
ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ

**ЭКОЛОГИЯ И КЛИМАТ: ГДЕ МЫ СЕЙЧАС И ГДЕ БУДЕМ
ЧЕРЕЗ ДВА-ТРИ ДЕСЯТИЛЕТИЯ
СИТУАЦИЯ В РОССИИ**

© 2023 г. В. И. Данилов-Данильян^{а,*}, В. М. Катцов^{б,**}, Б. Н. Порфирьев^{с,***}

^аИнститут водных проблем РАН, Москва, Россия

^бГлавная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова Росгидромета, Санкт-Петербург, Россия

^сИнститут народнохозяйственного прогнозирования РАН, Москва, Россия

*E-mail: vidd38@yandex.ru

**E-mail: director@main.mgo.rssi.ru

***E-mail: b_porfiriev@mail.ru

Поступила в редакцию 22.08.2023 г.

После доработки 10.09.2023 г.

Принята к публикации 13.10.2023 г.

Представленная статья — вторая из двух работ, публикуемых авторами в журнале “Вестник РАН”, которые были подготовлены на основе их исследований и докладов в рамках проекта “Горизонт 2040”. Предпринята попытка спроецировать проблему глобальных экологических и климатических изменений, освещённую в предыдущей статье, на ситуацию в России. Рассмотрены наиболее важные вызовы в области экологии и климата на ближайшие десятилетия: загрязнение воздуха и качество жизни населения в городах; обеспеченность водными ресурсами и качество питьевой воды; биоразнообразие и состояние особо охраняемых территорий; изменения климата, их основные тренды, сценарная прогнозная оценка и последствия их воздействий на здоровье человека и экономику. Обоснованы ключевые направления и приоритеты в сфере национальной эколого-климатической политики, а также рекомендации в области долгосрочной политики снижения климатических и экологических рисков развития.

Ключевые слова: экология, климат, биоразнообразие, риски, вредные выбросы, парниковые газы, население, экономика, нетто-нулевая стратегия развития, национальные интересы.

DOI: 10.31857/S0869587323110038, **EDN:** COXGZJ

Предыдущая статья авторов, посвящённая мировым трендам в сфере экологии и климата, глубоко затронула проблему глобальных экологических и климатических изменений на планете [1]. В настоящей публикации эта тема раскрывается применительно к Российской Федерации.

Огромная территория России охватывает исключительное количество природно-климатических зон и обладает наибольшим биоразнообразием среди стран с умеренным и холодным климатом. Она богата природными ресурсами суши и омывается морями с достаточно высокой биоём-



ДАНИЛОВ-ДАНИЛЬЯН Виктор Иванович — член-корреспондент РАН, научный руководитель ИВП РАН. **КАТЦОВ** Владимир Михайлович — доктор физико-математических наук, директор ГГО Росгидромета. **ПОРФИРЬЕВ** Борис Николаевич — академик РАН, научный руководитель ИНП РАН.

костью (которая при потеплении может возрасти, если этому не воспрепятствует загрязнение морей). Здесь сосредоточено более 1/5 лесов планеты — первое место в мире как по площади, так и по объёму древесины. При этом более половины лесов — наиболее экологически ценные (в том числе, вместе с болотами, по критерию поглощения “климатически активного” углерода) первичные (нетронутые) и старовозрастные малонарушенные леса [2]. По валовым возобновляемым запасам пресной воды Россия занимает второе место после Бразилии.

Однако уникальный природный потенциал страны испытывает ощутимое воздействие экономики, характер и степень которого пока далеки от современных экологических критериев устойчивого развития. Это грозит если не потерей, то существенным снижением устойчивости и последующими рисками для качества и уровня жизни населения, конкурентоспособности национальной экономики в долгосрочной перспективе. Из особенностей негативного влияния экономики следует выделить прежде всего истощительное лесопользование и огромные потери вследствие лесных пожаров, примерно 97% которых происходит во вине человека [2–4], неэффективную систему утилизации и безопасного уничтожения твёрдых отходов производства и потребления (отставание от развитых стран не менее чем на 40 лет)¹, недопустимо высокий уровень загрязнения водных объектов. Если комплекс мероприятий, спланированный государством с опорой на науку, будет добросовестно выполнен, в каждом из соответствующих направлений за 20 лет могут быть достигнуты значительные успехи, но радикального перелома в экологизации и рационализации природопользования можно ожидать только к середине текущего века.

Чтобы определить приоритеты национальной экологической и климатической политики России и обосновать необходимые конкретные меры для достижения её целей, следует сначала рассмотреть основные тренды отдельных составляющих эколого-климатической проблематики на два-три десятилетия вперёд.

Воздух и качество жизни населения. Среди заболеваний и причин преждевременной смертности, связанных с негативным воздействием окружающей среды на здоровье людей, лидируют болезни, которые обусловлены загрязнением воздуха в городах. По нашим оценкам, по этой

причине ежегодно преждевременно уходят из жизни порядка 100 тыс. человек; число заболевших многократно выше. В “Приоритетном списке городов с наиболее высоким уровнем острого и хронического загрязнения воздуха”, по данным государственного мониторинга за 2021 г., насчитывается 42 города², 30 из которых расположены за Уралом. Согласно критериям ВОЗ [5], введённым в конце 2021 г., наиболее опасным (по степени фактического воздействия на популяцию) признано загрязнение мелкодисперсной фракцией взвешенных веществ — твёрдыми частицами $PM_{2.5}$ ³. В 2021 г. средние годовые концентрации этих веществ превысили норму содержания в атмосферном воздухе в 120 городах России [7]. В Западной Европе подобные превышения также были зафиксированы для большей части городов, но их уровни в 2–3 раза ниже, чем в России⁴. При этом в нашей стране на качество воздуха продолжают оказывать значительное влияние такие почти незаметные в воздухе городов развитых стран токсиканты индустриальной эпохи, как формальдегид и, особенно, бенз(а)пирен — сильнейший канцероген. Во что это выливается, показывает, в частности, ситуация с онкологическими заболеваниями у детей (рис. 1).

Обращает на себя внимание большая разница между Москвой и Санкт-Петербургом — городами, которые похожи по всем удельным показателям, имеющим отношение к детским онкологическим заболеваниям, кроме загрязнения воздуха. Оно имеет различные причины, совпадающие или очень близкие, опять-таки кроме одной: в Санкт-Петербурге иловый осадок канализационных сооружений сжигается на трёх заводах (первый введён в эксплуатацию в 1997 г., два других — в 2007 г.), а в Москве утилизируется без использования пиротехнологий. В результате в столице России число детей до 14 лет с диагнозом “рак”, установленным впервые в жизни, с 2001 по 2019 г. выросло в 1.7 раза, а в северной столице — почти в 7.5 раза.

Основная причина загрязнения воздуха промышленными предприятиями — моральное устаревание и физический износ оборудования (как основного, так и на очистных сооружениях). По официальным данным степень износа основных фондов в среднем по стране составляет около

¹ По разным оценкам, в России ежегодно образуется от 40 до 60 млн т твёрдых коммунальных отходов (ТКО) и свыше 5 млрд т промышленных отходов. Большая часть ТКО отправляется на свалки и полигоны без какой-либо сортировки и обезвреживания, утилизируется лишь несколько процентов. С промышленными отходами ситуация лучше, но отставание в этом секторе от передовых экономик пока значительное.

² По данным за 2020 г. таких городов было 15 [6], резкое увеличение их числа в 2021 г. связано с ужесточением ПДК.

³ Эти выводы ВОЗ сделала по короткому перечню веществ (частицы, диоксид азота, озон, диоксид серы). В России загрязнение атмосферы оценивается по нескольким десяткам веществ, в ЕС — по 13.

