

ТЕРРИТОРИЯ: ФАКТЫ, ОЦЕНКИ, ПЕРСПЕКТИВЫ

TERRITORY: FACTS, ASSESSMENTS, PROSPECTS

Развитие территорий. 2022. № 2. С. 44—58.
Territory Development. 2022;(2):44—58.

Территория: факты, оценки, перспективы

Научная статья

УДК 330.8

DOI: 10.32324/2412-8945-2022-2-44-58

«ЗЕЛЕННЫЕ» ГОРОДА В СИБИРИ: КОНЦЕПЦИИ И МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Наталья Викторовна Горбачева^{1✉}, Татьяна Сергеевна Новикова², Игорь Александрович Огородников³

^{1, 2} Институт экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Российская Федерация

¹ Сибирский институт управления — филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация

² Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Новосибирск, Российская Федерация

³ Институт теплофизики Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Российская Федерация

Автор, ответственный за переписку: Н. В. Горбачева, Nata_lis@mail.ru

Аннотация. Цель статьи — систематизировать концептуальные подходы и методы экономического анализа практик реализации идеи «зеленых» городов в Сибири в решении проблем декарбонизации экономики России. Обзор тенденций декарбонизации позволяет выделить пять видов концепций: низкоуглеродное развитие, углеродная нейтральность, чистый ноль, глубокая декарбонизация и безуглеродное развитие, в соответствии с которыми разрабатываются новые форматы территориального развития: «зеленые» города, экопоселения, устойчивые агломерации. Проектный анализ оказывается востребованным для экономической оценки экологических эффектов развития подобных ареалов, например экопоселения на острове Ольхон и «зеленого» города Байкальска в Сибири.

Ключевые слова: декарбонизация, проектный анализ, «зеленые» города, малоэтажное домостроение, Сибирь

Для цитирования: Горбачева Н. В., Новикова Т. С., Огородников И. А. «Зеленые» города в Сибири: концепции и методы анализа // Развитие территорий. 2022. № 2. С. 44—58. DOI: 10.32324/2412-8945-2022-2-44-58.

Territory: facts, assessments, prospects

Original article

“GREEN” CITIES IN SIBERIA: CONCEPTS AND METHODS OF ECONOMIC ANALYSIS

Natalia V. Gorbacheva^{1✉}, Tatyana S. Novikova², Igor A. Ogorodnikov³

^{1, 2} Institute of Economics and Industrial Engineering of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russian Federation

¹ Siberian Institute of Management — branch of Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Novosibirsk, Russian Federation

² Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russian Federation

³ Institute of Thermal Physics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russian Federation

Corresponding author: Natalia V. Gorbacheva, Nata_lis@mail.ru

Abstract. The aim of this article is to represent in the systematic manner the conceptual approaches and methods of economic analysis for practice of realizing the idea of green cities in Siberia with purpose for solving problems concerning decarbonisation of Russian economy. Critical review of actual tendencies provides five conceptual approaches — low-carbon development, carbon neutrality, “net zero”, deep decarbonisation and ‘zero’ carbon development. In correspondence with these concepts there are elaborated new modes of spatial development — green cities, eco-villages, sustainable agglomerations, etc. Project analysis appears to be in demand for proper economic evaluation of ecological consequences for development of such areas, e.g. eco-village in Olkhon island and “green” city Baykalsk in Siberia.

Keywords: decarbonisation, project analysis, green cities, low-rise building, Siberia

For citation: Gorbacheva N.V., Novikova T.S., Ogorodnikov I.A. Green cities in Siberia: concepts and methods of economic analysis. Territory Development. 2022;(2):44—58. (In Russ.). DOI: 10.32324/2412-8945-2022-2-44-58.

Введение

Города являются главным фактором антропогенной нагрузки на окружающую среду, концентрируя проживание больше половины населения и около 80 % экономической деятельности в мире. На города приходится 70 % ежегодной эмиссии парниковых газов и 7 млн преждевременных

смертей из-за загрязнения воздуха мелкодисперсной пылью и другими вредными веществами. Так, по данным сайта IQAir, среднегодовой уровень загрязнения воздуха мелкодисперсной пылью в российских городах превышает норму в разы (табл. 1).

Таблица 1

Самые загрязненные города России в 2021 г.
The most polluted cities in Russia in 2021

Ранг	Город	Среднегодовой уровень эмиссии мелкодисперсной пыли PM 2.5 (мг/м ³)
1	Красноярск	49,8
2	Каменск-Шахтинский	15,8
3	Приаргунск	13,5
4	Тольятти	13,0
5	Москва	11,9
6	Стерлитамак	10,5
7	Магнитогорск	10,2
8	Геленджик	8,4
9	Санкт-Петербург	7,6
10	Владивосток	3,4
11	Саранск	3,1

Примечание. Предельный уровень концентрации, рекомендованный ВОЗ, равен 4 мг/м³.

Согласно прогнозам UN DESA 2014 [1], данная ситуация будет только усугубляться с учетом того,

что уровень урбанизации достигнет 68 % к 2050 г. преимущественно за счет городов Азии (рис. 1).

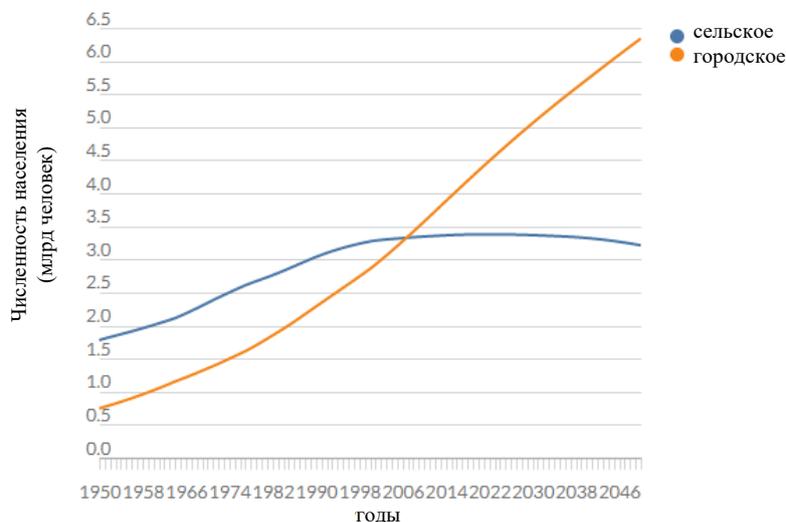


Рис. 1. Прогнозная динамика роста численности городского населения в мире, 2015—2050 гг.
Forecast dynamics of the growth of the urban population in the world, 2015—2050

В новых реалиях экологическое домостроение в России приобретает особое значение для реализации Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 октября 2021 г. № 3052-р, которая предполагает «повышение эффективности систем теплоснабжения, тепло-холодоснабжения и внедрение высоких стандартов энергоэффе-

тивности новых зданий (классы А, А+)». Принимая во внимание, что больше половины городов России с «высоким и очень высоким уровнем загрязнения» сконцентрированы именно в Сибири [2], полагаем, что новые подходы к организации проживания городских и сельских территорий позволят не только решить жилищную проблему, но и на качественно новом уровне сформировать инновационную среду обитания, экологически-дружелюбную и климатически-нейтральную.

Показательно, что четыре российские строительные компании: «Группа ЛСР», «Группа Компаний ПИК», «ГК Самолет», «Главстрой» — вошли в ESG-рейтинг, разработанный национальным рейтинговым агентством «Эксперт-РА» для оценки степени ориентированности процесса принятия ключевых решений в компании на устойчивое развитие в экологической, социальной и экономической сферах. В этом контексте разрабатываются новые модели как для городской среды — «зеленые» города, устойчивые агломерации, «15-минутные кварталы», так и для сельскохозяйственных областей — экопоселения, традиционные общины, инклюзивные поселковые сообщества.

В статье ставится цель изучить теоретические подходы к решению проблем декарбонизации экономики и определить роль «зеленых» городов Сибири в климатической повестке России. Для этого сначала обратимся к истокам формирования современных концепций декарбонизации, затем рассмотрим современные методы оценки эффективности «зеленых» инвестиций и, наконец, для апробации теории и методов предлагается рассмотреть два конкретных кейса в Сибири — экопоселение на Ольхоне и «зеленый» город Байкальск.

История становления проблемы и современные концепции декарбонизации экономики

В мировой науке начиная с резонансных докладов Римскому клубу «Пределы роста» [3] и «Человечество у поворотного пункта» [4] и менее известной в России работы Е. Голдсмита и Р. Аллена [5] глобальное изменение климата рассматривалось только как часть более масштабного тренда глобальной трансформации окружающей среды. Формирование более структурированного изучения трендов изменения климата началось с образования межправительственной группы по

изменению климата (Intergovernmental Panel on Climate Change, МГЭИК) в Женеве (Швейцария) в 1988 г., которая объединила десятки ведущих ученых и влиятельных лиц, определяющих политику и стратегию развития в лидирующих в сфере экономики и геополитики странах.

