

ДОЛГОСРОЧНЫЕ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ И ВЫГОДЫ РОССИИ ОТ НИЗКОУГЛЕРОДНОГО РАЗВИТИЯ МИРА И ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ*

МАЛАХОВ Владимир Александрович, к.э.н., marojuve@yandex.ru, Институт энергетических исследований Российской академии наук, Москва, Россия
ORCID: 0000-0003-0892-6636. Scopus Author ID: 7007074849

НЕСЫТЫХ Кирилл Владиславович, compnet07@mail.ru, Институт энергетических исследований Российской академии наук, Москва, Россия

В статье исследуются долгосрочные мультипликативные эффекты низкоуглеродного развития внешних рынков и энергетики России. На основе сценарного подхода оценивается чувствительность прогнозной динамики экономики РФ к возмущениям ключевых параметров ТЭК. Расчеты на межотраслевой модели показали, что торможение мирового спроса на энергоресурсы вместе со снижением инвестиций в топливных отраслях и ускоренным удорожанием электроэнергии способно замедлить развитие экономики. Это замедление не столь критично, поскольку отчасти компенсируется увеличением капиталовложений в электроэнергетике и ростом энергоэффективности производства в стране при низкоуглеродном развитии.

Ключевые слова: мультипликативный эффект, низкоуглеродное развитие, сценарий развития экономики, топливно-энергетический комплекс, ВВП, межотраслевая модель.

DOI: 10.47711/0868-6351-193-55-67.

Топливо-энергетический комплекс (ТЭК) России является системообразующим сектором экономики, от развития которого зависят объемы и стоимость энергопотребления, производственная и инвестиционная активность в отраслях экономики, значительная часть доходов государственного бюджета, валютные поступления и, следовательно, динамика обменного курса рубля и инфляция в стране. Поэтому эффекты от низкоуглеродного развития энергетических рынков и ТЭК России имеют долгосрочный народнохозяйственный мультипликативный характер. Они включают прямой и макроэкономический (косвенный) эффекты, причем величина макроэкономического эффекта может в разы превышать аналогичный показатель прямого [1]. Прямой эффект связан с изменением добавленной стоимости отраслей ТЭК на всем горизонте прогнозирования при изменении выручки от экспорта топлива и коррекции их инвестиционной политики. Макроэкономический эффект обусловлен изменением масштабов конечного спроса и соответствующего производства в стране вследствие перемен в производственной и инвестиционной активности в отраслях ТЭК и удорожания энергии на внутреннем рынке.

Постановка и методика исследований. Теорию мультипликативных эффектов в экономике начали развивать Р. Кан [2] и Дж.М. Кейнс [3], который выделил мультипликаторы доходов и инвестиций [4]. Заметный вклад в фундамент развития теории мультипликативных эффектов также внесли Дж.М. Кларк [5], П. Самуэльсон [6] и другие экономисты. На современном этапе развития экономической науки отдельно рассматривают мультипликаторы изменения конечного потребления в экономике и инвестиций в различных отраслях. В первой группе наибольшее внимание уделяется мультипликаторам доходов и расходов государственного бюджета (фискальным [7; 8]). Что касается мультипликаторов инвестиций, то в последнее время главное внимание приковано к инвестициям в «зеленую» энергетику [9] и низкоуглеродное развитие [10] (так называемый энергопереход [11; 12]).

* В статье описываются результаты исследования, выполненного при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 21-79-30013 от 17.03.2021).

Основными инструментами исследований фискальных мультипликаторов в мире являются векторные авторегрессионные модели (VAR-модели) [13; 14] и динамические стохастические модели общего равновесия (DSGE-модели) [15]. При этом VAR-модели получили более широкое применение [16]. Однако использование VAR-моделей оправдано при наличии длинных ретроспективных статистических рядов с устойчивыми зависимостями в условиях стабильно развивающейся экономики с низкой инфляцией и устойчивой стоимостью капитала (ключевыми ставками). Когда развитие экономики имеет нестабильный характер, более эффективными, как правило, являются оценки, полученные с помощью DSGE-моделей [7].

При исследовании инвестиционных мультипликаторов в мире также активно используются как VAR-модели [9], так и модели общего равновесия, причем среди последних широко востребованы модели межотраслевого баланса (которые относят к вычислимым моделям общего равновесия, CGE-моделям [17]). При этом могут использоваться как самодостаточные межотраслевые модели [18; 19], так и те, что являются блоками (модулями) общих модельно-информационных комплексов (как, например, Macroeconomic Activity Module – часть известной американской модельной системы NEMS [20]).

В России в последнее десятилетие увеличилось число исследований народнохозяйственных мультипликативных последствий как фискальных [21; 22], так и производственных [23] и инвестиционных возмущений [24] в экономике. Среди них значительный интерес вызывают прогнозные оценки макроэкономических последствий низкоуглеродного развития отечественных отраслей и внешних энергетических рынков [24; 25]. Основным методическим инструментом в этих исследованиях является межотраслевой баланс (МОБ) (в частности, отчетные таблицы «затраты – выпуск»), который позволяет учесть не только прямые, но и косвенные эффекты изменений объемов производства и инвестиций в отраслях, а также оценить перемены в структуре формирования доходов в экономике.

Результаты этих исследований нашли достаточно широкий отклик среди экспертов. Однако нередко оценки различных мультипликаторов, полученные зарубежными [9] и отечественными [23; 24] специалистами, используются другими исследователями в качестве ориентиров и даже эталонных значений при обосновании своей или критике другой точки зрения на перспективы экономики нашей страны, в частности, на возможности низкоуглеродного ее развития [26]. Для исследований долгосрочных перспектив развития экономики России такой подход представляется неприемлемым.

Во-первых, значения мультипликаторов, полученные для других стран или в целом для мировой экономики, некорректно использовать в качестве эталона для России. При этом не учитываются межстрановые различия климатических условий, длины среднего транспортного плеча (между точками производства и потребления продуктов); особенности налоговых систем, систем управления и администрирования, отраслевой структуры экономики; различия технологического уровня производства в отраслях, уровня жизни и дифференциации населения по доходам, потребительских предпочтений населения и многих других параметров. Эти различия могут оказывать существенное влияние на оценки мультипликативных эффектов в экономике.