⁴ “Среднее по больнице” даёт далёкую от полной картину в европейских странах, так как очень велико (кратно!) различие в уровнях загрязнения атмосферы на Западе, с одной стороны, и на Востоке (бывший Совет экономической взаимопомощи) и Юге (Италия, Балканы) — с другой.

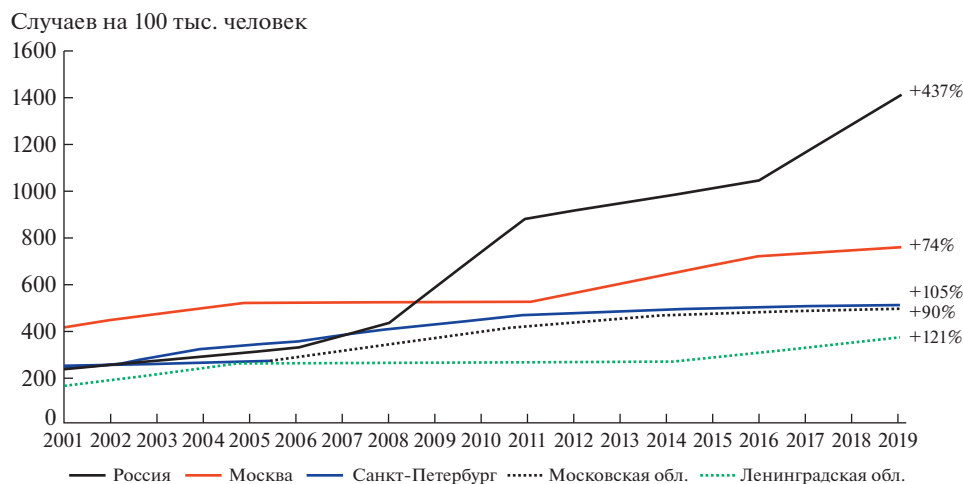


Рис. 1. Заболеваемость детского населения до 14 лет: новообразования у больных с диагнозом, установленным впервые в жизни [8]

50%. Однако альтернативные источники заявляют о гораздо более пессимистичных цифрах — 65%, а в некоторых отраслях промышленности — 80–90% и более [9]. Износ очистного оборудования в России практически всегда был сильнее, чем основного. В развитых странах показатель среднего износа — около 20%. В краткие сроки такое отставание преодолеть не удастся, да и двух десятилетий для этого не хватит.

Воды суши и водная проблема. Дефицит водных ресурсов в России традиционно наблюдается только на отдельных территориях степной зоны (Республика Калмыкия, некоторые районы Нижнего Поволжья, Ставрополья, Краснодарского края, Курганской, Оренбургской, Ростовской областей и др.). Водообеспеченность степного и восточного Крыма в настоящее время определяется функционированием Северо-Крымского канала. Серьезную обеспокоенность вызывает продолжающееся более 30 лет уменьшение водоносности р. Дон, связанное с изменениями климата. И хотя никакого прироста водных ресурсов в этих регионах не предвидится, техническое перевооружение водопользования, структурные сдвиги в реальном секторе и меры по надлежащей охране вод в принципе позволяют решить здесь все водные проблемы за 20 лет (вопрос только в финансировании).

Загрязнение природных вод достигло угрожающих масштабов. Экологическое состояние многих поверхностных водных объектов в наиболее густонаселенных и промышленно развитых районах неудовлетворительное. Главные реки — Волга, Дон, Кубань, Днепр, Северная Двина, Печора, Урал, Обь, Енисей, Лена, Колыма, Амур — оцениваются как “загрязненные”, иногда “грязные”; крупные притоки — Ока, Кама, Тотьма, Иртыш, Тобол, Миасс, Исеть, Тура — на многих участках

“очень грязные”, местами “чрезвычайно грязные”. Состояние ряда менее значительных рек следует признать катастрофическим. По официальным данным [7], объем сброса недостаточно очищенных стоков за 2001–2016 гг. падал с 15.7 до 11.3 км³, а в 2020 г. — до 8.2 км³. Сброс загрязненных сточных вод, вообще не подвергнутых очистке, в 2001–2013 гг. сократился более чем на треть (с 4.5 до 2.96 км³), но затем начал возрастать и в 2016 г. (3.42 км³) превысил уровень 2005 г. (3.4 км³), однако к 2020 г. всё же уменьшился до 1.91 км³. На рисунке 2 показана динамика общего сброса сточных вод (включая очищенные, недостаточно очищенные и неочищенные) за 2010–2020 гг. [6]. Из данных, приведенных в государственных докладах [6, 7], следует, что сброс загрязняющих веществ в водные объекты за 1991–2020 гг. в целом сократился почти вдвое, а некоторых опасных поллютантов — в несколько раз. Однако, согласно Росгидромету (рис. 3) [6], качество вод в данный период фактически не улучшилось.

Такое несоответствие обусловлено двумя основными причинами. Во-первых, не учитывается диффузное загрязнение, на долю которого приходится не менее 60% общего [10]. Оно вообще находится вне сферы внимания государства, не отслеживается, не контролируется и не регулируется. Во-вторых, официальная статистика базируется в основном на формах 2-ТП (водхоз), которые заполняются предприятиями-загрязнителями не по измерительным приборам (как повсеместно в странах, ведущих учёт сброшенных загрязнений), а расчетным путем (по данным о выпуске продукции и паспортным характеристикам оборудования). Как показывают исследования, цифры 2-ТП могут быть кратно (до 10 раз) меньше реальных [10].

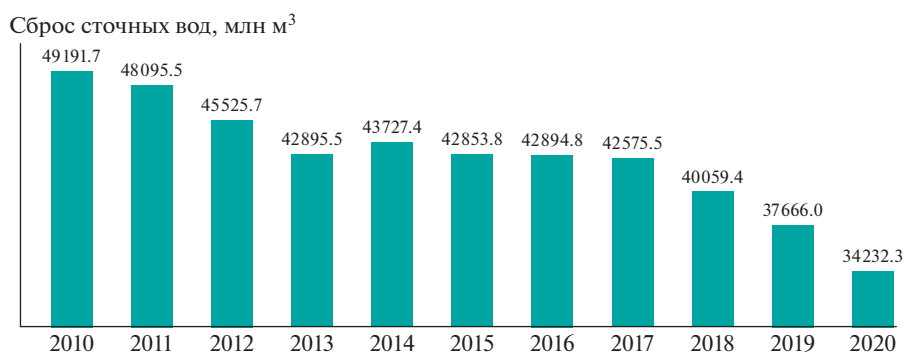


Рис. 2. Динамика сброса сточных вод в поверхностные водные объекты, 2010–2020 гг., млн м³
 Источник: данные Росводресурсов

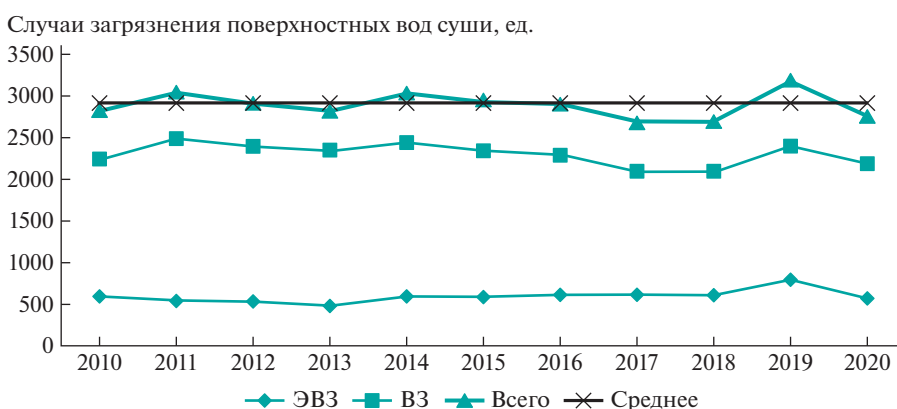


Рис. 3. Динамика количества случаев экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ) и высокого загрязнения (ВЗ) поверхностных вод суши на территории РФ в 2010–2020 гг., ед.
 Источник: данные Росгидромета