Постепенно мировое экспертное сообщество пришло к консенсусу относительно значимой роли антропогенного фактора в глобальном потеплении, хотя сохраняется существенная нехватка достоверных знаний относительно точных измерений и надежных оценок потоков парниковых газов, которые имеют как антропогенный, так и природный характер.

Шестой оценочный доклад МГЭИК, представленный в феврале 2022 г. [6], делает акцент на адаптационной политике, позволяющей за счет своевременных и тщательно спланированных мер избежать существенного социально-экономического ущерба. Вместе с тем адаптационные способности общества и природы, как подчеркивается в докладе, не безграничны и требуется существенное снижение эмиссии парниковых газов, т. е. декарбонизация, в борьбе с деградацией окружающей среды и изменением климата.

Существуют разные направления декарбонизации экономики — от повышения энергоэффективности и внедрения возобновляемых источников энергии (ВИЭ) до технологий прямой секвестрации двуоксида углерода (DAC) и геоинженеринга. Все эти способы весьма затратны для общества (рис. 2), при этом выгоды от снижения эмиссии, т. е. снижения ущерба от негативных последствий изменения климата и деградации окружающей среды, не вполне очевидны и неравномерно распределяются между странами, регионами и социальными группами.

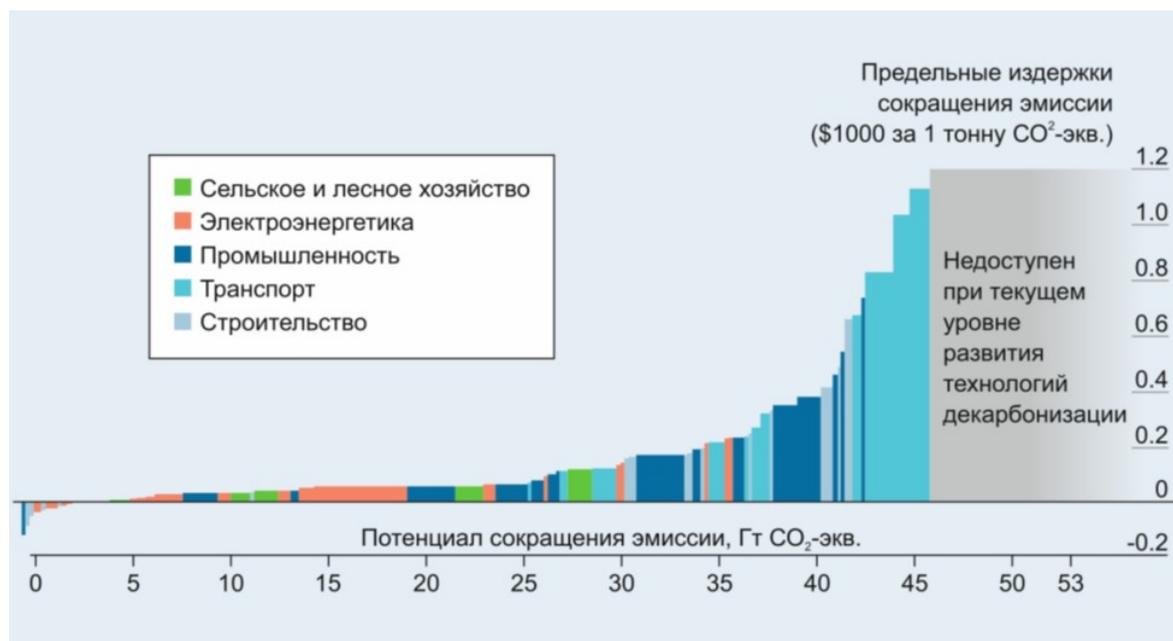


Рис. 2. Предельные издержки сокращения эмиссии парниковых газов в глобальном контексте (составлено по [7])
Marginal costs of reducing greenhouse gas emissions in the global context (compiled according to [7])

Сравнительный анализ альтернатив декарбонизации зависит не только от объективных тенденций и глобального контекста, но и от воздействия идей и концепций, касающихся перспектив сокращения парниковых газов. Наблюдается определенная поляризация экспертных оценок: от акцента на постепенном снижении парниковых газов благодаря модернизации традиционной энергетики и поглощающей способности экосистем до безуглеродного будущего мировой экономики за счет возобновляемых источников энергии и «негативных эмиссионных» технологий [8].

В этих условиях в научном дискурсе имеются различные интерпретации процессов декарбонизации экономики в зависимости от допустимого соотношения объемов эмиссии, улавливания и поглощения парниковых газов:

1) низкоуглеродное развитие с акцентом на снижении эмиссии парниковых газов, например за счет модернизации традиционной энергетики с учетом технологий улавливания и хранения двуокиси углерода и др.;

2) углеродная нейтральность с акцентом на возможности элиминирования текущей эмиссии двуокиси углерода за счет опосредованного улавливания и поглощения углерода из атмосферы, например посредством лесовосстановления, управления пахотными землями и др.;

3) «чистый» ноль, что подразумевает недопущение эмиссии парниковых газов в установленных пределах и компенсацию остаточной эмиссии за пределами стоимостных цепочек только за счет удаления из атмосферы и долгосрочного хранения CO₂, например посредством технологий биосеквестрации и др.;

4) глубокая декарбонизация, предполагающая ускоренное снижение эмиссии парниковых газов не только в энергетике, но и других наиболее сложных секторах промышленности и транспорта, например в цементной отрасли, производстве азотных удобрений, алюминиевой индустрии и др.;

5) безуглеродное развитие, направленное на осуществление экономической деятельности без антропогенной эмиссии парниковых газов, преимущественно с акцентом на масштабное внедрение ВИЭ и электрификацию многих сфер деятельности.

В российском научном дискурсе первые три блока концепций используются преимущественно как тождественные категории и зачастую состоят в синонимичном ряду, что ведет к искаженному пониманию альтернатив декарбонизации отечественной экономики и существенно сужает спектр действенных решений. Более того, две неразрывно связанные и неделимые проблемы: деградация окружающей среды и изменение климата противопоставляются друг другу, когда первая проблема считается более приоритетной и главенствующей, нежели элиминация угроз глобального потепления. Так, академик Б. Порфирьев говорит о приоритете не климатической, но экологической и экономической мотивации при энергетическом переходе, отмечая, что соб-

ственно климатический фактор используется и будет востребован как инструмент политико-экономического торга и прессинга [9]. Известный российский экономист С. Н. Бобылев, делая обзор концепций устойчивого развития, также подчеркивает, что экологические аргументы и сейчас продолжают оставаться весовыми для обоснования перехода к «зеленой» экономике [10].

В действительности же причины изменения климата и деградации окружающей среды тесно взаимосвязаны. В процессах потепления и загрязнения участвуют практически те же самые химические элементы. В работе ученых Мирового ресурсного института (*World Resources Institute*) показано, что вещества с коротким периодом распада, такие как метан, черный углерод, гидрофторуглерод, озон, выступают мощным катализатором изменения температуры и многие из этих элементов наносят существенный урон окружающей среде и здоровью человека [11]. Например, метан воздействует на глобальный климат в 86 раз сильнее, нежели долгосрочная в течение 20 лет эмиссия CO₂. При этом метан является главным компонентом смога как источника легочных заболеваний и образования околосреднего озонового слоя, который ответственен за 1 млн преждевременных смертей каждый год. Черный углерод входит в состав парниковых газов и одновременно является элементом вредных для здоровья мелкодисперсных частиц.

Рассмотрение только экологического параметра «грязных» производств и интерпретация климатических угроз как сугубо политико-экономического инструмента ведут к недооценке комплексности проблемы глобального потепления и противоречивости ее проявления. Так, учитывая важность взаимосвязи изменения климата и здоровья населения, в 2015 г. была создана авторитетная международная комиссия «Ланцет по здоровью и изменению климата», которая ежегодно публикует подробные углубленные исследования. Комиссия отмечает, что помимо прямого воздействия на здоровье населения сжигание ископаемого топлива приводит также к *загрязнению воды* в процессе добычи и выработки электроэнергии, *миграции населения* в результате потери жилья при освоении новых месторождений, *усилению изменения климата* с соответствующими волнами жары и экстремальными значениями температуры воздуха [12]. Взаимосвязь климата и здоровья ярко проявляется в Сибири в условиях резко континентального климата. Регрессионная модель Б. А. Ревича и Д. А. Шапошникова показала, что за период 1999—2014 гг. в шести сибирских городах: Братск, Барнаул, Иркутск, Кемерово, Красноярск и Чита — зарегистрированы 73 волны жары и холода и для большинства изученных показателей получены статистически достоверные оценки приростов смертности [13].