Во-вторых, при указанном подходе не учитывается фактор времени, поскольку для долгосрочных прогнозных оценок в качестве ориентиров принимаются значения мультипликаторов, полученные на основе отчетных данных: либо при использовании VAR-моделей с выявлением ретроспективных статистических рядов с устойчивыми зависимостями, либо при использовании отчетных матриц МОБ за конкретный год или ретроспективный период [22; 23]. Иначе говоря, расчет ведется в фиксированной ретроспективной структуре экономики.

Но макроэкономические последствия сценариев низкоуглеродного развития носят долгосрочный характер. Возможная реализация этих сценариев не только подразумевает, но и предполагает повлечь за собой значительные изменения, как в отраслевой структуре всей экономики России, так и в технологическом уровне и продуктовой структуре производства большинства ее отраслей.

Многие отечественные исследователи признают, что даже при поступлении более свежих статистических данных их методика и количественные оценки применимы только на краткосрочную перспективу, когда система макроэкономических и межотраслевых связей и уровни отраслевых издержек относительно стабильны, а их слабые изменения не могут заметно сказаться на результатах расчета мультипликативного эффекта.

Проблему оценки таких эффектов в условиях изменения структуры экономики на длительном интервале времени можно решить только путем разработки сценариев развития экономики страны на долгосрочную перспективу с использованием соответствующих модельно-информационных средств. По нашему мнению, VAR-модели для этого не подходят, поскольку для прогнозных расчетов на них необходимо, чтобы используемое ретроспективное плечо было минимум в два раза длиннее прогнозного периода. Когда исследуются перспективы низкоуглеродного развития экономики страны или отдельных ее секторов, то обычно рассматривают период до 2050-2060 гг., это значит, что использование VAR-моделей потребовало бы наличие, по крайней мере, 80-летней ретроспективы с множеством устойчивых взаимосвязей между разнородными показателями экономики для их использования в регрессионных уравнениях. Ни в одной стране (в том числе России) не наблюдалось столь долгого стабильного развития экономики.

Межотраслевой характер мультипликативных эффектов обуславливает целесообразность использования межотраслевых моделей для их исследований. Необходимость максимально полного учета большого количества прямых и косвенных межотраслевых связей и факторов в исследовании, по сути, означает формирование при помощи моделей комплексного прогноза социально-экономического развития страны. При этом для оценки мультипликативных эффектов низкоуглеродного развития внешних рынков и энергетики России необходимо формировать минимум два сценария развития экономики на долгосрочную перспективу. Первый (опорный) сценарий либо не должен предусматривать каких-либо последствий низкоуглеродного развития, либо предполагать инерционную, сложившуюся в ретроспективе, его динамику. Второй сценарий, как правило, формируется заданием возмущений на результаты расчетов, полученные в опорном сценарии, и должен включать параметры изменения конъюнктуры внешних энергетических рынков и инвестиционной привлекательности отраслей экономики России из-за их форсированного низкоуглеродного развития. В результате мультипликативный эффект определяется путем сравнения расчетных значений ключевых показателей отечественной экономики по двум сценариям.

Аналогичная методика используется в Институте народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук (ИНП РАН). При этом в исследованиях перспектив низкоуглеродного развития нашей страны рассматривается несколько сценариев развития отечественной экономики [25; 27], отличающихся перечнем мер по снижению выбросов парниковых газов (ПГ) и объемами инвестиций в декарбонизацию. В частности, в одном из исследований ИНП РАН [25] рассматриваются три сценария: «базовый», «разумный» и «агрессивный». Базовый сценарий нацелен на достижение устойчивых высоких (выше среднемировых) темпов экономического роста в России. Он опирается в основном «на реализацию ресурсного потенциала России и ограниченную технологическую модернизацию экономики (за счет финансирования технологического импорта)», в нем предполагается инерционная динамика роста энергоэффективности экономики. Базовый сценарий не

позволяет добиться соблюдения условий Парижского соглашения относительно вклада России в снижение эмиссии ПГ (ее сдерживание на уровне 70-75% объема эмиссии в 1990 г.). Разумный сценарий ориентирован на соблюдение Парижского соглашения за счет максимального использования внутреннего потенциала российской экономики, ее структурно-технологической модернизации и роста эффективности, повышения качества и уровня жизни населения. Главной целью агрессивного сценария является форсированное сокращение выбросов ПГ в России в рамках общемировой парадигмы недопущения роста глобальной температуры к концу века более чем на 1,5°C, без оглядки на возможные последствия для устойчивого развития экономики. В нем предусматриваются жесткие меры по снижению эмиссии ПГ: сокращение экспорта углеводородов на 90%, введение налога на выбросы ПГ, переход энергетики на доминирование ВИЭ и сокращение доли углеводородов в ее топливной структуре до 15%, сокращение поголовья крупного рогатого скота в два раза, изменение рациона питания населения и ряд других.

Согласно исследованиям ИНП РАН, сценарий агрессивного снижения эмиссии ПГ в России требует громадных инвестиций, несмотря на это среднегодовые темпы прироста ВВП в указанном сценарии заметно ниже мировых (падают до 1,3%). Он несовместим с устойчивым догоняющим экономическим ростом из-за сворачивания нефтегазового комплекса страны, чрезмерного удорожания энергии [25] и сдерживания динамики потребления населения [27]. С позиции ИНП РАН, критически важным условием повышения энергоэффективности (и, тем самым, снижения углеродоемкости) экономики является поддержание высоких (не ниже 3% в год) темпов экономического роста путем стимулирования спроса в стране и модернизации производственных фондов. Таким образом, наиболее эффективны так называемые умеренные сценарии, обеспечивающие наряду со снижением эмиссии ПГ темпы экономического роста выше среднемировых.

Инструментом исследований в ИНП РАН является комплекс макроструктурных моделей, ядро которого – динамическая межотраслевая равновесная модель российской экономики RIM (Russian Interindustry Model) [28], изначально построенная на базе программных средств проекта INFORUM (Мэрилендский университет, США) [18]. Структурной основой модели является совокупность межотраслевых и эконометрических полилинейных (квазилинейных) соотношений, причем в состав последних входит и ряд поведенческих регрессионных уравнений. В текущем варианте эта модель дополнена расширенной версией расчетного энергетического баланса и блоком управления нетто-выбросами ПГ.