Среди городов, которым в наибольшей степени угрожают опасности, обусловленные загрязнением водоисточников, находится и Москва. Столица получает 70% воды из системы четырёх москворецких водохранилищ и примерно 30% через канал им. Москвы, вокруг которых и самой реки Москвы ещё в конце 1930-х годов были выделены зоны санитарной охраны (ЗСО). Земля здесь чрезвычайно дорогая, что в условиях бесконтрольности стимулирует её стремительную застройку коттеджами, дачами, а в последние 25 лет — многоэтажными жилыми домами. Например, районы Звенигорода, находящиеся во втором поясе ЗСО, застроены 12–15-этажными домами при полном игнорировании всех правил ведения хозяйственной деятельности на территории санитарной зоны. Попытки местных жителей, экологических активистов и учёных остановить этот процесс ни к чему не приводят. Если застройка ЗСО в Подмоскovie будет продолжаться, то через 20 лет вода, подаваемая на станции водоподготовки из москворецких водохранилищ, станет

столь грязной, что затраты на приведение её к санитарным нормам превысят все допустимые пределы.

Неудовлетворительное состояние важнейших водных объектов и запущенность водного хозяйства в России — следствие недостаточного внимания к этой сфере в прошедшие 50 лет. Лишь в последние годы появились признаки понимания важности водных проблем и недопустимости отставания в их решении от развитых стран. Это вселяет надежду, что в предстоящие два-три десятилетия здесь будет достигнут столь необходимый прорыв.

Биоразнообразие и особо охраняемые природные территории (ООПТ). По состоянию на 1 января 2023 г. в России насчитывалось около 13 тыс. ООПТ — заповедников, национальных парков и заказников, на которые приходится 11% всей территории страны. Это хорошие показатели с позиции количества. Однако организация работы в ООПТ, их финансирование и оснащение оставляют желать существенно лучшего. Наиболее

ценные в плане сохранения биоразнообразия — заповедники, где соблюдается строгий режим охраны, обязательна научная работа (в настоящее время их 112).

Начало создания системы особо охраняемых природных территорий в России датируется январём 1917 г., когда на озере Байкал был образован первый в стране заповедник — Баргузинский. Отношение власти к заповедному делу не отличалось последовательностью. В 1951 г. уже достаточно широко развитая система была на две трети ликвидирована. Затем последовал период частичного восстановления, но ещё один удар был нанесён 10 лет спустя, при Н.С. Хрущёве, правда, не столь сокрушительный. Во времена застоя заповедники понемногу расширялись.

В эпоху перестройки было принято Постановление ЦК КПСС и Совмина СССР от 07.01.1988 г. “О коренной перестройке дела охраны природы в стране”, изменившее ход процесса. С 1992 по 2000 г. организовано 25 новых заповедников, а в период очередного торможения 2001—2009 гг. — только один. Новая смена курса произошла в 2010 г., заповедное дело было признано важной государственной задачей, началась организация новых заповедников, существенно улучшилось их материально-техническое обеспечение (всё ещё довольно далёкое от современного уровня в развитых странах).

Система ООПТ в России, абсолютно необходимая для сохранения биоразнообразия, испытывает постоянное давление со стороны бизнеса, который стремится эксплуатировать леса, земли, минеральные и биоресурсы, навязывает всевозможные виды рекреации, несовместимые с охранным статусом. В последние годы этот гнёт значительно возрос, несмотря на усилия государства по организации новых ООПТ. Местная исполнительная власть нередко идёт навстречу бизнесу и поддерживает предложения по изменению статуса особо охраняемых территорий, их границ и т.п. Лоббирование интересов бизнеса, противоречащих государственной политике, встречается и в органах законодательной власти.

Рост антропогенной нагрузки на ООПТ и масштабов её последствий — хотя и наиболее антиэкологичный фактор, но лишь верхушка айсберга увеличивающегося воздействия хозяйственной деятельности на экосистемы. Причём не только на природу в целом (что, конечно, неблагоприятно, но закономерно и пока ещё некритично), но и главным образом на конкретные регионы страны, в которых экологическая ситуация отличается от общероссийской в заметно худшую сторону.

Рассматривая территориальные сдвиги в масштабах интенсивности антропогенной нагрузки на природу в постсоветской России, Н.Н. Клюев выявил, что за 1990—2020 гг. нагрузка выросла

прежде всего на хорошо освоенной территории (примерно 1/10 часть площади страны, где проживает около трети её населения) и сократилась — на обширной малоосвоенной (около половины площади и 1/6 населения) [11]. Новый неблагоприятный тренд в динамике нагрузки на природу — относительный сдвиг в приморские регионы, на уязвимые и дефицитные рекреационно привлекательные побережья атлантических морей, а также Каспийского моря. Вместе с тем чётко обозначился северо-восточный вектор развития добывающей индустрии, обуславливающий формирование новых локальных очагов крупномасштабных воздействий на экологически значимые и легко ранимые ландшафты Восточной Сибири, Дальнего Востока, Европейского Севера, а также шельфовых зон. Эти негативные тенденции, очевидно, сохранятся на ближайшие годы, и вряд ли за 20 лет их удастся переломить.

Климат. Воздействие глобальных климатических факторов на ситуацию в России. Изменения климата в значительной степени определяются флуктуациями в глобальных процессах циркуляции воздушных масс, взаимодействия атмосферы и Мирового океана. На эти и другие масштабные факторы будут налагаться особенности природной среды, существенно модифицируя их влияние [12].

Представленные в статье [1] последствия реализации сценариев мировой климатической динамики и политики международного сообщества в области климата будут ощутимо сказываться на ситуации в России в ближайшие 20—30 лет. Обусловленный последствиями глобального потепления рост числа и тяжести засух и водного стресса в ряде государств Азии и Африки и ожидаемый в связи с этим растущий поток “климатических” беженцев (по оценкам ООН, несколько десятков миллионов человек), скорее всего, не обойдут стороной и Россию, в первую очередь регионы, граничащие со странами Центральной Азии, включая дружественные и нейтральные государства. В таком случае мы можем столкнуться с экономическими и политическими вызовами, перед которыми уже стоит Европа, экономически более привлекательная для мигрантов, куда в последние годы направляется и будет стремиться в обозримом будущем основная их масса.

Позитивным для России косвенным эффектом от последствий глобального потепления могут стать рост ценности её природных и экологических активов (почвенных, лесных, особенно водных ресурсов) для мировой экономики и экосистем и улучшение перспектив развития связанных с этими активами производств ресурсной экономики и их продукции, в том числе водоёмками (зерновые, металлы, целлюлоза и др.). Может возникнуть дополнительный спрос на их экс-

порт, что позволит создать новые рабочие места, получать дополнительные доходы и тем самым ускорить темпы роста ВВП. При этом (в отличие от нередко выдвигаемых инициатив по экспорту из России воды) не возникает риска для устойчивости национальных водных ресурсов, поскольку в данном случае сам ресурс полностью остаётся в границах нашей страны, а вывозится так называемая “виртуальная вода”, затраченная на производство конечного продукта и почти полностью возвращённая в водные объекты, откуда она была забрана предприятием-изготовителем [13].