Искусственное противопоставление концепций декарбонизации и экологического развития, естественно, объясняется определенной парадигмальной или корпоративной зависимостью

участников экономических процессов. Субъективизм и ангажированность ведут к распространению скепсиса в обществе относительно объективных данных. Два экономиста-историка, Н. Орескес и Е. Конвэй, указывают, что выражение сомнений является главной целью целого ряда исследований, сделанных по заказу ведущих энергетических компаний, которые переняли опыт известной «табачной кампании» 1969 г. в США. «Табачная кампания» была организована для борьбы с появившейся в 1953 г. серией медицинских статей о строгой корреляции курения и онкологических заболеваний. Для этого табачная индустрия создала корпоративный исследовательский фонд для финансирования научных проектов, которые на основе точечных фрагментарных данных и необъясненных или аномальных закономерностей делали вывод о неподтвержденности и ненадежности связи между курением и онкологией: «...они возводят Потемкинские деревни всего на нескольких кейсах с участием реальных ученых» [14].

Несмотря на дискуссионный характер концептуальных подходов и даже поляризацию определенных теоретических разработок, наблюдается консолидация экспертной позиции относительно роли городов и урбанистических зон, в которых проживает более половины (54 %) населения, 17 % из которых регулярно испытывают негативные последствия глобального потепления и загрязнения окружающей среды и, по прогнозам экспертов МГЭИК, обе цифры с высокой вероят-

ностью, будут расти. Снизить социально-экономический ущерб предлагается за счет превращения высокоурбанизированных территорий в «зеленые» города и устойчивые агломерации, а также за счет развития сельских территорий и благодаря экопоселениям и инклюзивным общинам.

С этой целью запущены знаковые глобальные инициативы. Например, в 2005 г. создана группа *C40 Cities Climate Leadership Group*, объединяющая муниципалитеты 96 городов мира¹ по 8 направлениям, в том числе по поддержке «зеленых» городов. Декларацию «чистого нулевого» строительства [15] подписали 29 городов, например четыре пилотных китайских города: Пекин, Фучжоу, Циндао и Шанхай (район Чаннин), с 2018 г. внедряют новые стандарты строительства и архитектуры с целью достижения «чистых» нулевых выбросов на муниципальном уровне к 2050 г. Другой международный альянс городов и муниципальных властей — Глобальный конвент мэров (*Global Governat of Mayors*) — объединил 11 751 город² для декарбонизации хозяйственной жизни городских сообществ.

В России также сформирован национальный рейтинг «зеленых» городов в рамках инициативы «Зеленый щит» Общероссийского народного фронта. Данный рейтинг оценивается по одному основному критерию — соотношению площади города с площадью созданных защитных лесопарковых поясов (табл. 2). Четыре города в Сибири вошли в топ-10 самых «зеленых»: Иркутск, Тюмень, Барнаул и Чита.

Таблица 2

Топ-10 самых «зеленых» городов России, га
Top 10 greenest cities in Russia, ha

№ п/п	Город	Площадь лесопарковой зоны	Площадь города
1	Киров	175 000	16 973
2	Иркутск	190 000	27 700
3	Иваново	71 654	10 484
4	Вологда	65 848	11 600
5	Рязань	68 050	22 416
6	Тамбов	12 611	9 658
7	Тюмень	66 849	69 800
8	Барнаул	27 637	32 201
9	Петрозаводск	5 539	13 500
10	Чита	21 786	53 400

Помимо городской среды создание экологически чистых условий проживания в сельских территориях позволяет добиться синергетических эффектов, связанных с формированием принципиально новой среды обитания и кардинальным изменением образа жизни населения. Экономическое обоснование вариантов экологического домостроения базируется на современных принципах проектного анализа и соответствующих методиках оценки инвестиционных проектов.

Методы обоснования инвестиций в экологические проекты

Развитие зеленой экономики обеспечивается за счет реализации соответствующих инвестиционных проектов, требующих разработки особых

методов проектного анализа. Традиционные подходы экологического аспекта проектного анализа, применявшиеся с середины прошлого века, были предназначены определять и ограничивать отрицательное воздействие реализации инвестиционных проектов на состояние окружающей среды. Для этого проекты до сих пор ранжируются по степени такого воздействия (в практике международных финансовых учреждений подразделяются на четыре группы) и проходят соответствующую

¹ Россия представлена Москвой, которая в 2010 г. была избрана в состав С40-группы, но в настоящее время статус участника «временно неактивный».

² Россия представлена Москвой и Ростовом-на-Дону, входящими в региональный конвент европейских городов.

независимую экологическую экспертизу [16], более или менее жесткую в зависимости от принадлежности к определенной группе [17]. Денежная оценка влияния экологических факторов при этом проводится по мере возможности как составная часть оценки экстерналий (внешних эффектов) в экономическом анализе (в сочетании с финансовым анализом) [18—21].

На рубеже тысячелетий приоритеты устойчивого развития существенно изменились, что предопределило и трансформацию методологических подходов к обоснованию «зеленых» инвестиций. Произошел переход от оценки результатов развития в чисто экономических измерителях (прежде всего ВВП) к многомерной системе индикаторов [22], соответствующих целям устойчивого развития и целям нового тысячелетия [23]. В этой системе на первый план при оценке инвестиционных проектов выдвинулись социальные и экологические показатели. В частности, и названия основных документов, и принятые стандарты оценки проектов стали включать указанную пару терминов [24]. Соответствующим образом изменились приоритеты и методы оценки проектов. В одной из последних методик проектного анализа «Руководстве по инвесторам в помощь специалистам в работе по подготовке инвестиционных проектов в области окружающей среды, изменения климата и водных ресурсов в Центральной Азии»¹ подчеркивается, что финансирование выделяется только тем проектам, которые содействуют устойчивому развитию [23]. Чтобы определить такое благоприятное влияние, для всех проектов, требуется проведение экологического и социального воздействия (импакт-оценки) в рамках соответствующего экологического и социального анализа, дополняемое измерением экологических и социальных эффектов в денежном выражении в рамках экономического аспекта анализа. При этом степень загрязнения окружающей среды (ОС), связанная с реализацией проектов, по-прежнему контролируется, однако акцент переносится на создание условий для устойчивого развития, в том числе природоохранной деятельности, возникающей и усиливающейся за счет новых проектов. Даже в рамках Парижского соглашения, первоначально (вслед за Киотским соглашением) сконцентрированного на объемах выбросов углекислого газа, акцент сейчас переносится на адаптацию к климатическим изменениям и финансирование проектов, обеспечивающих такую адаптацию [9].

Новые приоритеты не означают отказа от проработки проектов по основным аспектам и прежде всего экономическому (или анализу издержек и выгод) и финансовому (или разработке капитального бюджета). В упомянутом выше Руководстве 2021 г. при ответе на вопрос, что формирует

успешное проектное предложение и перспективный проект, среди шести основных аргументов выделяется «описание финансовых и экономических факторов (*вызывает наибольший интерес у читателей*)» (курсив наш. — Авт.) [23, с. 52]. В другой части документа, посвященной изложению подхода Всемирного Банка, отмечается «независимый анализ проекта... по техническим, институциональным, экономическим и финансовым вопросам» (курсив наш. — Авт.) [23, с. 24]. Однако методы проведения финансового и особенно экономического анализа заметно усложняются, и не только за счет дополнения импакт-оценкой экологических и социальных эффектов. Как отмечается в обновленном Руководстве ЕС по анализу издержек и выгод 2021, «экономический анализ на первоначальных стадиях (соответствующих изданиям Руководства ЕС 2008—2014 гг.) может рассматриваться как упрощенный, базирующийся на приблизительных ориентировочных оценках выгод и затрат» [25, с. 20]. Глубина и комплексность проведения экономического анализа существенно возрастают по сравнению с соответствующими традиционными методами.

Среди проектов, оказывающих положительное влияние на состояние окружающей среды, выделяются экологические проекты [23], «зеленые» проекты [26], экологически ориентированные проекты [27], климатические проекты (например, Федеральный закон от 2 июля 2021 г. № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов»), проекты экологической и социальной ответственности (Environmental, Social, and Corporate Governance, ESG) [28]. Согласно определению Руководства 2021, экологические проекты включают проекты с существенным положительным экологическим воздействием. Прежде всего к ним относятся проекты, целью которых является улучшение состояния окружающей среды. Важную подгруппу образуют проекты сокращения производства и других видов деятельности, приводящих к значительным вредным выбросам. Исследовательские проекты также могут быть экологическими, если в результате их реализации возникают положительные экстерналии. Проекты экопоселений сочетают характеристики всех перечисленных типов экологических проектов и дополнены социальными и управленческими критериями, характерными для ESG-проектов.