В настоящей работе для формирования опорного сценария развития экономики (не предусматривающего форсированного низкоуглеродного развития) в отраслевом разрезе использована разработанная в ИНЭИ РАН оригинальная оптимизационная нелинейная межотраслевая модель МЭНЭЖ [1; 29] с более подробным описанием энергетических отраслей и продуктов. При этом в качестве целевых ориентиров (ограничений) для макроэкономических и отраслевых показателей в расчетах принимались уровни, предусмотренные в прогнозных сценариях, разработанных Министерством экономического развития Российской Федерации (МЭР). Ключевыми экзогенными параметрами МЭНЭЖ являются коэффициенты удельного промежуточного потребления продуктов в отраслях, векторы продуктовой структуры капитальных затрат отраслей и конечного потребления населения и госучреждений. Однако при формировании опорного сценария главной целью являлся поиск таких перспективных значений этих ключевых параметров модели, которые позволяют достичь прогнозных целевых уровней макроэкономических и отраслевых показателей, предусмотренных в прогнозах

МЭР, т.е. указанные экзогенные параметры модели, по сути, становились искомыми переменными. Таким образом, для формирования опорного сценария модель МЭНЭК была верифицирована не только на ретроспективных отчетных данных Росстата, но и на прогнозных показателях экономики, разработанных МЭР.

Результаты прогнозной верификации модели МЭНЭК послужили отправной точкой для исследования возможных макроэкономических последствий ускоренного (относительно ретроспективных тенденций) низкоуглеродного развития мира и ТЭК России. В качестве оценки этих последствий рассматривалась чувствительность расчетных показателей экономики к задаваемым возмущениям ключевых параметров развития ТЭК. В настоящей работе такими управляющими возмущениями явились сценарные различия в прогнозных значениях следующих показателей:

- экспортные объемы и цены на вывозимые из страны энергоресурсы: нефть, моторные топлива, газ (включая СПГ), уголь;
- объемы капиталовложений в отраслях ТЭК;
- индексы цены электроэнергии на внутреннем рынке;
- изменение перспективных объемов электро- и энергосбережения во всех отраслях экономики (не только отраслях ТЭК).

В результате чувствительность макроэкономических и отраслевых показателей определялась путем сравнения их расчетных значений, полученных при задаваемых возмущениях, с соответствующими уровнями, определенными в опорном сценарии. При этом должны были учитываться объективные возможности рационального реагирования субъектов экономики на ценовые и инвестиционные воздействия со стороны ТЭК. Для этих целей использовалась другая разработанная в ИНЭИ РАН межотраслевая имитационная многоагентная модель MEMMAS [30], которая построена на совмещении концепции поведенческого моделирования и методики межотраслевого баланса. В модели MEMMAS в рамках межотраслевого баланса развитие экономики описывается как процесс функционирования и взаимодействия крупномасштабных ее агентов (отраслей), способных принимать решения в условиях резких изменений ключевых факторов развития.

Результаты исследования. В настоящей работе в качестве целевых ориентиров для опорного сценария использовались основные параметры консервативного варианта социально-экономического развития страны на период до 2024 г., опубликованного на сайте МЭР 24 апреля 2021 г. [31]. Для прогнозного периода 2025-2035 гг. использовались параметры базового варианта долгосрочного «Прогноза социально-экономического развития России на период до 2036 года», (размещен на сайте МЭР 28 ноября 2018 г. [32]). За пределами 2035 г. (2036-2050 гг.) макроэкономические и отраслевые показатели были ориентированы на уровни, полученные путем линейной пролонгации значений долгосрочного прогноза МЭР.

Основные показатели опорного сценария развития экономики России, определенные при прогнозной верификации модели МЭНЭК, приведены в табл. 1.

Для опорного сценария в ИНЭИ РАН были сформированы параметры перспективного развития отраслей ТЭК России (табл. 2), которые не совпадают с соответствующими значениями в сценариях МЭР. Эти параметры были рассчитаны на созданном в ИНЭИ РАН модельно-информационном комплексе SCANNER [33], включающем как блоки прогнозирования мировой энергетики, так и блоки прогнозирования энергопотребления в стране и развития российских отраслей ТЭК.

Опорный сценарий не предполагает проведение активной низкоуглеродной политики в мире и России. Ее интенсификация неизбежно приведет к изменениям приведенных в табл. 2 ключевых параметров развития ТЭК. В ИНЭИ РАН были получены оценки этих изменений (табл. 3).

Таблица 1

Основные показатели опорного сценария развития экономики

Показатель	2021-2025 г.	2026-2030 г.	2031-2035 г.	2036-2040 г.	2041-2045 г.	2046-2050 г.	2021-2050 г.
ВВП, %							
прирост за период	14,6	17,2	15,8	15,9	15,9	15,9	142,4
среднегодовой темп прироста	2,8	3,2	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Инвестиции в основной капитал, %							
прирост за период	22,4	20,7	21,2	18,2	17,6	17,0	191,1
среднегодовой темп прироста	4,1	3,8	3,9	3,4	3,3	3,2	3,6
Реальные располагаемые доходы населения, %							
прирост за период	11,0	13,2	13,9	14,7	14,8	14,8	116,5
среднегодовой темп прироста	2,1	2,5	2,6	2,8	2,8	2,8	2,6
Промышленное производство, %							
прирост за период	13,5	15,6	14,6	14,7	15,3	15,6	129,6
среднегодовой темп прироста	2,6	2,9	2,8	2,8	2,9	2,9	2,8
Индекс потребительских цен среднегодовой, %	4,3	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
	2025 г.	2030 г.	2035 г.	2040 г.	2045 г.	2050 г.	
Курс доллара (среднегодовой), руб./долл. США	74,38	78,19	78,80	79,10	79,50	79,89	

Источник: расчеты авторов.