Помимо ресурсоёмких (в том числе водоёмких) производств, к 2040 г. открываются благоприятные перспективы (с учётом ухудшения во многих странах не только климатической, но и экологической ситуации) для производства экологически чистых продуктов и развития экотуризма с выгодами для занятости и экономического роста. Однако реализация этих возможностей потребует своевременных и масштабных инвестиций.

Что касается последствий политики международных организаций и зарубежных стран в области климата для России на два-три десятилетия, то они имеют преимущественно косвенный характер и в целом противоречивы. Положительный для нашей страны эффект обусловлен мощным импульсом, полученным ею от мирового сообщества в начале 1990-х годов. Тогда резко усилилось внимание к климатической проблеме и связанным с ней рисками для населения и экономики. В связи с этим были инициированы стремительное развитие институциональной базы и бурный рост инвестиций в снижение нетто-выбросов парниковых газов: по сути, сформировалась новая отрасль международного права и новый сектор “зелёной” (или “климатической”) экономики. Получив этот импульс, Россия, заметно задержавшаяся на старте, в начале 2020-х годов явно сократила, хотя далеко не компенсировала своё отставание.

В то же время принятая международным сообществом под давлением стран “Большой семёрки”, прежде всего ЕС, парадигма ускоренной нетто-нулевой декарбонизации к середине века и связанные с ней институты не соответствуют природным и социально-экономическим условиям и национальным интересам России. Следование в фарватере этой парадигмы без существенных корректив и встречных инициатив с нашей стороны, без собственной сбалансированной (по целям и приоритетам устойчивого развития) политики в области климата в предстоящие 20 лет создаст значительные риски экономическому и технологическому суверенитету России, её устойчивому развитию и национальной безопасности [14–16].

Основные тренды и сценарная прогнозная оценка климатической ситуации в России на ближайшие десятилетия. Как отмечалось ранее, изменения глобального климата — важный, но не единственный фактор формирования и динамики ситуации в стране. Огромную роль, особенно на региональном уровне, играют внутренние факторы, прежде всего природные характеристики лито- и криосферы, гидросферы, биосферы, а также — в части антропогенного влияния на формирование климата — национальная климатическая политика, производная от политики государства в области социально-экономического развития.

Ожидаемое в XXI в. потепление существенно превышает средний глобальный рост температуры для любого из рассматриваемых сценариев и на протяжении всего столетия сопровождается увеличением продолжительности волн тепла [12]. Предполагается повсеместное повышение количества осадков зимой и на большей части территории — летом, за исключением южных регионов, где тенденция противоположная: увеличивается максимальная продолжительность сухого периода (с осадками менее 1 мм/сутки). При этом в других регионах, особенно в Сибири сухие периоды сокращаются. По всей стране прогнозируется рост максимальной в году суточной суммы осадков, особенно на Дальнем Востоке и в Восточной Сибири. На юге этот показатель может возрастать на фоне уменьшения влагообеспеченности в летний сезон.

В XXI в. будет сокращаться площадь снежного покрова суши. Повышение зимней температуры и количества зимних осадков приведёт к тому, что в более холодных регионах снегонакопление станет расти, а в менее холодных — уменьшаться, так как увеличится часть осадков, выпадающих в жидкой форме. Территория, занятая приповерхностной многолетней мерзлотой, сократится к середине века и составит от 1/5 до 1/3 её современного значения. На протяжении всего столетия в сибирских арктических морях лёд в годовом минимуме (сентябрь) будет уменьшаться вплоть до полного исчезновения в конце века. При этом в зимний период площадь морского льда в Арктике сократится не столь значительно.

Интегральные эффекты воздействий изменений климата на здоровье человека и экономику. Продолжится рост частоты экстремальных погодных явлений и масштабных бедствий гидрометеорологического характера, из которых, по данным МЧС, наиболее разрушительные и опасные для жизни и здоровья людей — наводнения, лесные пожары и волны тепла. Изменение климата играет определённую роль в увеличении их повторяемости. Они будут напрямую влиять на здоровье людей, включая их гибель, повышение травматизма, уровня смертности от обострения хрониче-

ческих заболеваний. Одновременно усугубятся косвенные последствия, обусловленные, во-первых, изменениями окружающей среды и экосистем, с которыми связаны пути и возможности распространения инфекционных заболеваний кровососущими членистоногими, рост числа заболеваний, передающихся через воду из-за увеличения количества осадков и поверхностного стока, деградации многолетней мерзлоты; во-вторых, переменами в социальных системах (с ними связаны нервные и психические расстройства) [12].

До середины XXI в. и далее изменение климата будет оказывать возрастающее негативное влияние на *социально-демографические процессы* (пока роль этого фактора незначительна). Рост численности населения и развитие городских территорий увеличат подверженность (а при дефиците и неэффективности мер адаптации — уязвимость) воздействию опасных погодных и климатических процессов и явлений. Например, волны тепла (особенно в комбинации с загрязнением атмосферы) в несколько раз повышают число дополнительных случаев смертности в городах. Кроме того, как уже отмечалось, может возрасти риск иммиграции в Россию из Центральной Азии, в частности, в связи с нарастающим там дефицитом водных ресурсов. Наибольшему риску смены образа жизни под влиянием климатических факторов подвергается самая уязвимая часть населения — коренные малочисленные народы, чей уклад и традиционные виды экономической деятельности (рыболовство, оленеводство, сельское хозяйство и т.п.) напрямую зависят от климата.

В *сфере занятости* ожидаются количественные, структурные и качественные изменения, обусловленные не столько прямыми эффектами климатической динамики, сколько развитием государственной и корпоративной политики в области климата и “зелёной” экономики: трансформируются или ликвидируются старые рабочие места, появляются новые, в том числе связанные с возобновляемыми источниками энергии и электро-транспортом, системами мониторинга, раннего оповещения и экстренного реагирования на погодные и климатические аномалии и бедствия [12].

Важнейшие для *агропродовольственного комплекса* прогнозируемые изменения климата влекут за собой увеличение теплообеспеченности сельскохозяйственных культур и продолжительности их вегетационного периода. Повышение зимних температур воздуха определяет условия перезимовки растений; рост осадков в холодное время года и их уменьшение в тёплый период приводят к изменениям условий увлажнения. На территории Нечернозёмной зоны ожидается увеличение теплообеспеченности сельскохозяйственных культур, биоклиматического потенциала и запасов органического углерода в пахотных

почвах. Как следствие, возможен устойчивый рост продуктивности сельского хозяйства до середины XXI в. Вместе с тем при дальнейшем потеплении климата в России может усилиться неблагоприятное воздействие вредителей и возбудителей болезней на валовые сборы и качество продукции растениеводства, так как эти организмы существенно зависят от климата. Интенсивные и частые засухи будут благоприятствовать массовому размножению саранчовых на юге.

Риски в водном хозяйстве связаны прежде всего с трансформацией речного стока. Высока вероятность дальнейшего снижения водообеспеченности в регионах, уже испытывающих дефицит воды. Особую опасность представляют дождевые паводки, интенсивность и повторяемость которых в ряде регионов растут. К середине XXI в. может увеличиться экстремальность осадков летом в горных районах Кавказа, в Сибири и на Дальнем Востоке, что приведёт к увеличению частоты и высоты дождевых и снегодождевых паводков.