Выявленные тенденции трансформации методов и методик оценки экологических проектов свидетельствуют о необходимости разработки экономико-математического инструментария, позволяющего в денежном выражении измерять последствия их реализации на различных уровнях в соответствии с этическими и экологическими императивами (рис. 3).

Предлагаемые методы оценки экологических и социальных эффектов составляют основу следующих частей модельного комплекса:

— базовой финансово-экономической модели микроэкономического уровня с определением денежных потоков и соответствующих показателей

¹ В качестве инвесторов проектов выступают девять крупнейших международных финансовых учреждений, объединенных в проекте «Европейский Союз — Центральная Азия: сотрудничество в области водных ресурсов, окружающей среды и изменения климата» (WECOOP).

эффективности проекта в рамках финансового и экономического анализа и с детальным представлением экологических и социальных эффектов [29];
 — расширенной агент-ориентированной модели с учетом природоохранной деятельности экономических агентов на микроэкономическом уровне [30];
 — взаимосвязанных расширенных функций общественного благосостояния (ФОб) федерального, зонального и регионального уровней с включением экологических показателей в их построение [30 ; 31];
 — расширенной таблицы межотраслевого баланса с выделением различных видов загрязнения окружающей среды и очистной деятельности по

устранению вредных отходов, полученной в результате агрегирования решений агент-ориентированной модели;
 — расширенной оптимизационной мультирегиональной межотраслевой модели, обеспечивающей возможности рассчитывать систему макро- и мезоэкономических индикаторов и оптимизировать принятие решений с учетом экологических и социальных факторов;
 — эконометрических моделей оценки состояния окружающей среды, социальной сферы и внешнеэкономических факторов, позволяющих определять эмпирические параметры перехода от финансовых к экономическим показателям.

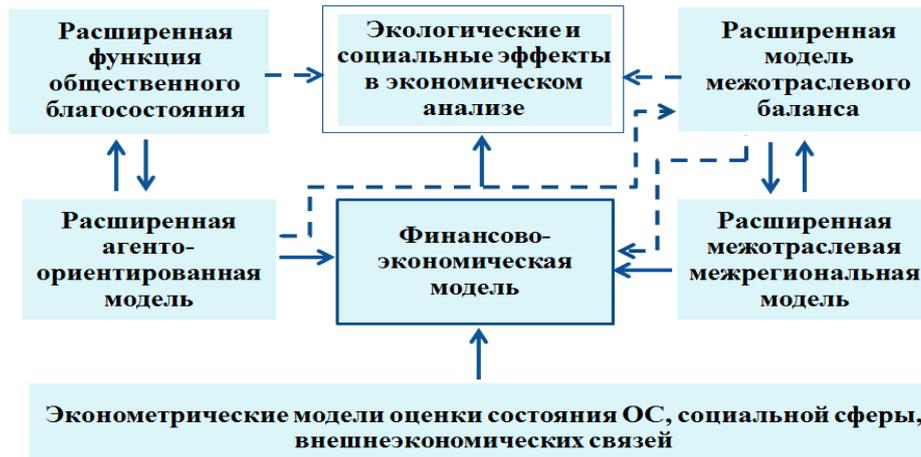


Рис. 3. Методы оценки экологических и социальных эффектов проекта
 Methods for assessing the environmental and social effects of the project

Базовым соотношением (1) рассмотренного модельного комплекса является расчет денежных потоков проекта и соответствующего чистого дисконтированного дохода (ЧДД, или NPV^E) как разности дисконтированных выгод и затрат в со-

ответствующие периоды времени, определяемый в рамках финансового и экономического анализа и служащий основой определения экологических и социальных эффектов проекта:

$$\begin{aligned}
 NPV^E &= \sum_{t=0}^T \frac{(B_t - C_t) + \sum_{f=1}^F (\Delta B_t^f - \Delta C_t^f)}{(1 + r - \Delta r)^t} = \\
 &= \sum_{t=0}^T \frac{(B_t - C_t) + (\Delta B_t^{ext} - \Delta C_t^{ext}) + (\Delta B_t^{soc} - \Delta C_t^{soc}) + (\Delta B_t^{oth} - \Delta C_t^{oth})}{(1 + r - \Delta r)^t}, \quad (1)
 \end{aligned}$$

где $B_t - C_t$ — выгоды и затраты в период t в рамках финансового анализа;
 $\Delta B_t^f - \Delta C_t^f$ — общественные эффекты как результат корректировки в рамках экономического анализа по каждому фактору f , в том числе по экологическим (ext), социальным (soc) и прочим (oth) факторам и соответствующим эффектам (налоговым, ценовым и косвенным);
 $r - \Delta r$ — социальная ставка дисконтирования с учетом ее отличия от финансовой ставки r .

Таким образом, предлагаемые методы оценки экологических и социальных эффектов базируются на выделении указанных общественных эффектов в составе экономической (общественной) эффективности; анализе и мониторинге распределения этих эффектов между участниками с учетом создания механизмов, обеспечивающих благоприятные институциональные условия инвестирования в инвестиционные проекты, характеризующиеся высокими социальными и положительными экологическими эффектами.

Технологии и практика экологизации населенных пунктов и сельскохозяйственных производств

По многим причинам сразу перейти на глубокую декарбонизацию и безуглеродное развитие невозможно. Не потому что нет технологий, а из-за неподготовленности управленческого аппарата государств, населения и отраслевого сопротивления к таким действиям.

В экосистеме действуют два основных механизма взаимодействия: симбиоз и хищник —

жертва, обеспечивающие ее развитие и устойчивость. До симбиоза человечества и экосистемы еще далеко. С начала своего развития человечество действует в соответствии с механизмом хищник — жертва не только в системе человек — экосистема, но и внутри человеческой популяции между различными ее частями, причем в крайней форме. Начинать формирование симбиотического взаимодействия надо с наиболее понятных человеку вещей, где он быстро получит выгоду от предпринимаемых действий. Поэтому надо начинать экологизацию со среды его обитания: домов, населенных пунктов и производства продуктов питания — сельскохозяйственного производства. Если здесь он получит улучшение качества жизни при снижении ее стоимости, то возникнут необходимые условия для экологизации более высокого уровня, воспринимаемые населением. Успех можно ожидать в том случае, если для этого будут применены не затратные механизмы, на которых построена вся современная система жизнеобеспечения, а механизмы с положительным для человека экономическим эффектом. Процесс экологизации-декарбонизации должен опираться на личную заинтересованность человека. Чтобы это принесло устойчивый результат, необходимо подключить постоянно действующий практический образовательный процесс на натуральных объектах начиная с детского сада.

В первых документах ООН речь не шла о действиях человечества по развитию природной среды. В документах описаны цели по снижению нагрузки и сохранению природы. Последующий мониторинг показал, что рубеж самовосстановления экосистемы Земли при данной нагрузке уже пройден, в связи с чем подход, направленный на «сохранение», уже начал меняться на подход, ориентированный на «восстановление и развитие» [32]. Многие темы еще спорны из-за ограниченности накопленной и проанализированной информации, поэтому и методы решения также не вполне ясны. В основном речь идет о процессах на уровне государства и крупных отраслей по повышению энергоэффективности, сокращению и обороту отходов, посадке лесов и т. д. В то же время именно потребности и запросы человека сформировали эту ситуацию. Поэтому необходимо обратить внимание на значительный сектор, связанный с конкретной жизнедеятельностью человека, его ежедневными потребностями и действиями. Он своим жизнеустройством формирует значительное количество отходов, выбросов различных газов, расширяет спектр потребления товаров и тем самым обеспечивает деградацию окружающей среды. Но в этом частном случае для обеспечения экологического образа жизни все технологии экологизации просты, очевидны и фрагментарно многие уже применяются, но пока не приобрели массового характера. На уровне одной семьи, проживающей в частном доме, можно легко продемонстрировать, как должна быть организована восстанавливающая природную среду жизнедеятельность на примере эколо-

ма и связанных с ним технологий. В природе все биологические виды коллективно развивают биологический потенциал экосистемы, поэтому и человек, являющийся одним из биологических видов экосистемы, тоже должен ее развивать. Для этого надо, чтобы каждодневная жизнедеятельность человека пришла в соответствие законам экосистемы. Экологическое домостроение обеспечено всеми необходимыми отечественными технологиями, которые соответствуют этим принципам [33 ; 34]. При массовом применении они будут способствовать развитию природных систем на наиболее нарушенных территориях — в сельских и городских населенных пунктах.

Подход к экологизации основан на общих принципах развития экосистемы, но каждая страна имеет свои специфические особенности, связанные с многовековым процессом формирования менталитета, обусловленного местными климатическими и природными условиями, взаимодействием с соседями. Все это относится и к России, при этом в России значительная часть населения — около 20 % — проживает в самом холодном климате.