Таблица 2

Основные параметры развития отраслей ТЭК и объемы энергосбережения в стране в опорном сценарии

Показатель	2025 г.	2030 г.	2035 г.	2040 г.	2045 г.	2050 г.
Экспорта						
Нефть, млн. т	269,6	279,0	289,4	297,7	300,1	280,6
Автобензин + Дизельное топливо + Мазут, млн. т	107,9	108,0	78,3	62,4	59,1	57,6
Газ (включая СПГ), млрд. куб. м	307,8	332,5	347,2	347,5	331,0	323,0
Уголь, млн. т	210,1	201,9	187,7	172,5	162,0	149,0
Средневзвешенных цен экспорта российского топлива						
Нефть, долл./т	533,7	611,2	676,6	750,0	795,0	857,8
Нефтепродукты (по корзине), долл./т	802,8	928,1	1065,4	1272,1	1336,0	1467,2
Газ (включая СПГ), долл./тыс. куб. м	246,0	301,3	361,3	394,0	419,7	428,1
Уголь, долл./т	87,9	97,2	105,6	114,3	123,6	133,5
Годовых капиталовложений отраслей ТЭК, млрд. долл. 2019 г.						
Нефтедобыча	21,1	37,5	39,8	41,4	37,8	30,0
Газовая промышленность, всего	29,6	32,4	25,2	24,1	26,8	25,7
Угольная промышленность	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5
Электроэнергетика	10,5	14,7	19,9	22,7	23,8	22,4
Индекса номинального роста цены электроэнергии относительно уровня 2020 г.*, %	122,3	156,1	198,0	255,1	312,8	378,3
Индекса реального роста цены электроэнергии относительно уровня 2020 г.*, %	99,5	104,6	109,2	115,6	116,5	115,8
Технологического и структурного энергосбережения в экономике, млн. т у.т.	83,2	234,8	416,1	628,7	872,1	1155,2
Технологического и структурного электросбережения в экономике, млрд. кВт.ч	79,2	221,2	382,2	577,6	810,3	1084,0

* Индекс розничной цены на внутреннем рынке, средневзвешенной по всем категориям потребителей.

Источник: расчеты авторов.

Таблица 3

Изменение (относительно опорного сценария) параметров развития отраслей ТЭК при интенсификации низкоуглеродного развития

Показатель	2025 г.	2030 г.	2035 г.	2040 г.	2045 г.	2050 г.
Экспорта						
Нефть, млн. т	-0,1	-11,3	-48,0	-50,6	-73,4	-76,6
Автомобин + Дизельное топливо + Мазут, млн. т	0,0	-11,8	6,7	18,1	23,4	23,7
Газ (включая СПГ), млрд. куб. м	7,2	41,3	85,6	62,2	3,0	-58,1
Уголь, млн. т	0,0	-56,9	-90,7	-98,5	-104,0	-113,0
Средневзвешенных цен экспорта российского топлива						
Нефть, долл./т	-109,9	-152,4	-181,8	-224,2	-275,4	-362,5
Нефтепродукты (по корзине), % к опорному значению	77,0	79,0	67,0	50,3	44,3	37,7
Газ (включая СПГ), долл./тыс. куб. м	36,8	61,7	126,1	91,9	-24,2	-96,7
Уголь, долл./т	-25,8	-33,1	-35,1	-40,1	-46,6	-59,7
Годовых капиталовложений отраслей ТЭК, млрд. долл. 2019 г.						
Нефтедобыча	-1,1	-0,3	-3,8	-3,2	-2,0	-6,9
Газовая промышленность, всего	0,0	-6,5	-1,1	-1,1	-4,4	-7,7
Угольная промышленность	0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3	-0,4
Электроэнергетика	0,1	1,3	2,6	5,7	12,6	18,7
Индекса номинального роста цены электроэнергии относительно уровня 2020 г. *, проц. п.	0,3	3,4	29,1	62,8	101,6	124,4
Технологического и структурного энергосбережения в экономике, млн. т у.т.	0,0	4,4	34,4	62,4	119,6	178,0
Технологического и структурного электросбережения в экономике, млрд. кВт.ч	0,0	-10,1	-5,5	-49,0	-61,9	-157,4

* Индекс розничной цены на внутреннем рынке, средневзвешенной по всем категориям потребителей.

Источник: расчеты авторов.

Рост объемов энергосбережения (табл. 3) связан с предполагаемым внедрением низкоуглеродных (в том числе энергосберегающих) технологий в отраслях экономики, организационными мероприятиями по экономии энергии, а также с изменением продуктовой структуры выпуска отраслей и закрытием углеродоемких производств. Главным стимулом для этого является введение в наших расчетах налога на выбросы парниковых газов (углеродного налога) для всех отраслей экономики (табл. 4).

Таблица 4

Ставка налога на выбросы парниковых газов

	2025 г.	2030 г.	2035 г.	2040 г.	2045 г.	2050 г.
долл. 2020 г./т CO ₂ эквивалента	0,0	0,0	24,0	47,5	71,0	95,0
долл./т CO ₂ эквивалента	0,0	0,0	33,4	72,9	120,4	177,8

Источник: расчеты авторов.

Этот налог вводится в расчетах после 2030 г., причем его величина равномерно увеличивается с нуля в 2030 г. до 95 долл./т CO₂ в 2050 г. в долларах 2020 года (до 177,8 долл./т CO₂ в долларах прогнозных лет). В расчетах предусматривается, что этот собираемый государством налог возвращается каждой отрасли в полном объеме в виде целевых средств на реализацию перечисленных выше мер по снижению удельных выбросов парниковых газов.

По каждому из приведенных в табл. 3 показателей проводились отдельные расчеты на межотраслевой модели MEMMAS, т. е. исследовались долгосрочные макроэкономические последствия изменения каждого из пятнадцати перечисленных параметров отдельно. Кроме того, был проведен расчет последствий одновременного

возмущения всех указанных параметров, в результате был сформирован сценарий развития экономики России до 2050 г. при интенсивном низкоуглеродном развитии мира и энергетики России (интенсивный сценарий). В табл. 5 приведены результаты расчетов, которые отражают изменение прогнозной динамики ВВП России (относительно соответствующей динамики опорного сценария) в результате отдельных изменений каждого из перечисленных параметров и в итоге совместного изменения всех этих параметров.

Таблица 5

Изменения приростов ВВП в результате возмущений параметров развития отраслей ТЭК относительно уровней опорного сценария, проц. п.