В настоящее время наиболее существенные погодно-климатические риски для *лесного хозяйства* обусловлены лесными пожарами, угрожающими погодными явлениями, вредителями и болезнями леса. На всей европейской части России, в Западной и частично Восточной Сибири, включая Арктическую зону, ожидается повышение продолжительности пожароопасного периода. К факторам риска относятся аномально высокие и низкие температуры воздуха и почвы, экстремальные суточные и годовые амплитуды температуры, засухи, ураганные ветры, вызывающие массовый ветровал и бурелом, ливни и др. Масштабное повреждение деревьев, их ослабление и частичную гибель могут вызывать и обильный мокрый снег (снеголом) или обледенение. Чаше и интенсивнее будут вспышки численности насекомых, появление новых и аномальное распространение традиционных вредителей и микроорганизмов [12].

Дальнейший рост температуры многолетней мерзлоты будет приводить к более интенсивному ухудшению её прочностных свойств и интенсификации ряда деструктивных геокриологических процессов, что увеличит риски повреждения и разрушения зданий и сооружений, включая объекты инфраструктуры (в том числе транспортной сети), расположенные в криолитозоне. Потепление климата стимулирует и расширяет зоны действия процессов дегляциации территорий, вовлекает в обвальные, оползневые, термокарстовые и селевые процессы активизировавшиеся участки мерзлотных массивов, способствует формированию новых озёр и их прорывам, увеличивает дальность выброса каменных, ледово-каменных и снежных лавин, ведёт к вовлечению в обвальные процессы скальных массивов, которые ранее были скованы льдом.

Ожидаемое повышение летних температурных экстремумов обуславливает перегрев конструкций и, соответственно, значительно увеличит риск системных аварий, возникающих при одно-временных резком скачке энергопотребления, снижении генерации энергии и больших потерях на линиях электропередач. Наблюдаемое усиление разрушающего действия температурно-влажностных деформаций связано с особенностями происходящих изменений (рост жидких и смешанных осадков в зимний сезон, повышение числа циклов замораживания и оттаивания, избыточное увлажнение стен зданий с последующим их охлаждением), которые не были учтены при выборе материалов ограждающих конструкций надлежащей стойкости.

Негативное влияние многочисленных циклов замораживания и оттаивания наиболее выражено в европейской части России. В сочетании с увеличением жидких осадков в холодное время это приводит к ускоренному старению зданий и сооружений. В связи с ростом экстремально высоких температур и количества осадков ожидается усиление эффектов, обусловленных совместным воздействием ветровых нагрузок, температурных деформаций и коррозионного разрушения. Особый эффект на объекты строительства оказывают кратковременные снеговые нагрузки при сильных снегопадах. Увеличение меженных расходов и уровня воды в реках в условиях уменьшения промерзания почвогрунтов способствует повышению уровня грунтовых вод и подтоплению равнинных территорий. Эти процессы приводят к деформации фундаментов построек и создают дополнительную опасность их разрушения. Однако наиболее высокие климатические риски возникают в зоне многолетней мерзлоты [12].

Значительному воздействию подвергается *наземная транспортная инфраструктура* (автомобильные и железные дороги, мосты, тоннели, порты, взлётно-посадочные полосы), страдают обеспечение организации движения и эффективность функционирования транспорта (расходы на содержание объектов, безопасность движения, скорость транспортных потоков). Повышение температуры воздуха в холодный период сопровождается частыми перепадами, которые способствуют ускоренному разрушению покрытия автомобильных дорог, особенно при переходах температуры через 0°C. Увеличение количества жидких осадков — дополнительный фактор, усиливающий процесс разрушения.

Рост числа дней с экстремально высокими температурами воздуха приводит к размягчению асфальтового покрытия и быстрому ухудшению эксплуатационных качеств автодорог, что повышает риск аварий. При крайне высоких температурах воздуха происходят значительный перегрев

рельсов и последующая деформация железнодорожных путей, а следовательно, снижение скорости движения и увеличение риска схода с рельсов подвижного состава. Кроме того, высокие температуры представляют особую опасность для службы сигнализации и связи на железных дорогах. В зимний сезон рост количества осадков и их суточных максимумов повлечёт за собой необходимость принятия дополнительных мер по организации движения и обеспечению безопасности на дорогах и приведёт к увеличению эксплуатационных расходов. Учащение переходов через 0°C, продолжительные снегопады, выпадение жидких осадков в холодное время года также негативно отразится на безопасности дорожного движения и потребуют принятия специальных мер по уменьшению скользкости [12].

В зоне сезонного промерзания грунтов повысится опасность аварийных разрушений трубопроводов в районах со сложными гидрогеологическими условиями, для которых характерен большой риск возникновения оползневых и селевых процессов. Ожидаемое увеличение сезонных сумм осадков и особенно их интенсивности в тёплое время — серьёзный дополнительный угрожающий фактор. Повышение среднегодовых, летне-осенних и зимних расходов воды усилит вероятность досрочного размыва магистральных трубопроводов на подводных переходах через реки.

Усиление годового и меженного стока, а также изменение продолжительности и сроков навигации практически для всех крупных рек России потенциально благоприятствуют развитию речного судоходства и росту объёма грузоперевозок по рекам и водоёмам. Однако на многих судоходных реках наблюдаются существенные сдвиги в русловых процессах, осложняющих судоходство. В перспективе эти тенденции будут только нарастать, что негативно отразится на судоходстве, причём далеко не всегда ситуацию можно будет исправить дополнительными работами по дноуглублению и выправлению русел рек, так как они часто имеют негативные экологические последствия. Придётся использовать более дорогие альтернативные виды транспорта.

Особую группу транспортных сооружений составляют зимние дороги (зимники) и ледовые переправы, период эксплуатации которых сокращается в процессе климатического потепления. Нестабильность этих сооружений напрямую затрагивает устойчивое развитие городов Арктики [12].

Исправное функционирование нефтегазового комплекса России в значительной степени зависит от экстремальных погодных явлений. В прибрежной зоне арктических морей учащаются эпизоды штормовых скоростей ветра, что чревато последствиями для буровых установок, располо-

женных на шельфе. Штормовые нагоны также приводят к усилению береговой эрозии, что угрожает портовым причалам.

Погодно-климатические риски для электроэнергетики, прежде всего ТЭС и АЭС, обусловлены такими метеорологическими явлениями, как смерчи, высокие температуры воздуха и скорости ветра, экстремальные осадки и снегопады, которые не только ставят под угрозу безопасное функционирование электростанций, но также могут существенно уменьшить эффективность энергоблоков (например, при аномальных температурных условиях требуется снижение их мощности или полная остановка). Для ГЭС наибольшие погодно-климатические риски связаны с аномально большими или малыми объёмами воды, поступающими на водосбор станций с осадками или в период снеготаяния. Пропускная способность водосбросов действующих гидроузлов может оказаться недостаточной, и при прохождении экстремальных потоков повышается риск повреждения и разрушения плотин. Заметное увеличение зимнего меженного стока благоприятно для большинства регионов России, так как зимой возрастают бытовые нагрузки на энергетические системы. В электросетевом распределительном комплексе вероятность аварий крайне велика в холодный период: гололёдные и ветровые нагрузки вызывают не только обрывы проводов, но и разрушение несущих опор. Летом особую опасность представляют грозы и волны жары, так как при высоких температурах воздуха происходит растяжение проводов, возможны их провисание, контакт с соседними проводами и в результате — короткое замыкание [12].