Развитие экосистемы происходит на основе замкнутых циклов. В экосистеме нет понятия отходов, а основным источником ее развития является энергия солнца. Именно это обеспечило выживание и дальнейшее развитие экосистемы Земли после сотни локальных и пяти глобальных вымираний из тех, которые известны [35]. Жизнедеятельность любой природной территории с участием человека должна строиться на этих же принципах. Поэтому для экологизации требуется отбирать те технологии, которые эти принципы удовлетворяют.

Все население России живет либо в сельских населенных пунктах, либо в городах или городских агломерациях. Технологии жизнеобеспечения в России должны обеспечить энергоэффективность, безотходность, максимально возможное использование солнечной энергии. Жизнеобеспечение должно быть построено по замкнутым циклам. При этом надо иметь в виду, что нижний период циклов, обеспечивающих безотходность, должен иметь величины в пределах жизненного цикла человека — сутки. Неделя — предельный срок до получения товарного продукта. Верхний предел цикла должен соответствовать годовому климатическому циклу.

Для естественного входа технологий в социально-экономическую жизнь надо, чтобы они опирались на действующие производственно-экономические процессы. Второе условие получения заметного эффекта заключается в массовости этих процессов. В России есть два таких саморазвивающихся массовых процесса: индивидуальное жилищное строительство и производство продуктов питания силами населения на собственных подворьях и участках для садоводства и огородничества. Еще один сопутствующий и быстро развивающийся процесс — фермерство, которое становится массовым, оставаясь относи-

тельно малотоварным в рамках одного хозяйства [36]. Отобранные для экологического домостроения технологии натурального земледелия позволяют его вывести по производству продукции и производительности труда на один уровень с промышленным сельским хозяйством.

Последние три десятилетия в России интенсивно развивается индивидуальное жилищное строительство (рис. 4). С 2010 по 2020 гг. ввод индивидуальных домов вырос со 188,6 тыс. до-

мов до 298,7 тыс. Стоимость строительства 1 м² индивидуального дома варьировалась от 30 до 40 тыс. руб. Из этого следует, что население России вложило в строительство собственных домов от 1,2 до 1,5 трлн руб. собственных средств. Если измерять эти вложения населения в единицах бюджета России, то данная величина находится в пределах от 5,88 до 7,35 % от величины бюджета 2020 г. [36].

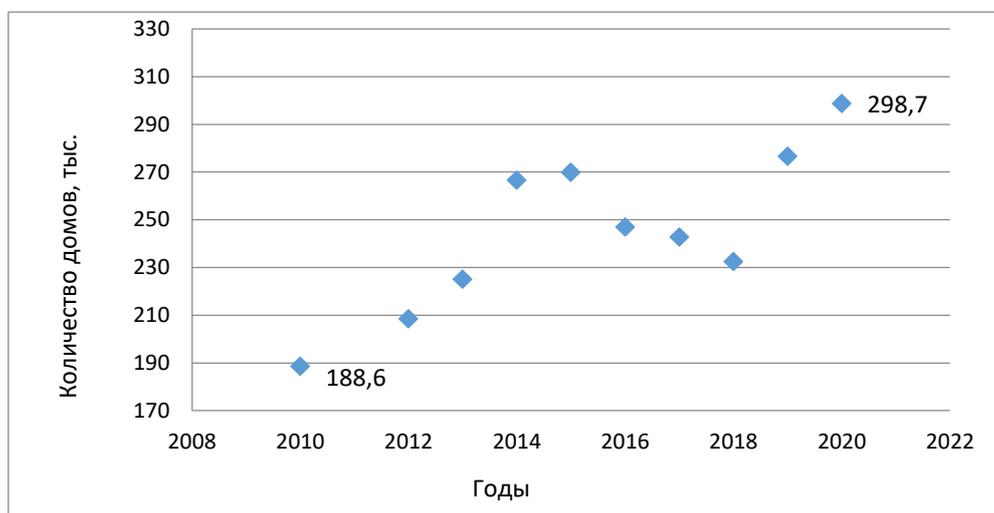


Рис. 4. Строительство индивидуальных домов в России [36]
Construction of individual houses in Russia [36]

Производство сельскохозяйственных продуктов питания на частных подворьях, участках для са-

доводства и огородничества имеет следующую динамику (рис. 5).

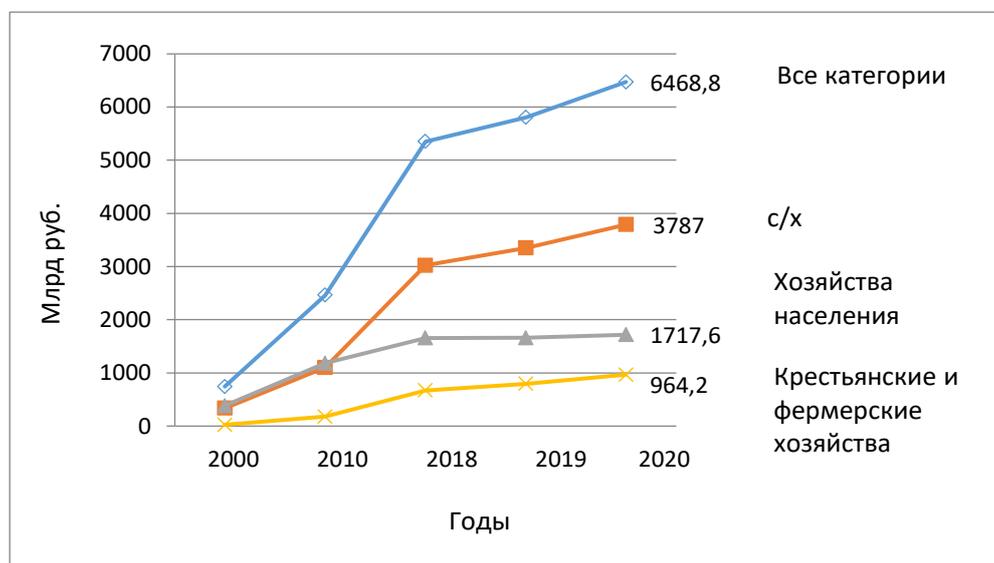


Рис. 5. Производство сельхозпродукции в России [36]
Agricultural production in Russia [36]

Если учесть, что все население России, по данным Федеральной службы государственной статистики, тратит на еду в год 10,3 трлн руб., то собственных продуктов в России производится 63,1 % [37]. Из графика следует, что население в личных подсобных хозяйствах (ЛПХ) производит 26,5 % всей продукции на площади 7,6 % от площади пашни. Причем надо учесть, что часто

это не пашня, а участки на территории населенных пунктов и различные неудобья.

На одном гектаре владельцы ЛПХ и садоводы-любители производят продукции на сумму в 3,5 раза большую среднего по России значения, а с/х организации и фермеры ниже среднего значения — 0,77 и 0,91 соответственно (табл. 3).

Производительность разных категорий пашни
Productivity of different categories of arable land

Принадлежность пашни	Площадь, млн га	Доля в общей площади пашни, %	Произведено продукции, млрд руб.	Производство на 1 га, тыс. руб.
Всего пашни	122,7	100,0	6 468,8	52,72 (1)
С/х организации	93,3	76,4	3 787,0	40,6 (0,77)
ЛПХ, садоводы, огородники	9,3	7,6	1 717,6	184,4 (3,5)
Фермеры	20,1	16,4	964,2	47,9 (0,91)

При производстве продуктов в этом секторе используется преимущественно природное земледелие, развивающее почву в отличие от с/х организаций и фермерских хозяйств, где используется промышленное земледелие, приводящее к деградации почвы. Земледельческие технологии растениеводства легко переносятся в фермерские и крестьянские хозяйства с таким же выходом продуктов, как в микрохозяйствах ЛПХ. Это означает, что экологизация фермерских хозяйств имеет потенциал увеличения выхода натуральной продукции с 964,2 млрд руб. до 3 708,46 млрд руб. даже при данном количестве хозяйств. В этом случае суммарное производство продуктов частниками и фермерами составит 5 426 млрд руб. Только за счет этих мер повысится самообеспечение России продуктами питания с 63,1 % до 89,5 %. Эти два процесса имеют существенный

потенциал экологизации городской среды и сельскохозяйственного производства силами и за счет средств и ресурсов населения. От государства требуется только стимулирующая политика, законодательное обеспечение и затраты на техническое обеспечение старта программы на сумму не более 1 % от вложений населения.

Эффект от перехода на массовое экологическое строительство и снижение выбросов CO₂ можно продемонстрировать на примере энергоэффективности экодому [38 ; 39]. На рис. 6 представлена диаграмма снижения энергопотребления экодому по сравнению с обычным домом. Расчеты выполнены для условий острова Ольхон, на Байкале. Сравнение приведено в предположении, что обычный дом по потреблению энергии соответствует норме.

