_LNG_0614.pdf
 16. Jarosinski K. Cost-Effectiveness Analysis (CEA) of Public Investment Projects // *European Research Studies Journal*. 2021. Vol. XXIV. Pp. 769-786. DOI: 10.35808/ersj/2500
 17. *Economic and Environmental Principles and Guidelines for Water and Related Land Resources Implementation Studies*. U.S. Water Resource Council. 1983. URL: <https://catalog.hathitrust.org/Record/011334836>
 18. Ministry of Agriculture and Lands Government of BC. *Guidelines for Socio-Economic and Environmental Assessment (SEEA). Land Use Planning and Resource Management Planning*. 2007. URL: https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/natural-resource-use/land-water-use/crown-land/land-use-plans-and-objectives/policies-guides/archive/seea_guidelines_lup_rmp.pdf
 19. Wilson L. Riding the Resource Roller Coaster: Understanding Socioeconomic Differences between Mining Communities // *Rural Sociology*. 2009. Vol. 69. Pp. 261-281. DOI: 10.1526/003601104323087606
 20. Grassini M. Rowing along the Computable General Equilibrium Modelling Mainstream // *Studies on Russian Economic Development*. 2009. Vol. 20. No. 2. Pp. 134-146. URL: <https://doi.org/10.1134/S1075700709020026>
 21. Petersen T.W. An Introduction to CGE Modeling and an Illustrative Application to Eastern European Integration with the EU. DREAM Working Paper Series, Danish Rational Economic Agents Model, DREAM. 1997. No. 199701.
 22. Heckman J., Hansen L. The Empirical Foundations of Calibration // *Journal of Economic Perspectives*. 1996. Vol. 10. Pp. 87-104. DOI: 10.1257/jep.10.1.87
 23. McKittrick R.R. The Econometric Critique of Computable General Equilibrium Modeling: the Role of Functional Forms // *Economic Modelling*. 1998. Vol. 15 (4). Pp. 543-573



Статья поступила в редакцию 31.05.2023. Статья принята к публикации 22.06.2023.

Для цитирования: А.А. Широ, А.Ю. Колпаков. Целевой сценарий социально-экономического развития России с низким уровнем нетто-выбросов парниковых газов до 2060 года // *Проблемы прогнозирования*. 2023. № 6 (201). С. 53-66.
DOI: 10.47711/0868-6351-201-53-66

Summary

TARGET SCENARIO OF LOW GREENHOUSE GAS EMISSIONS SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF RUSSIA FOR THE PERIOD UNTIL 2060

A.A. SHIROV, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Institute of Economic Forecasting, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

ORCID: 0000-0003-0806-9777, Scopus Author ID: 16234922500

A.Yu. KOLPAKOV, Cand. Sci. (Econ.), Institute of Economic Forecasting, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

ORCID: 0000-0003-4812-4582, Scopus Author ID: 55039903300

Abstract: The article considers methodological and practical issues of assessing the effects of measures aimed at reducing greenhouse gas emissions in the context of development and implementation of a strategy of Russia's socio-economic development. The authors substantiate the relevance of investments in decarbonization measures, as well as the associated benefits (demand for the products of fund-creating industries) and costs (price increases and negative consumer reaction). The target scenario of low greenhouse gas emissions socio-economic development of Russia is based on a predictive and analytical toolkit based on the input/output method and on the database of the National Inventory of Anthropogenic Emissions. The target scenario combines an active economic policy with ambitious actions towards reducing net emissions: within the scenario, the average annual growth rate of Russia's GDP is 2.6% and carbon neutrality is achieved by 2060. A more aggressive scenario of ensuring carbon neutrality by 2050 is characterized by significantly worse indicators of economic efficiency.

Keywords: socio-economic development, climate policy, greenhouse gases, carbon dioxide, emissions, energy, scenarios, input/output, LULUCF.

Received 31.05.2023. Accepted 22.06.2023.

For citation: A.A. Shirov, A.Yu. Kolpakov. Target Scenario of Low Greenhouse Gas Emissions Socio-Economic Development of Russia for the Period until 2060 // Studies on Russian Economic Development. 2023. Vol. 34. No. 6. Pp. 758-768.

DOI: 10.1134/S1075700723060151