Среди макрорегионов России, имеющих стратегическое значение для национальной безопасности, Арктика наиболее уязвима к изменениям климата, что ведёт к серьёзным экологическим, социальным и экономическим последствиям. Потепление и связанное с ним сокращение площади льдов увеличивают продолжительность навигации по Северному морскому пути, но её условия остаются сложными, сохраняется необходимость в ледокольном флоте и, в условиях растущего объёма перевозок, ужесточаются требования к обеспечению безопасности мореплавания и морской деятельности в целом, не говоря уже об устойчивом функционировании объектов национальной обороны. Эти требования охватывают системы гидрографического обслуживания, связи, а также экологического мониторинга, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Важно учитывать, что разработка и транспортировка углеводородного сырья создаёт риски аварий, реагирование на которые сильно затруднено в суровых климатических и погодных условиях, удалённости месторождений от развитой

инфраструктуры. При этом особые проблемы создают разливы нефти на лёд и подо льдом [12].

О выборе приоритетов политики в сфере климата и экологии. Устанавливать приоритеты различных экологических целей (в том числе относящихся к климатической сфере) — задача в высшей степени непростая и в определённом смысле противоречивая, учитывая сильную взаимосвязь экологических целей и даже шире — целей устойчивого развития. Продвижение к одной из них, как правило, так или иначе способствует прогрессу в достижении остальных при условии принятия во внимание рисков побочных эффектов — того, что, например, в сфере адаптации населения и экономики к изменению климата называют мерами неэффективной адаптации (*maladaptation*)⁵. В то же время нередко приходится сталкиваться со сложным выбором: в частности, в сфере экологии это замена оборудования, которая обеспечивает снижение объёма сброса загрязнённых сточных вод, однако одновременно влечёт за собой накопление твёрдых отходов либо выброс опасных (вредных для здоровья человека) газообразных веществ, подлежащих регулированию. Другой пример — снижение выбросов (в частности, диоксида серы) за счёт увеличения эмиссии CO₂, наиболее яркой иллюстрацией которого служит так называемый “серный мегапроект” компании “Норильский никель”⁶.

В любом случае движение к экологическим целям требует затрат, установление приоритетов превращается в вопрос об эффективности. Ответ на него требует решения сложной проблемы оценки (на самом деле прогноза) экологического эффекта (причём именно эффекта, то есть результата, а не экономической эффективности) от реализации соответствующих мер, на фоне которой задача измерения затрат кажется лёгкой. Необходима оценка совокупного или интегрального эффектов, что подразумевает использование единой метрики, которой в готовом виде не существует.

⁵ К таковым относят (в том числе в ЕС — на законодательном уровне) меры, которые осуществляются в отношении данного вида экономической деятельности, но оказывают негативное влияние на адаптационные усилия или уровень устойчивости к физическим климатическим рискам в других видах деятельности; не соответствуют местным, отраслевым (секторальным), региональным или национальным стратегиям и планам адаптации; не используют решения, основанные на возможностях природы (экосистем) (*nature-based solutions*), включая потенциал так называемой “зелёной” (суша) и “синей” (моря) инфраструктур [17].

⁶ Серный проект — экологическая программа, предусматривающая сокращение суммарных выбросов диоксида серы в Заполярном филиале компании к 2023 г. на 75% от уровня 2015 г. Оценочная стоимость проекта, рассчитанная на базе технико-экономического обоснования, — 2,6 млрд долл. [18].

В таких обстоятельствах логично разделить эффект на три составляющие: экономическую, социальную и экологическую, что в принципе и предлагает концепция устойчивого развития (3D-подход) применительно к национальному и/или международному уровням принятия решений, а ESG-методология — к корпоративному уровню⁷. *Экономическая часть* эффекта, измеряемая в денежных единицах, может включать, например, сокращение потребления сырья и даже долю экологического эффекта (в виде снижения платежей за негативное воздействие на окружающую среду). *Социальная составляющая* предполагает учёт выгод от экологического результата в сфере здравоохранения и всевозможные услуги/полезности экосистем (в рекреации, жилищном строительстве, образовании, сфере культуры), для оценки которых разрабатываются различные косвенные методы (гедонистические модели, вероятность готовности платить и т.п.), также приводящие к денежному итогу. В *экологической части* остаются эффекты, для денежного выражения которых нет прямых и общепринятых решений: как, скажем, оценить сохранение вида, которому угрожает исчезновение, или уникальной экосистемы? Поэтому сравнительно немногочисленные усилия, которые предпринимаются в этой области⁸, практически без исключения опираются на концепцию экосистемных услуг [19–21]. Основной же акцент делается на ESG-критерии. Это связано с оценкой результата (эффекта) и эффективности (отношения результата к затратам) не столько конкретного направления инвестиций, что в случае экологии зачастую крайне затруднительно (неслучайно столько полемик вокруг проблемы “greenwashing”, или, проще говоря, отмывания кредитных, налоговых и иных финансовых льгот под прикрытием “зелёной” направленности инвестиционных проектов), сколько системы мер (проекта, программы действий и т.п.).

Оценка направления инвестиций в принципе возможна путём обработки массива данных по совокупности мер и в идеале представляет собой макроэкономическую зависимость их результата и эффективности от объёма затрат. Но возможно ли построить такую зависимость для направлений экологической деятельности с целью обоснования выбора приоритетов? Если обратиться к

описанной выше цепочке операций, то становится ясно, что получаемый количественный результат может быть только грубым, с большой погрешностью, которую не удастся оценить не только априори, но и апостериори. Уровень неопределённости столь высок, что сопоставления оказываются неинформативными, теряют всякий смысл (разница между значениями меньше, чем погрешность их определения). Поэтому приоритет в природоохранной области должен быть отдан не конкретному направлению или сфере окружающей среды, а организации системы и осуществлению постоянного мониторинга, анализа происходящих процессов и событий, включая не только собственные действия, но и действия партнёров и конкурентов.

Например, решения касательно действий по снижению выбросов в атмосферу вредных и климатически активных веществ в России должны приниматься не только в зависимости от текущей оценки изменения климата, уже произошедших последствий и прогноза этих событий в будущем, но и от климатической политики других стран (с учётом её возможных корректировок). Именно с этих позиций можно (и нужно!) критиковать решение о достижении углеродной нейтральности к чётко установленному сроку, который предполагает наличие достаточно строгих естественно-научных и экономических обоснований. Но таких в отношении выбора срока достижения углеродной нейтральности наука предложить не может, более того, их появление крайне маловероятно и в обозримом будущем.

Не имея возможности подробно аргументировать здесь эту точку зрения, отметим, что достаточно эксплицировать предпосылки формирования такого решения, чтобы убедиться в том, что ни одна из них не может быть обоснована количественно с приемлемой точностью. Кроме того, постановка такой цели, как достижение углеродной нейтральности, требует ответа и на другие, ещё более серьёзные вызовы и вопросы. От чего придётся отказаться, на какие экономические, социальные и экологические потери и риски придётся пойти ради достижения указанной цели? При том что, помимо проблемы изменения климата, Россия и другие страны стоят перед лицом ещё более полутора десятков ключевых вызовов (если рассуждать в терминах известных 17 целей устойчивого развития). Творцы и адепты парадигмы углеродной нейтральности не дают (и, видимо, не собираются давать) ответ на эти вопросы, поскольку истинной целью политики Net Zero является не достижение лимита непревышения глобальной приземной температуры в 1.5°C до конца XXI в. по сравнению с доиндустриальной эпохой (что на самом деле просто нереально), а использование этой политики как инструмента технологической и экономической конкурен-

⁷ Три измерения устойчивости (3D) — экономическая, социальная и экологическая составляющие; ESG — от англ. “environmental, social, governance” — три направления (аспекта) корпоративной политики, два из которых повторяют вышеупомянутые экологическое и социальное измерения устойчивости, а третье включает управление развитием компании.