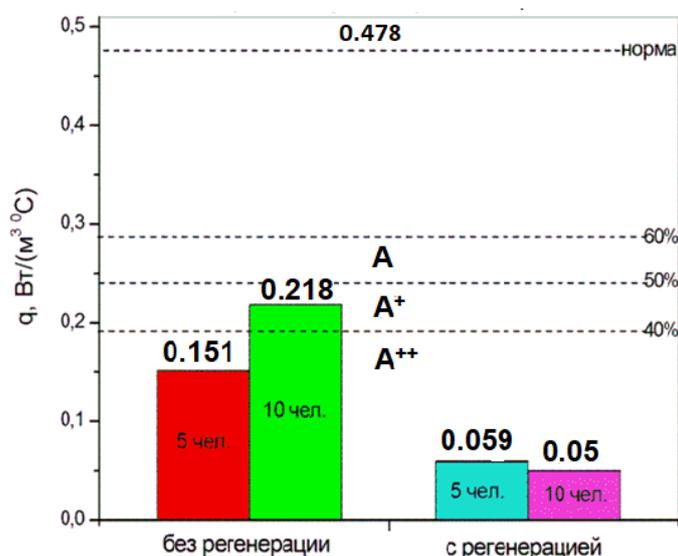


Рис. 6. Удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию дома
Specific characteristic of the consumption of thermal energy for heating and ventilation at home

Из диаграммы следует, что экодому на 1 м² потребляет в год тепловой энергии в 9 раз меньше обычного дома, а следовательно, во столько же меньше выбрасывает в атмосферу CO₂. Технологии, отобранные для строительства индивидуального жилья, подходят при соответствующей трансформации и для многоэтажного строительства.

Оба эти процесса и технологии приведут к пересмотру организации коммунального хозяйства и в сельских населенных пунктах и в городах.

Государственная поддержка коммунального хозяйства России со стороны бюджета равна 1,1 % от его величины, или 0,224 4 трлн руб. Остальное — это коммунальные платежи населения, которые равны 0,204 3 трлн руб. в год [36]. Отрасль является затратной и для государства и для населения. Коммунальное хозяйство населенных пунктов может стать доходной, если бытовые стоки рассматривать не как отходы, а как ценный водный ресурс, содержащий до 4 % органики.

Используемые в настоящее время очистные сооружения являются энергетически затратным процессом. Кроме этого современные стоки наносят вред водным системам. При традиционной технологии условно очищенные стоки сбрасываются в естественные водные системы, в которых осуществляется доочистка. Это особенно вредно для озера Байкал. В очистных сооружениях формируется значительное количество биологического ила, который, являясь ценным биологическим ресурсом, наносит существенный экологический вред за счет высокой концентрации в местах накопления аналогично свалке твердых коммунальных отходов. Предлагается отказ от традиционных очистных сооружений и создание вместо них биоботанических полигонов для выращивания деревьев, кустарников и травяных культур. По сути, это создание зеленых зон для населенных пунктов вместо свалок. Сточные воды идеально подходят для орошения растений на таких полигонах. Эта технология использовалась более века назад, но от нее отказались из-за проблем с транспортировкой стоков на большие расстояния. В настоящее время с использованием новых технологий по транспортировке жидких сред создание биополигонов значительно дешевле традиционных. Этот подход обладает двумя существенными преимуществами. Первое заключается в том, что на биополигоне производится товарная продукция и вся система становится самокупаемой. Ее вторым достоинством является то, что вода попадает в водоемы через испарение (почвой и растительностью) или через фильтрацию в почву, т. е. естественным для экосистемы способом [40].

В качестве еще нескольких примеров можно привести беспашенное земледелие, повышающее плодородие почв и эффективное производство почв из органических отходов [41 ; 42], использование высокопроизводительных биогазовых установок и производство кормов на продуктах переработки органических отходов на этих установках [43]. В этих технологиях кроме производства товарного продукта вырабатывается энергия.

Выводы

Экологическое домостроение приобретает особое значение для реализации Стратегии социально-экономического развития России, обеспечивающего низкий уровень выбросов парниковых газов до 2050 года.

Сравнительный анализ альтернатив декарбонизации свидетельствует о поляризации экспертных оценок: от акцента на постепенном снижении парниковых газов благодаря модернизации традиционной энергетики и поглощающей способности экосистем до безуглеродного будущего мировой экономики за счет возобновляемых источников энергии и «негативных эмиссионных» технологий. Искусственное противопоставление концепций декарбонизации и экологического развития объясняется определенной парадигмальной или корпоративной зависимостью участников экономических процессов.

Несмотря на дискуссионный характер концептуальных подходов и даже поляризацию определенных теоретических разработок наблюдается консолидация экспертной позиции относительно роли городов и урбанистических зон. Снизить социально-экономический ущерб предлагается за счет превращения высокоурбанизированных территорий в «зеленые» города и устойчивые агломерации, а также за счет развития сельских территорий благодаря экопоселениям и инклюзивным общинам.

Предлагаемые методы комплексной количественной оценки проектов различных типов позволяют выделять и измерять в денежном выражении экологические и социальные эффекты на основе базовой финансово-экономической модели, взаимодействующей с агенто-ориентированной моделью, расширенной функцией общественного благосостояния и межотраслевыми мультирегиональными моделями. Применение взаимосвязанных экономико-математических моделей обеспечивает комплексный подход к оценке, предоставляя широкие возможности для денежного измерения экологических и социальных эффектов проекта на макро-, мезо- и микроуровнях анализа. Разработанные методы позволяют обосновать координацию действий участников с учетом растущей взаимозависимости и соответствующего распределения между ними экологических и социальных эффектов.

Полученные результаты показывают, что стимулирование инвестиций в проекты с высокими положительными экологическими и социальными эффектами обосновано значительным превышением экономической эффективности проектов по сравнению с финансовой эффективностью и существенно зависит от выбора адекватного механизма взаимодействия участников проекта.

Список источников

1. *United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights (ST/ESA/SER.A/352). 2014. P. 7.*
1. *Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2020 год.* URL: http://www.meteorf.ru/upload/iblock/d94/Obzor_2020_070721.pdf (дата обращения: 12.02.2022).
2. *The Limits to Growth. 1972 / D. H. Meadows, D. L. Meadows, et al.* URL: <http://www.donellameadows.org/wp-content/userfiles/Limits-to-Growth-digital-scan-version.pdf> (дата обращения: 12.02.2022).
3. *Mesarovic M., Pestel E. Mankind at the Turning Point.* N. Y. : E. P. Dutton & Co, 1974. P. 210.
4. *Goldsmith E., Allen R. A Blueprint for Survival.* Harmondsworth : Penguin Press, 1972. 137 p.
5. *IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / [H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, M. Tignor,*

E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.]. Cambridge University Press. URL: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_FinalDraft_FullReport.pdf

6. *The Economist*. 2021. Feb. 27. URL: <https://www.economist.com/search?q=2021+Feb.27>

7. Горбачева Н. В. Традиционная и возобновляемая электроэнергетика в условиях новой индустриализации: достаточность и доступность // Энергия: экономика, техника, экология. 2020. № 4. С. 23—29. DOI: 10.7868/S0233361920040059.

8. Порфирьев Б. Н. Экономическое измерение климатического вызова устойчивому развитию России // Вестн. Рос. акад. наук. 2019. Т. 89, № 4. С. 400—407.

9. Бобылев С. Н. Устойчивое развитие: парадигма для будущего // Мировая экономика и международные отношения. 2017. Т. 61, № 3. С. 107—113.

10. Ross K., Seddon J. Curbing climate change and preventing deaths from air pollution go hand-in-hand // World Resources Institute. Oct. 29. 2018. URL: <https://www.wri.org/print/64389> (дата обращения: 12.02.2022).

11. *Lancet* Commission4 on Health and Climate Change. 2017. Oct. 19. URL: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32345-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32345-0) (дата обращения: 12.02.2022).

12. Ревич Б. А., Шапошников Д. А. Особенности воздействия волн холода и жары на смертность в городах с резко-континентальным климатом // Сибир. медицин. обозрение. 2017. № 2 (104). С. 84—90.

13. Oreskes N., Conway E. Merchants of Doubt: How a Handful of Scientists Obscured the Truth on Issues from Tobacco Smoke to Global Warming. N. Y. : Bloomsbury Press, 2010. P. 355.

14. Net Zero Carbon Buildings Declaration. URL: <https://www.c40.org/declarations/net-zero-carbon-buildings-declaration/>

15. Лисицына Н. А. Как провести общественную экологическую экспертизу? : метод. пособие для общественных объединений в сфере охраны окружающей среды по организации и проведению общественной экологической экспертизы. Южно-Сахалинск : М. : Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2020. С. 78.

16. Методическое пособие по экологической оценке инвестиционных проектов. М. : ЦППП, 2000. С. 123.