Факторы возмущения динамики ВВП	2021-2025 гг.	2026-2030 гг.	2031-2035 гг.	2036-2040 гг.	2041-2045 гг.	2046-2050 гг.	2021-2050 гг.
Экспорта							
Нефть	-0,05	-0,38	-1,35	-0,08	-1,65	-0,70	-8,67
Автобензин + Дизельное топливо + Мазут	0,00	-0,52	0,77	0,61	0,55	0,31	3,62
Газ (включая СПГ)	0,14	0,88	0,91	-0,17	0,02	-0,89	1,85
Уголь	0,00	-0,32	-0,17	-0,01	-0,01	-0,01	-1,09
Средневзвешенных цен экспорта российского топлива							
Нефть	-1,43	-0,78	-0,31	-0,18	-0,10	-0,07	-5,97
Нефтепродукты (по корзине)	-0,09	-0,08	-0,12	-0,16	-0,13	-0,08	-1,37
Газ (включая СПГ)	0,68	0,32	0,90	-0,36	-0,38	-0,61	1,14
Уголь	-0,08	-0,03	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,27
Капиталовложений отраслей ТЭК							
Нефтедобыча	-0,34	0,30	-0,66	-0,22	-0,08	-0,22	-2,56
Газовая промышленность, всего	0,00	-1,79	0,83	-0,04	-0,16	-0,23	-2,90
Угольная промышленность	-0,02	-0,07	-0,07	-0,05	-0,03	-0,01	-0,52
Электроэнергетика	0,03	0,30	0,49	0,94	1,83	2,31	12,55
Индекса номинального роста цены электроэнергии относительно уровня 2020 г.	-0,02	-0,24	-1,23	-1,71	-1,90	-1,70	-13,89
Технологического и структурного энергосбережения в экономике	0,00	0,15	0,99	1,05	1,14	1,07	9,33
Технологического и структурного электросбережения в экономике	0,00	-0,29	0,14	-1,41	-1,75	-2,96	-12,89
Интенсивный сценарий (одновременное действие всех факторов)	-1,98	-2,14	-1,12	-1,46	-2,14	-3,38	-24,47

Источник: расчеты авторов.

В расчетах наиболее влиятельным параметром развития ТЭК для российской экономики является динамика цены электроэнергии на внутреннем рынке. В 2050 г. при интенсификации низкоуглеродного развития накопленный 30-летний рост цены электроэнергии на 124,4 проц. п. превосходит удорожание электроэнергии в опорном сценарии (см. табл. 3). В результате только этого возмущения совокупный прирост ВВП с 2021 г. по 2050 г. снижается в расчетах до 128,5% (с 142,4% в опорном сценарии), т.е. на 13,9 проц. п. Таким образом, коэффициент эластичности 30-летнего прироста ВВП к относительному удорожанию электроэнергии составил в расчетах 0,112. Дополнительное удорожание электроэнергии приводит к падению среднегодового темпа прироста ВВП за рассматриваемый период с 2,99% в опорном сценарии до 2,79% (табл. 6).

Следующим по степени негативного влияния на динамику всей экономики является рост удельного электропотребления в стране при низкоуглеродном ее развитии. Действие одного этого фактора снижает расчетный 30-летний прирост ВВП на 12,9 проц. п.

Таблица 6

 Среднегодовые темпы реального прироста ВВП
 при возмущениях параметров развития отраслей ТЭК, %

Показатель	2021-2025 гг.	2026-2030 гг.	2031-2035 гг.	2036-2040 гг.	2041-2045 гг.	2046-2050 гг.	2021-2050 гг.
Темпы прироста ВВП в опорном сценарии	2,76	3,23	2,98	3,00	3,00	3,00	2,99
Темпы прироста ВВП при возмущении:							
Экспорта							
Нефть	2,75	3,16	2,74	2,99	2,71	2,88	2,87
Автобензин + Диз. топливо + Мазут	2,76	3,14	3,12	3,11	3,10	3,06	3,05
Газ (включая СПГ)	2,78	3,38	3,14	2,97	3,00	2,84	3,02
Уголь	2,76	3,17	2,95	3,00	3,00	3,00	2,98
Средневзвешенных цен экспорта российского топлива							
Нефть	2,50	3,09	2,93	2,97	2,98	2,99	2,91
Нефтепродукты (по корзине)	2,74	3,22	2,96	2,97	2,98	2,99	2,98
Газ (включая СПГ)	2,88	3,29	3,14	2,94	2,93	2,89	3,01
Уголь	2,74	3,23	2,98	3,00	3,00	3,00	2,99
Капиталовложений отраслей ТЭК							
Нефтедобыча	2,69	3,28	2,86	2,96	2,99	2,96	2,96
Газовая промышленность, всего	2,76	2,91	3,13	2,99	2,97	2,96	2,95
Угольная промышленность	2,75	3,22	2,97	2,99	3,00	3,00	2,99
Электроэнергетика	2,76	3,28	3,07	3,17	3,32	3,41	3,17
Индекса номинального роста цены электроэнергии относительно уровня 2020 г.	2,75	3,19	2,76	2,69	2,66	2,70	2,79
Технологического и структурного энергосбережения в экономике	2,76	3,26	3,16	3,19	3,20	3,19	3,12
Технологического и структурного электросбережения в экономике	2,76	3,18	3,01	2,75	2,69	2,47	2,81
Интенсивный сценарий (одновременное действие всех факторов)	2,40	2,85	2,78	2,74	2,62	2,39	2,63

Источник: расчеты авторов.

Снижение прогнозных объемов экспорта российской нефти является в наших расчетах третьим по значимости для экономики негативным фактором. Уменьшение спроса на отечественную нефть за рубежом, прогнозируемое при интенсификации низкоуглеродного развития мира, приводит к снижению среднегодовых темпов прироста российского ВВП за период 2021-2050 гг. до 2,87% (табл. 6), а совокупный прирост ВВП уменьшается на 8,7 проц. п. относительно прироста в опорном сценарии. Падение же экспортной цены нефти относительно уровней опорного сценария (на 362,5 долл./т в 2050 г.) приводит к снижению 30-летнего прироста ВВП почти на 6 проц. п. (см. табл. 5).

Самым мощным положительным для экономики России фактором низкоуглеродного развития является возрастание объемов капиталовложений в электроэнергетике. По расчетам ИНЭИ РАН, в опорном сценарии за период 2021-2050 гг. совокупный объем капиталовложений в электроэнергетике составляет 570 млрд. долл. США (в ценах 2019 г.), в сценарии интенсификации низкоуглеродного развития этот объем возрастает до 775,7 млрд. долл. Причем с увеличением горизонта прогнозирования разница между сценариями в годовых инвестициях отрасли увеличивается и в последнюю прогнозную пятилетку достигает 18,7 млрд. долл. (см. табл. 3). Соответственно, в прогнозном периоде возрастает величина положительного межотраслевого мультипликативного эффекта от дополнительного роста инвестиций в электроэнергетике (см. табл. 5). Воздействие

только этого фактора увеличивает расчетные годовые темпы прироста ВВП до 3,41% к концу прогнозного периода и до 3,17% в среднем за рассматриваемые 30 прогнозных лет (см. табл. 6).