⁸ Возможно, наиболее яркий пример — международный проект TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity, <https://teebweb.org/>).

ции [14, 15], втягивание оппонентов в дорогостоящую, ресурсоёмкую гонку за призраком⁹.

Необходимо разработать документ (платформу, декларацию), в котором была бы ясно обозначена позиция России по международным проблемам климата и экологии, а также чётко и обоснованно разъяснялось, что нас не устраивает и почему. Документ должен положить начало развитию принципов и конкретизации целей, изложенных в экологической и климатической доктринах и Концепции перехода РФ к устойчивому развитию. Его подготовку следует поручить группе специалистов высокого уровня: климатологам, экологам, экономистам и дипломатам. С целью учёта конструктивных предложений он должен быть представлен международной общественности на специально организованном для этого форуме или на одном из регулярно действующих (включая конференцию сторон РКИК ООН). Со странами, которые поддержат позиции и предложения России, надлежит активно сотрудничать в решении поставленных в документе задач; с другими — стремиться находить точки соприкосновения в духе мирного сосуществования и международной кооперации¹⁰.

В качестве своего скромного вклада в подготовку такого документа в заключительной части статьи авторы представляют своё видение ряда его ключевых положений.

СТРАТЕГИЯ РОССИИ В ОБЛАСТИ КЛИМАТА И ЭКОЛОГИИ НА ДОЛГОСРОЧНЫЙ ПЕРИОД

Долгосрочная политика в отношении снижения климатических рисков развития. Особенности ситуации, обусловленной прогнозируемыми к 2040 г. изменениями климата и их последствиями в нашей стране и мире в целом, а также сценарии политики международного сообщества и его ключевых участников, включая Россию, ставят перед нами вопрос о выборе эффективной стратегии, способствующей снижению рисков и угроз, с одной стороны, и использованию благоприятных

возможностей, с другой. Представляется, что такая стратегия должна исходить из принципа приоритетности национальным интересам и стратегическим приоритетам: повышение качества жизни и благосостояния населения, устойчивое развитие российской экономики на новой технологической основе, сохранение природной среды и адаптация к климатическим изменениям¹¹. Это позволит России гармонизировать свои национальные интересы и приоритеты с принятой мировым сообществом стратегией устойчивого развития на период до 2030 г. Наша страна играет здесь большую роль, а благодаря усилиям Запада климатическая и в целом “зелёная” повестка выступит фактором привлечения внимания политических, деловых кругов мира, некоммерческих организаций и СМИ (очевидно, до 2040 г.).

Конкретизация этого принципа в контексте обоснования и реализации политики в области климата на долгосрочную перспективу до 2040 г. подразумевает следующее.

Выбор целей политики, основных направлений и механизмов их осуществления независимо от сценариев климатических изменений должен учитывать неразрывную и тесную взаимосвязь климатической повестки с другими целями устойчивого развития и место “климатической” Цели № 13 в ряду приоритетов. Последнее чётко определено важнейшими профильными международными документами, из которых следует, что приоритетами устойчивого развития выступают социально-экономические цели: повышение качества жизни (сокращение бедности, гарантия продовольственной безопасности, улучшение здоровья населения) и обеспечивающий его устойчивый рост экономики. Поэтому эффективная политика в области климата должна ориентироваться на решение именно этих жизненно важных в среднесрочной, долгосрочной и отдалённой перспективе социально-экономических проблем, не ставя во главу угла непревышение любой ценой роста средней глобальной температуры на 2°C к концу века, ставшее краеугольным камнем углеродно-нейтральных (Net Zero) стратегий.

При всей важности указанной задачи принципиальными условиями (*sine qua non*) эффективности и, более того, жизнеспособности политики долгосрочного устойчивого развития являются соблюдение вышеупомянутой иерархии приоритетов целей, а также учёт качественного различия временных параметров планирования и реализации комплекса мер, направленных на *стабилизацию климата и социально-экономическое развитие*. В первом случае климатологи строят модели, рассчитывают подробные сценарии и дают оценки

⁹ Сходный подход был использован в Стратегической оборонной инициативе (программа “звёздных войн”) президента США Р. Рейгана в 1980-е годы. Её реальная цель состояла не в декларированном создании системы противоракетной обороны, надёжно прикрывающей всю территорию Северной Америки, а в резком усилении конкурентных позиций в сфере космических (включая военнокосмические) технологий и ослаблении экономики СССР — главного противника США — путём втягивания нашей страны в дорогостоящую технологическую гонку.

¹⁰ Насколько нам известно, на момент сдачи статьи в печать подобная установка формулировалась применительно к очередной конференции COP-28 в Абу-Даби (ОАЭ) в декабре 2023 г., но процесс её подготовки (в том числе сроки и организация) вызывал беспокойство за качество итогового результата.

¹¹ См. п. 25 Стратегии национальной безопасности Российской Федерации (утверждена Указом Президента РФ № 400 от 02.07.2021 г.).

динамики изменений в перспективе на 100 лет и более. С этой точки зрения рассматриваемый в данной работе период ближайшего двадцатилетия — даже не краткосрочное будущее. Однако с позиции социально-экономического развития такой горизонт воспринимается политиками, управленцами, экономистами, социологами как долгосрочная перспектива, для оценки которой возможны лишь общие (макро) сценарии. Эти принципиальные требования, из которых должно исходить корректное определение масштабов и структуры инвестиций в снижение нетто-выбросов парниковых газов в период до 2040 г., в условиях господствующей сегодня парадигмы ускоренного перехода к углерод-нейтральной экономике реализовать крайне трудно, что подтверждает растущий разрыв между текущими вложениями и потребностями в них в странах-участницах “гонки за нулём” [22].

России нужно скорректировать климатическую политику. Необходима переориентация стратегии социально-экономического развития с низким уровнем выбросов парниковых газов — с предусматривающей достижение нетто-нулевого уровня выбросов в 2060 г. на приоритетные с точки зрения долгосрочного устойчивого развития целевые показатели качества жизни и структурных сдвигов в экономике на период до 2040 г. Важно уточнить приоритеты направлений и мер по декарбонизации экономики и прогнозы их реализации, включая сроки достижения нетто-нулевого уровня эмиссий парниковых газов, их продуманную и эффективную интеграцию в политику долгосрочного социально-экономического развития страны до 2040 г.

Нужно обеспечить *сопряжение* приоритетов направлений и мер по декарбонизации экономики с ключевыми курсами научно-технологического развития, исходя из того, что, согласно модельным расчётам ИНП РАН [23–25], наибольший потенциал декарбонизации экономики с учётом поддержания долгосрочной экономической динамики сосредоточен в области снижения уровня выбросов парниковых газов: в секторах производства (энергетика) и потребления (промышленность, здания) энергии; газовом хозяйстве, включая газопроводы (снижение так называемых фугитивных эмиссий), и управлении отходами (в первую очередь ТКО). В области роста объёмов поглощения углерода (CO₂) — в секторе “Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство” (сельское хозяйство, почвы, лесной комплекс).

Требуется интеграция программ и программных мер в сфере декарбонизации экономики, прежде всего на отраслевом и региональном уровнях, во-первых, с *планированием и реализацией планов адаптации*, в том числе мерами готовно-

сти и действиями при чрезвычайных ситуациях природного характера (в рамках Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций)¹²; во-вторых, с соответствующими *долгосрочными программами в области охраны окружающей среды и рационального природопользования*, а именно — в рамках национального проекта “Экология”. Благодаря этому получит импульс структурная и технологическая трансформация хозяйственного комплекса на основе ресурсосберегающих и экологических технологий, позволяющих обеспечить рост качества продукции с одновременным снижением издержек производства, его углеродного и экологического следа. В конечном счёте политика, направленная на достижение национальных интересов в области создания комфортной среды жизнедеятельности и устойчивого экономического роста, будет комплексной и эффективной.