17. Горбачева Н. В., Новикова Т. С., Огородников И. А. Проект экологического малоэтажного жилищного строительства «Экодом — спутник Академгородка»: анализ опыта и перспектив // Креатив. экономика. 2009. № 9 (33). С. 128—133.

18. Florio M. A. Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects: Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014—2020. Luxemburg : Publications Office of the European Union, 2015. 364 p.

19. *Guidelines for the Economic Analysis of Projects*. Mandaluyong City, Philippines : Asian Development Bank, 2017. P. 170.

20. Tsyplakova D. A. External effects as an objective premise of knowledge-based economics formation // *Economical Sciences*. 2010. No. 70. P. 45—8.

21. Stiglitz J. E., Fitoussi J., Durand M. Measuring What Counts: The Global Movement for Well-Being. The New Press, 2015. 143.

22. Руководство по инвесторам в помощь специалистам в работе по подготовке инвестиционных проектов в области окружающей среды, изменения климата и водных ресурсов в Центральной Азии. Stantec, 2021. 85 с. URL: https://wecoop.eu/wp-content/uploads/2020/04/Investor-guide-RU_2021.pdf (дата обращения: 12.03.2022).

23. *The World Bank: Environmental and Social Framework*. Washington: International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. 2017. P. 121.

24. *Economic Appraisal: Vademecum 2021—2027. General Principles and Sector Applications*. EC. 2021. P. 98.

25. Тагаева Т. О., Казанцева Л. К. «Зеленые инвестиции» как стратегия социально-экономического развития // Россия: тенденции и перспективы развития: ежегодник. Вып. 12. М. : ИНИОН РАН, 2017. С. 269—272.

26. Еремко З. С., Бальжанова Т. М., Бардаханова Т. Б. Экологически ориентированный инвестиционный проект: сущность и классификация // Вестн. БГУ. Экономика и менеджмент. 2018. № 4. С. 56—63.

27. Вострикова Е. О., Мешикова А. П. ESG-критерии в инвестировании: зарубежный и отечественный опыт // Финансовый журн. 2020. Т. 12, № 4. С. 117—129.

28. Novikova T. S. Investments in research infrastructure on the project level: Problems, methods and mechanisms. Evaluation and Program Planning. 2022. Vol. 91. p. 102018. URL: <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2021.102018>

29. Новикова Т. С., Цыплаков А. А. Разработка социальной политики на основе сочетания агент-ориентированного и межотраслевого подходов // Журн. Новой эконом. ассоциации. 2021. № 4 (52). С. 12—36.

30. Novikova T. Territorial inequality // an agent-based approach in modelling of social policy // *E3S Web of Conferences*. 2021. Vol. 301. P. 03001.

31. *United Nations Environment Programme (UNEP) and UN Environment Programme World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC)*. URL: <https://www.unep.org/resources/ecosystem-restoration-people-nature-climate>

32. Огородников И. А., Макарова О. Н., Дубынина Е. С. Экодом в Сибири. Новосибирск : ИСАР-Сибирь, 2001. 86 с.

33. Огородников И. А. Если строить, то экодом // ЭКО. 1992. № 9. С. 35—40.

34. Hallam A., Wignall P. B. Mass Extinctions and Their Aftermath. N. Y. : Oxford University Press, 1997. 324 p.

35. *Российский статистический ежегодник*. 2021 : стат. сб. / Росстат. М., 2021. 692 с.

36. Потребление основных продуктов питания населением Российской Федерации // Федеральная служба гос. статистики : офиц. сайт. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13278?print=1>

37. Огородников И. А. Массовое строительство экологического жилья — один из механизмов устойчивого развития населенных пунктов // III Всероссийская научная конференция с международным участием «Энерго- и ресурсоэффективность малоэтажных жилых зданий», 21—23 марта 2017 года, Новосибирск, Институт теплофизики СО РАН, 2017. С. 441—448. URL: http://www.itp.nsc.ru/conferences/mzhz_2017_

38. Borodulin V. Yu., Nizovtsev M. I., Ogorodnikov I. A. Energy analysis of the heat balance of an energy efficient home on Lake Baikal. III International Scientific Conference «Sustainable and Efficient Use of Energy, Water and Natural Resources», Saint-Petersburg, April 19—24. 2021. 369 p.

39. Огородников И. А., Огородникова В. И., Степнов А. А. Возрождение планеты земля лесом. 2015. URL: http://www.itp.nsc.ru/conferences/mzhz_2015/files/S07_Ogorodnikov.pdf
40. Насыров А. Н. О переходе на природозащитное земледелие. 2017. URL: http://www.itp.nsc.ru/conferences/mzhz_2017/files/S5_Nasirov.pdf
41. Шапиро В. А. Промышленные технологии ХБО для освоения земель с экстремальным климатом. 2015. URL: http://www.itp.nsc.ru/conferences/mzhz_2015/files/S07_Shapiro.pdf15
42. Чумаков А. Н. Просвещение в области экологизации сельского хозяйства — один из путей к достижению экологической, продовольственной и климатической безопасности. 2015. URL: http://www.itp.nsc.ru/conferences/mzhz/files/S09_Chumakov.pdf

References

- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights (ST/ESA/SER.A/352), 2014, pp. 7.
- Obzor sostojanija i zagriznenija okruzhajushhej sredy v Rossijskoj Federacii za 2020 god [Review of the state and pollution of the environment in the Russian Federation for 2020]. Available at: http://www.meteorf.ru/upload/iblock/d94/Obzor_2020_070721.pdf (accessed: 12.02.2022)
- Meadows D.H., Meadows D.L., et al. The Limits to Growth, 1972. Available at: <http://www.donellameadows.org/wp-content/userfiles/Limits-to-Growth-digital-scan-version.pdf> (accessed: 12.02.2022)
- Mesarovic M., Pestel E. Mankind at the Turning Point. New York: E.P. Dutton & Co, 1974, 210 p.
- Goldsmith E., Allen R. A Blueprint for Survival. Harmondsworth: Penguin Press, 1972, 137 p.
- Pörtner H.-O., Roberts D.C., Tignor M., Poloczanska E.S., Mintenbeck K., Alegría A., Craig M., Langsdorf S., Lössche S., Möller V., Okem A., Rama B. et al. eds. IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Available at: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_FinalDraft_FullReport.pdf
- The Economist*, 2021, Feb. 27. Available at: <https://www.economist.com/search?q=2021+Feb.27>
- Gorbacheva N.V. Tradicionnaja i vozobnovljaemaja jelektrojenergetika v uslovijah novoj industrializacii: dostatochnost' i dostupnost' [Traditional and renewable electric power industry in the context of new industrialization: sufficiency and accessibility], *Jenergija: jekonomika, tehnika, jekologija* [Energy: economics, technology, ecology], 2020, no. 4, pp. 23—29. DOI: 10.7868/S0233361920040059.
- Porfir'ev B.N. Jekonomicheskoe izmerenie klimaticeskogo vyzova ustojchivomu razvitiju Rossii [Economic dimension of the climate challenge to the sustainable development of Russia], *Vestnik Rossijskoj akademii nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Sciences], 2019, vol. 89, no. 4, pp. 400—407.
- Bobylev S.N. Ustojchivoje razvitie: paradigma dlja budushhego [Sustainable development: a paradigm for the future], *Mirovaja jekonomika i mezhdunarodnye otnoshenija* [World economy and international relations], 2017, vol. 61, no. 3, pp. 107—113.
- Ross K., Seddon J. Curbing climate change and preventing deaths from air pollution go hand-in-hand // World Resources Institute, Oct., 29, 2018. Available at: <https://www.wri.org/print/64389> (accessed: 12.02.2022)
- Lancet Commission4 on Health and Climate Change. October 19, 2017. Available at: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32345-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32345-0) (accessed: 12.02.2022)
- Revich B.A., Shaposhnikov D.A. Osobennosti vozdejstvija voln holoda i zhary na smertnost' v gorodah s rezko-kontinental'nym klimatom [Features of the impact of cold and heat waves on mortality in cities with a sharply continental climate], *Sibirskoe medicinskoje obozrenie* [Siberian Medical Review], 2017, no. 2 (104), pp. 84—90.
- Oreskes N., Conway E. Merchants of Doubt: How a Handful of Scientists Obscured the Truth on Issues from Tobacco Smoke to Global Warming. New York: Bloomsbury Press, 2010, pp. 355.
- Net Zero Carbon Buildings Declaration. Available at: <https://www.c40.org/declarations/net-zero-carbon-buildings-declaration/>
- Lisicyna N.A. Kak provesti obshhestvennuju jekologicheskiju jekspertizu?[How to conduct a public environmental review?] Metodicheskoe posobie dlja obshhestvennyh obedinenij v sfere ohrany okruzhajushhej sredy po organizacii i provedeniju obshhestvennoj jekologicheskij jekspertizy. Juzhno-Sahalinsk, Moscow: Vsemirnyj fond dikoj prirody (WWF), 2020, 78 p.
- Metodicheskoe posobie po jekologicheskij ocenke investicionnyh proektov [Methodological guide for environmental assessment of investment projects]. Moscow: CPRP, 2000, 123 p.
- Gorbacheva N.V., Novikova T.S., Ogorodnikov I.A. Proekt jekologicheskogo malojetazhnogo zhilishhnogo stroitel'stva «Jekodom — sputnik Akademgorodka»: analiz opyta i perspektiv [The project of ecological low-rise housing construction "Ecohouse - a satellite of Akademgorodok": analysis of experience and prospects], *Kreativnaja jekonomika* [Creative Economy], 2009, no. 9 (33), pp. 128—133.
- Florio M.A. Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects: Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014—2020. Luxemburg: Publications Office of the European Union, 2015, 364 p.
- Guidelines for the Economic Analysis of Projects. Mandaluyong City, Philippines: Asian Development Bank, 2017, 170 p.
- Tsyplakova D.A. External effects as an objective premise of knowledge-based economics formation. *Economical Sciences*, 2010, 70, 45—8.
- Stiglitz J.E., Fitoussi J., Durand M. Measuring What Counts: The Global Movement for Well-Being. The New Press, 2015, 143 p.
- Rukovodstvo po investoram v pomoshh' specialistam v rabote po podgotovke investicionnyh proektov v oblasti okruzhajushhej sredy, izmenenija klimata i vodnyh resursov v Central'noj Azii [Investor's Guide to assist professionals in the preparation of investment projects in the field of environment, climate change and water resources in Central Asia]. Stantec, 2021, 85 p. Available at: https://wecoop.eu/wp-content/uploads/2020/04/Investor-guide-RU_2021.pdf (accessed: 12.03.2022).