Вторым по степени позитивного влияния на экономику фактором является снижение энергоемкости. Дополнительные объемы энергосбережения, предусмотренные в низкоуглеродном сценарии, увеличивают 30-летний прирост ВВП на 9,3 проц. п., а среднегодовой темп реального прироста ВВП повышается до 3,12%.

Следует отметить, что относительное изменение ВВП, полученное при одновременном возмущении всех рассмотренных параметров развития ТЭК (интенсивный сценарий), не совпадает с суммой изменений ВВП, рассчитанных по каждому из этих факторов (одиночных изменений 15 параметров). Дело в том, что ограничения, действующие в реальной экономике и учтенные в нашей имитационной многоагентной модели MEMMAS, математически описываются нелинейными функциями, в частности, дискретно-непрерывными функциями. Кроме того, влияние на экономику каждого из рассмотренных факторов также имеет выраженный нелинейный характер, что исключает свойство аддитивности результатов их действия.

Возмущение всех рассматриваемых параметров развития ТЭК привело к тому, что полученный совокупный 30-летний прирост ВВП оказался на 24,5 проц. п. ниже соответствующего прироста в опорном сценарии. Среднегодовой темп прироста экономики за 30 прогнозных лет в интенсивном сценарии составил 2,63% по сравнению с 2,99%.

В интенсивном сценарии среди основных макроэкономических показателей динамика суммарных инвестиций в основной капитал имеет наименьшую разницу с соответствующей динамикой опорного сценария. Это во многом связано с предположением, что вводимый в интенсивном сценарии углеродный налог возвращается обратно каждой отрасли в полном объеме в виде целевых инвестиционных средств на реализацию мер по снижению выбросов парниковых газов. В результате, несмотря на ухудшение финансового состояния отраслей, у них появляется дополнительный источник финансирования капиталовложений. Поэтому в прогнозируемом периоде среднегодовой темп прироста инвестиций в основной капитал в экономике в интенсивном сценарии составил 3,5% (табл. 7), что не сильно отличается от опорного сценария (3,6%). Поскольку разница в динамике ВВП между сценариями оказалась больше, доля валового накопления в структуре использования ВВП в интенсивном сценарии увеличивается значительно (по сравнению с опорным сценарием). В 2050 г. она достигает 28,0% в постоянных ценах (а в рублях прогнозных лет она превышает 30%), а в опорном сценарии она увеличивается до 26,2% (27,8% в рублях прогнозных лет).

Возмущение всех рассматриваемых параметров развития ТЭК больше всего повлияло на динамику располагаемых доходов населения. Если в опорном сценарии они за 30 прогнозных лет повышаются на 116,5% (табл. 1), то в интенсивном они увеличиваются на 90,7% (табл. 7). Это происходит из-за ужесточения в интенсивном сценарии давления на финансовое состояние отраслей экономики, которые являются основным источником доходов для населения страны. В итоге, в период 2021-2050 гг. среднегодовые темпы роста располагаемых доходов населения уменьшаются с 2,6% в опорном сценарии до 2,2% в интенсивном, таким образом, снижается и динамика конечного спроса со стороны населения.

Замедление конечного спроса домашних хозяйств вследствие относительного торможения их доходов является одним из главных факторов относительного торможения российской экономики в интенсивном сценарии.

Таблица 7

Основные показатели интенсивного сценария развития экономики, %

Показатель	2021-2025 гг.	2026-2030 гг.	2031-2035 гг.	2036-2040 гг.	2041-2045 гг.	2046-2050 гг.	2021-2050 гг.
ВВП							
прирост за период	12,6	15,1	14,7	14,5	13,8	12,6	117,9
среднегодовой темп прироста	2,4	2,9	2,8	2,7	2,6	2,4	2,6
Инвестиции в основной капитал							
прирост за период	20,6	19,3	18,4	22,5	15,8	15,6	179,4
среднегодовой темп прироста	3,8	3,6	3,4	4,1	3,0	2,9	3,5
Реальные располагаемые доходы населения							
прирост за период	9,2	11,7	12,5	12,7	11,8	10,2	90,7
среднегодовой темп прироста	1,8	2,2	2,4	2,4	2,3	2,0	2,2
Промышленное производство							
прирост за период	11,9	13,3	13,0	14,9	12,3	11,9	106,7
среднегодовой темп прироста	2,3	2,5	2,5	2,8	2,4	2,3	2,4
Индекс потребительских цен							
среднегодовой	4,2	4,2	4,4	4,6	4,7	4,6	4,4
	2025 г.	2030 г.	2035 г.	2040 г.	2045 г.	2050 г.	
Курс доллара (среднегодовой) руб. за долл. США	74,41	79,44	78,09	80,66	84,76	88,80	

Источник: расчеты авторов.

Другим мощным фактором замедления темпов роста ВВП в интенсивном сценарии является относительное снижение совокупного спроса на российские энергоресурсы за рубежом (главным образом, на нефть и уголь). Нужно отметить, что объемы и цены экспорта неэнергетических товаров и услуг в интенсивном сценарии совпадали в наших расчетах с соответствующими прогнозными уровнями опорного сценария. Как следствие, задаваемые в интенсивном сценарии более скромные объемы экспорта нефти, угля и, в конце прогнозного периода, газа в сочетании с низкими мировыми ценами на энергоресурсы привели к значительно меньшим, чем в опорном сценарии, прогнозным объемам суммарной выручки России от экспорта. Поэтому в интенсивном сценарии среднегодовой курс доллара США к рублю в 2050 г. достигает 88,80 руб./долл. по сравнению с 79,89 руб./долл. в опорном сценарии.

* * *

Макроэкономические последствия форсированного низкоуглеродного развития внешних энергетических рынков и ТЭК России имеют долгосрочный мультипликативный характер. Для их количественной оценки использованы межотраслевые модели, которые в рамках сценарных расчетов позволяют наиболее полно определить будущие условия экономического развития страны.

Проведенное исследование показывает, что использование жестких мер, нацеленных на сдерживание эмиссии парниковых газов в мире и России, может иметь как негативные, так и положительные последствия для отечественной экономики. В частности, при интенсификации низкоуглеродного развития замедление динамики мирового спроса и мировых цен на энергоресурсы в сочетании со снижением инвестиций в топливных отраслях и ускоренным ростом цены электроэнергии на внутреннем рынке тормозит развитие отечественной экономики. Однако это замедление не столь критично, поскольку оно отчасти компенсируется положительными эффектами

тами от увеличения капиталовложений в электроэнергетике и от неизбежного роста энергоэффективности производства в стране при ее низкоуглеродном развитии.

Литература / References

1. Малахов В.А., Несытых К.В. Возможные макроэкономические последствия интенсификации НТП в энергетике мира и России // Роль научно-технического прогресса в развитии энергетики России. М.: ИЭНРАИ, 2019. С 5-28. [Malakhov V.A., Nesytykh K.V. *Vozmozhnye Makroekonomicheskie Posledstviya Intensifikatsii NTP v Energetike Mira i Rossii* // *Rol' Nauchno-Tekhnicheskogo Progressa v Razvitiu Energetiki Rossii*. M.: IERI RAS, 2019. S. 5-28. (In Russ.)].
2. Kahn Richard Ferdinand. The Relation of Home Investment to Unemployment // *The Economic Journal*. 1931. Vol. 41. No. 162. Pp. 173-198. DOI:10.2307/2223697.
3. Keynes John M. *The Means to Prosperity* / MacMillan and Co., 1933. 37 p.
4. Keynes John M. *General Theory of Employment, Interest and Money*. Macmillan Cambridge University Press, 1936. 472 p. [Russ. ed.: Keynes, John M. *Obshchaya Teoriya Zanyatosti, Protsenta i Deneg*. Moscow, Foreign Languages Publishing House, 1948.]
5. Clark John Maurice. *Economics of Planning Public Works*. U.S. Government Printing Office, 1935. 194 p.
6. Samuelson P., Nordhaus W. *Economics (18th edition)*. McGraw Hill companies. 2006. 776 p. [Russ. ed.: Samuelson P., Nordhaus W. *Ekonomika (18th edition)*. Moscow, Williams Publ., 2007.]
7. Batini N., Eyrraud L., Weber A. A Simple Method to Compute Fiscal Multipliers // *IMF Working Paper*, 2014. No. 14. Pp. 93. URL: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2014/wp1493.pdf>
8. Auerbach A.J., Gorodnichenko Y. Measuring the Output Responses to Fiscal Policy // *American Economic Journal: Economic Policy*. 2012. Vol. 4. Pp. 1-27.
9. Batini N., Di Serio M., Fragetta M., Melina G., Waldron A. Building Back Better: How Big Are Green Spending Multipliers? *International Monetary Fund, Independent Evaluation Office and Research Department* // *IMF Working Paper*. 2021. No. 87. March 2021. ISBN/ISSN 9781513574462/1018-5941.
10. *Perspectives for the Energy Transition: Investment Needs for a Low-Carbon Energy System*. OECD/IEA and IRENA, 2017. URL: <https://webstore.iea.org/insights-series-2018-perspectives-for-the-energy-transition-investment-needs-for-a-low-carbon-energy-system>
11. Lutz C., Flaute M., Lehr U. Macroeconomic effects of energy transition // *Paper for IOA Conference*. 2019. URL: https://www.ioa.org/conferences/27th/papers/files/3606_20190430041Lutzetal.macroeffects.pdf
12. Макаров А.А. Возможности технологического прогресса в энергетике России // *Проблемы прогнозирования*. 2020. Т. 31. № 1. С. 71-87. DOI: 10.1134/S1075700720010086. [Makarov A.A. *Technological Progress Opportunities in the Energy Sector of Russia*. *Studies on Russian Economic Development*. 2020. Vol. 31. No. 1. Pp. 52-63].
13. Blanchard O., Perotti R. An Empirical Characterization of the Dynamic Effects of Changes in Government Spending and Taxes on Output // *Quarterly Journal of Economics*. 2002. Vol. 117. Pp. 1329-1368. DOI: 10.3386/W7269.
14. Favero C., Giavazzi F. Measuring Tax Multipliers: The Narrative Method in Fiscal VARs // *American Economic Journal: Economic Policy*. 2012. Vol. 4. No. 2. Pp. 69-94. DOI: 10.1257/pol.4.2.69.
15. Coenen G., Erceg C.J., Freedman C., Furceri D., Kumhof M., Lalonde R., Laxton D., Lindé J., Mourougane A., Muir D., Mursula S., de Resende C., Roberts J., Roeger W., Snu Elsevier dden S., Trabandt M., Veld J. Effects of Fiscal Stimulus in Structural Models // *American Economic Journal: Macroeconomics*. 2012. Vol. 4. No. 1. Pp. 22-68.
16. Gechert S., Will H. Fiscal Multipliers: A Meta Regression Analysis // *Macroeconomic Policy Institute Working Paper*. 2012. No. 97. 36 p. URL: <https://d-nb.info/1027784216/34>
17. Dixon P.B., Parmenter B.R. *Computable General Equilibrium Modeling for Policy Analysis and Forecasting*. *Handbook of Computational Economics / in Amman H.M., Kendrick D.A. and Rust J. (ed.) Elsevier*, 1996. Ed 1. Vol. 1. Ch. 01. Pp. 3-85.
18. Almon C. The INFORUM Approach to Integrated Modeling // *Economic System Research*. 1991. Vol. 3. Pp. 1-8. DOI: 10.1080/09535319100000001.
19. Adams P.D., Horridge J.M., Parmenter B.R. *MMRF-GREEN: A Dynamic, Multi-sectoral, Multi-regional model of Australia*. Centre of Policy Studies and IMPACT Projects, Monash University, Victoria 2800, Australia. 2000. 26 p.
20. *The National Energy Modeling System: An Overview*. Energy Information Administration. Washington, DC. 2009. 83 p.
21. Власов С., Дерюгина Е. Фискальные мультипликаторы в России. Центральный банк Российской Федерации // *Серия докладов об экономических исследованиях*. 2018. № 28. URL: <https://cbr.ru/Content/Document/File/33264/wp28.pdf> [Vlasov S., Deryugina E. *Fiskal'nye Multiplikatory v Rossii* // *Seriya Dokladov ob Ekonomicheskikh Issledovaniyakh*. Bank of Russia. 2018. No. 28. (In Russ.)].
22. Shirov A.A., Gusev M.S., Frolov I.E. Macroeconomic effects of Russian defense expenditures: retrospective analysis and forecast // *Studies on Russian Economic Development*. 2018. Vol. 29. No. 4. Pp. 343-351. DOI: 10.1134/S1075700718040159.
23. Ksenofontov M.Y., Shirov A.A., Polzikov D.A., Yantovskii A.A. Assessing multiplier effects in the Russian economy: input-output approach // *Studies on Russian Economic Development*. 2018. Vol. 29. No. 2. Pp. 109-115. DOI: 10.1134/S1075700718020089.
24. Laitner J., Lugovoy O., Potashnikov V. Cost and benefits of deep decarbonization in Russia // *Ekonomicheskaya Politika*. 2020. Vol. 15. No. 2. Pp. 86-105. <https://doi.org/10.18288/1994-5124-2020-2-86-105>
25. Порфирьев Б., Широ А., Колпаков А. Стратегия низкоуглеродного развития: перспективы для экономики России // *Мировая экономика и международные отношения*. 2020. Т. 64. № 9. С. 15-25. [Porfiriev B., Shirov A., Kolpakov A., *Low-carbon Development Strategy: Prospects for the Russian Economy* // *World Economy and International Relations*. 2020. Vol. 64. No. 9. Pp. 15-25. (In Russ.)] DOI: 10.20542/0131-2227-2020-64-9-15-25.
26. Башмаков И.А. Низкоуглеродное развитие и экономический рост. ЦЭНЭФ-XXI, 2021. URL: <https://cenef-xxi.ru/categories/26#firef1> [Bashmakov I.A. *Nizkoуглеродное Razvitie i Ekonomicheskii Rost*. CENEF-XXI, 2021. (In Russ.)].
27. Порфирьев Б.Н., Широ А.А., Колпаков А.Ю., Единак Е.А. Возможности и риски политики климатического регулирования в России // *Вопросы экономики*. 2022. № 1. С. 72-89. [Porfiriev B.N., Shirov A.A., Kolpakov A.Y., Edinak E.A. *Opportunities and Risks of the Climate Policy in Russia*. *Voprosy Ekonomiki*. 2022. No. 1. Pp. 72-89. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2022-1-72-89>