23. The World Bank: Environmental and Social Framework. Washington: International Bank for Reconstruction and Development, The World Bank, 2017, p. 121.
24. Economic Appraisal: Vademeum 2021—2027. General Principles and Sector Applications. EC, 2021, 98 p.
25. Tagaeva T.O., Kazanceva L.K. "Zelenye investicii" kak strategija social'no-jekonomicheskogo razvitiya ["Green investments" as a strategy for socio-economic development"], *Rossija: tendencii i perspektivy razvitiya: ezhegodnik [Russia: trends and development prospects]*. Iss. 12. Moscow: INION RAN, 2017, pp. 269—272.
26. Eremko Z.S., Bal'zhanova T.M., Bardahanova T.B. Jekologicheski orientirovannyj investicionnyj proekt: sushhnost' i klassifikacija [Ecologically oriented investment project: essence and classification], *Vestnik BGU. Jekonomika i menedzhment [Vestnik BSU. Economics and management]*, 2018, no. 4, pp. 56—63.
27. Vostrikova E.O., Meshkova A.P. ESG-kriterii v investirovanii: zarubezhnyj i otechestvennyj opyt [ESG-criteria in investing: foreign and domestic experience], *Finansovyy zhurnal [Financial magazine]*, 2020, vol. 12, no. 4, pp. 117—129.
28. Novikova T.S. Investments in research infrastructure on the project level: Problems, methods and mechanisms. Evaluation and Program Planning, 2022, vol. 91, p. 102018. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2021.102018>
29. Novikova T.S., Cyplakov A.A. Razrabotka social'noj politiki na osnove sochetaniya agent-orientirovannogo i mezhotraslevogo podhodov [Development of social policy based on a combination of agent-based and cross-industry approaches], *Zhurnal Novoj jekonomicheskoy associacii [Journal of the New Economic Association]*, 2021, no. 4 (52), pp. 12—36.
30. Novikova T. Territorial inequality: an agent-based approach in modelling of social policy. E3S Web of Conferences, 2021, vol. 301, p. 03001.
31. United Nations Environment Programme (UNEP) and UN Environment Programme World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC). Available at: <https://www.unep.org/resources/ecosystem-restoration-people-nature-climate>
32. Ogorodnikov I.A., Makarova O.N., Dubynina E.S. Jekodom v Sibiri [Eco-house in Siberia]. Novosibirsk: ISAR-Sibir', 2001, 86 p.
33. Ogorodnikov I.A. Esli stroit', to jekodom [If you build, then eco-house], *JeKO [ECO]*, 1992, no. 9, pp. 35—40.
34. Hallam A., Wignall P.B. Mass Extinctions and Their Aftermath. — New York: Oxford University Press, 1997, 324 p.
35. Rossijskij statisticheskij ezhegodnik. 2021 [Russian Statistical Yearbook. 2021]: Stat.sb. / Rosstat. Moscow, 2021, 692 p.
36. Potreblenie osnovnyh produktov pitaniya nase-leniem Rossijskoj Federacii [Consumption of basic foodstuffs by the population of the Russian Federation], *Feder. sluzhba gos. statistiki [Federal State Service. statistics]*: ofic. sajт. Available at: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13278?print=1>
37. Ogorodnikov I.A. Massovoe stroitel'stvo jekologicheskogo zhil'ja — odin iz mehanizmov ustojchivogo razvitiya nase-lennyh punktov [Mass construction of ecological housing is one of the mechanisms for the sustainable development of settlements], *III Vserossijskaja nauchnaja konferencija s mezhdunarodnym uchastiem «Jenergo- i resursojektivnost' malozetazhnyh zhilyh zdaniy», 21—23 marta 2017 goda [III All-Russian scientific conference with international participation "Energy and resource efficiency of low-rise residential buildings", March 21-23, 2017]*, Novosibirsk, Institut teplofiziki SO RAN, 2017, pp. 441—448. Available at: http://www.itp.nsc.ru/conferences/mzhz_2017
38. Borodulin V.Yu., Nizovtsev M.I., Ogorodnikov I.A. Energy analysis of the heat balance of an energy efficient home on Lake Baikal. III International Scientific Conference "Sustainable and Efficient Use of Energy, Water and Natural Resources", Saint-Petersburg, April 19—24, 2021, 369 p.
39. Ogorodnikov I.A., Ogorodnikova V.I., Stepnov A.A. Vozrozhdenie planety zemlja lesom [Revival of the planet earth by the forest], 2015. Available at: http://www.itp.nsc.ru/conferences/mzhz_2015/files/S07_Ogorodnikov.pdf
40. Nasyrov A.N. O perehode na prirodozashhitnoe zemledelie [On the transition to nature-protective agriculture], 2017. Available at: http://www.itp.nsc.ru/conferences/mzhz_2017/files/S5_Nasirov.pdf
41. Shapiro V.A. Promyshlennye tehnologii HBO dlja osvoenija zemel' s jekstremal'nym klimatom [Industrial technologies of CBW for the development of lands with extreme climate], 2015. Available at: http://www.itp.nsc.ru/conferences/mzhz_2015/files/S07_Shapiro.pdf
42. Chumakov A.N. Prosveshhenie v oblasti jekologizacii sel'skogo hozjajstva — odin iz putej k dostizheniju jekologicheskoy, prodovol'stvennoj i klimaticeskoy bezopasnosti [Education in the field of greening agriculture is one of the ways to achieve environmental, food and climate security], 2015. Available at: http://www.itp.nsc.ru/conferences/mzhz/files/S09_Chumakov.pdf

Информация об авторах

Горбачева Наталья Викторовна — кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, Институт экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения Российской академии наук, доцент кафедры экономики и инвестиций, Сибирский институт управления — филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация. E-mail: Nata_lis@mail.ru

Новикова Татьяна Сергеевна — доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник, Институт экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения Российской академии наук, профессор кафедры финансов и кредита, Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Новосибирск, Российская Федерация. E-mail: tsnovikova@mail.ru

Огородников Игорь Александрович — кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, Институт теплофизики Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Российская Федерация. E-mail: igoro47@yandex.ru

Information about the authors

Natalia V. Gorbacheva — Candidate of Economic Sciences, Senior Research Fellow, Institute of Economics and Organization of Industrial Production of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Associate Professor, Department of Economics and Investments, Siberian Institute of Management — branch of Russian Presidential Academy of

National Economy and Public Administration, Novosibirsk, Russian Federation. E-mail: Nata_lis@mail.ru

Tatyana S. Novikova — Doctor of Economics, Leading Researcher, Institute of Economics and Organization of Industrial Production of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Professor, Department of Finance and Credit, Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russian Federation. E-mail: tsnovikova@mail.ru

Igor A. Ogorodnikov — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Senior Researcher, Institute of Thermal Physics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russian Federation. E-mail: igoro47@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 12.04.2022; одобрена после рецензирования 22.04.2022; принята к публикации 08.05.2022.

The article was submitted 12.04.2022; approved after reviewing 22.04.2022; accepted for publication 08.05.2022.