28. Широ́в А.А., Янто́вский А.А. Межотраслевая макроэкономическая модель RIM: развитие инструментария в современных экономических условиях // Проблемы прогнозирования. 2017. № 3. С. 3-18. [Shirov A.A., Yantovskii A.A. RIM Inter-industry Macroeconomic Model: Development of Instruments Under Current Economic Conditions. *Studies on Russian Economic Development*. 2017. No. 3. Pp. 241-252.] DOI: 10.1134/S1075700717030121.
29. Макаров А.А., Шапот Д.В., Лукацкий А.М., Малахов В.А. Инструментальные средства для количественного исследования взаимосвязи энергетики и экономики // Экономика и математические методы. 2002. № 1. С. 45-56. [Makarov A.A., Shapot D.V., Lukatskii A.M., Malakhov V.A. Instrumental'nye Sredstva dlya Kolichestvennogo Issledovaniya Vzaïmosvyazi Energetiki i Ekonomiki // *Economics and Mathematical Methods*. 2002. No. 1. Pp. 45-56. (In Russ.)].
30. Malakhov V., Nesytykh K., Dubynina T. A multi-agent approach for the intersectoral modeling of the Russian economy. 2017. Tenth International Conference "Management of Large-Scale System Development" (MLSD) / IEEE Conference Publications. Moscow. 2017. Pp. 1-5. DOI: 10.1109/MLSD.2017.8109656.
31. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на 2022 год и на плановый период 2023 и 2024 годов. Министерство экономического развития РФ. URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/makroec/prognozy_socialno_ekonomicheskogo_razvitiya/scenarnye_usloviya_osnovnye_parametry_prognoza_socialno_ekonomicheskogo_razvitiya_rf_na_2022_god_i_na_planovyy_period_2023_i_2024_godov.html [Prognoz Sotsial'no-ekonomicheskogo Razvitiya Rossiiskoi Federatsii na 2022 God i na Planovyi Period 2023 i 2024 Godov. Ministry of Economic Development of the Russian Federation (In Russ.)].
32. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2036 года. Министерство экономического развития РФ. URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/makroec/prognozy_socialno_ekonomicheskogo_razvitiya/prognoz_socialno_ekonomicheskogo_razvitiya_rossiyskoy_federacii_na_period_do_2036_goda.html [Prognoz Sotsial'no-ekonomicheskogo Razvitiya Rossiiskoi Federatsii na Period do 2036 Goda. Ministry of Economic Development of the Russian Federation. (In Russ.)].
33. Modeling and information complex SCANER / ed. A.A. Makarov. The Energy Research Institute of the Russian Academy of Sciences. Moscow. 2011. URL: <https://www.eriras.ru/data/92/eng>



Статья поступила 16.02.2022. Статья принята к публикации 11.03.2022.

Для цитирования: В.А. Малахов, К.В. Несытых. Долгосрочные макроэкономические потери и выгоды России от низкоуглеродного развития мира и отечественной энергетики // Проблемы прогнозирования. 2022. № 4(193). С. 55-67.
DOI: 10.47711/0868-6351-193-55-67.

Summary

RUSSIA'S LONG-TERM MACROECONOMIC LOSSES AND BENEFITS FROM THE LOW-CARBON DEVELOPMENT OF THE WORLD AND DOMESTIC ENERGY INDUSTRY

V.A. MALAKHOV, Cand. Sci. (Econ.), The Energy Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

K.V. NESYTYKH, The Energy Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract: The article examines the long-term multiplier effects of the low-carbon development of foreign markets and the energy industry in Russia. Based on a scenario approach, the sensitivity of the forecast dynamics of the Russian economy to perturbations of key FEC parameters is assessed. Calculations on the interindustry model showed that the slowdown of the global demand for energy resources, together with the reduction of investment in the fuel industries and the accelerated rise in the cost of electricity can hinder the development of the economy. This slowdown is not so critical, because it is partly compensated by increased capital investment in the electric power industry and an increase in the energy efficiency of production in the country under conditions of low-carbon development.

Keywords: multiplier effect, low-carbon development, economic development scenario, fuel and energy complex, GDP, intersectoral model.

Received 16.02.2022. Accepted 11.03.2022.

For citation: V.A. Malakhov and K.V. Nesytykh. Russia's Long-Term Macroeconomic Losses and Benefits from the Low-Carbon Development of the World and Domestic Energy Industry // *Studies on Russian Economic Development*. 2022. Vol. 33. No. 4. Pp. 392-401.
DOI: 10.1134/S1075700722040050.