В соответствии с вышесказанным требуют усовершенствования:

- *институциональная, в первую очередь нормативно-правовая база*, а также стандарты (технологические, строительные и т.д.) в области декарбонизации экономики, адаптации её и населения к изменениям климата и их последствиям: уточнение и корректировка национального законодательства в области снижения нетто-эмиссий парниковых газов (ФЗ № 261 от 2020 г. и подзаконные акты), документов стратегического планирования (Стратегия социально-экономического развития с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г.), в сфере адаптации населения и экономики к климатическим изменениям (ГОСТы, отраслевые и региональные планы адаптации); гармонизация отечественных нормативов с международными стандартами (включая ISO); развитие системы доступных технологий (НДТ), корпоративных стандартов ESG в соответствии с мировой практикой; должны максимально учитываться особенности российских условий, в частности, при разработке и использовании НДТ и ESG — не только наилучших с климатической, экологической и социально-экономической точки зрения, но и физически и экономически (цена) доступных;

- *организация управления, финансирования и ресурсного обеспечения деятельности в сфере клима-*

¹²Проведённый нами анализ 10 отраслевых и почти 60 региональных планов адаптации (за немногими исключениями) свидетельствует об ограниченности их сферы действия и эффективности мер. В то же время открывается значительный потенциал, который пока не реализован отраслями и регионами (федеральными министерствами и субъектами РФ соответственно). Всё вместе позволит обеспечить целостный и комплексный характер государственной политики в области климата, с одной стороны, и безопасности населения и территорий при чрезвычайных ситуациях, с другой.

тической политики: акценты должны быть сделаны, во-первых, на сбалансированности усилий и распределения ресурсов в соответствии с приоритетами целей развития, включая баланс между затратами на снижение нетто-выбросов парниковых газов и адаптацией; во-вторых, на комплексности учёта экосистемных услуг в оценке указанных затрат, чтобы устранить гипертрофированный фокус нынешней политики государства в отношении климата и его изменений на финансовые аспекты, в том числе торговлю углеродными единицами;

- *научное обеспечение* (научные кадры, исследования, оборудование): без современного знания и понимания перспектив изменений климата и их причин невозможен достоверный и имеющий практическое значение прогноз, а заблаговременные меры адаптации вряд ли окажутся эффективными, поэтому необходимо более тесное сотрудничество учёных и специалистов естественно-научной и социогуманитарной областей, производителей, отраслевых и региональных потребителей климатической информации, принимающих решения лиц всех уровней управления (от корпоративного и муниципального до федерального), некоммерческих (общественных) организаций и СМИ.

Улучшение организации и повышение эффективности такого взаимодействия предполагает, во-первых, *чёткое разделение функций* участников данного процесса с учётом того, что научное сообщество — не субъект принятия политических или хозяйственных решений, а остальные заинтересованные стороны не могут рассматриваться как источник научных знаний. Как уже подчёркивалось нами ранее [26], торжествующий в последние десятилетия дилетантизм — результат неправильно понимаемой свободы слова — открывает в диалоге научного сообщества и других субъектов безграничный простор для безграмотных и безответственных суждений, что создаёт ощутимое препятствие для выстраивания содержательной политики в области климата.

Во-вторых, *рост инвестиций* в развитие систем мониторинга и прогнозирования изменений климата и их последствий для населения и экономики. Это особенно важно для высокотехнологичных (в том числе цифровых) систем, включая интенсификацию разработки и применения сложных физико-математических моделей и систем наблюдения (дистанционных, контактных). В частности, используется и наращивается исследовательский и ресурсный потенциал важнейшего инновационного проекта государственного значения “Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ”¹³.

¹³ Утверждён Распоряжением Правительства РФ № 3240-р от 29 октября 2022 г.

В нём задействованы более 50 научных организаций Минобрнауки России и Росгидромета, на его реализацию запланированы расходы в объёме 11 млрд руб. до 2024 г. (первый этап). Сроки его выполнения, как и Федеральной научно-технической программы по экологическому развитию Российской Федерации и климатических изменений на 2021–2030 гг.¹⁴, целесообразно продлить как минимум за пределы 2030 г.

В-третьих, *повышение доверия к научному и экспертному сообществу*, понимание его стремления получить объективные результаты исследований и дать им корректную комплексную оценку. В то же время следует осознавать возможности, ограничения и трудности практического использования знаний о климате, его изменениях и их последствиях для окружающей среды и общества. Эти обстоятельства диктуют необходимость усиления поддержки исследований и их кадрового потенциала.

Долгосрочная политика по снижению экологических рисков развития. Возвращаясь к рекомендациям в сфере экологической политики современной России, подчеркнём, что сложившаяся ситуация требует радикальных перемен и решений в духе Постановления ЦК КПСС и Совмина СССР “О коренной перестройке дела охраны природы в стране” от 1988 г. и политической воли для их выполнения. Представляются необходимыми следующие меры:

- комплексное развитие природоохранного законодательства, охватывающего все сферы контроля и регулирования (атмосфера; гидросфера, в частности, проблема диффузного загрязнения водных объектов; литосфера, прежде всего почвенный покров; биосфера в целом); при этом следует жёстко пресекать набившие оскомину и изуродовавшие многие законодательные акты усилия бизнеса по извращению практически всех инициатив в этой области;

- систематическая последовательная деятельность по выявлению так называемых внешних эффектов (экстерналий) — негативных экологических последствий хозяйственных решений, включая инвестиционные проекты — и разработка мер по учёту и включению (интернализации) этих эффектов в цены товаров и услуг, что позволит намного полнее и результативнее задействовать экономический механизм снижения рисков для здоровья населения и окружающей среды; следует широко освещать в СМИ причины, объясняющие необходимость такой деятельности, то есть конфликт государства, отстаивающего общие экологические интересы, и бизнеса, вместе с наименее сознательной частью населения прене-

¹⁴ Утверждена Постановлением Правительства РФ № 133 от 8 февраля 2022 г.

брегающего всем, кроме частных экономических интересов;

- полное оснащение системы надзора в сфере охраны окружающей среды и природопользования новейшими измерительными приборами и воссоздание на современной приборно-технической базе общенациональной (не региональных субъектов) системы мониторинга негативных воздействий на окружающую среду; интеграция или сопряжение этой системы с единой национальной системой мониторинга климатически активных веществ, органичной частью которой должна стать подсистема карбоновых полигонов;

- создание Единой государственной системы экологического мониторинга на основе принципов, определённых соответствующим Постановлением Правительства РФ от 1993 г., но на новой научной и информационно-вычислительной базе, с использованием подходов искусственного интеллекта, органичной частью которой должна стать подсистема мониторинга диффузного загрязнения водных объектов;

- усиление поддержки научных исследований в сфере экологии (помня, что это не отдельная научная дисциплина, а проблемно ориентированный междисциплинарный научный комплекс) и обеспечение полноценного использования научных результатов в природоохранной работе государства;

- повсеместное развитие экологического образования и воспитания, обеспечение постоянного активного участия в этой работе всех СМИ, имеющих государственную поддержку;

- развитие заповедного дела и системы особо охраняемых природных территорий;

- поддержка общественных экологических организаций и движений, организация их доступа к государственным природоохранным программам и проектам, так как решение именно этих проблем в большей мере требует активного привлечения общественности (людей всех возрастов и профессий) к природоохранной работе; до сих пор государство почти не занималось поддержкой общественных экологических организаций и природоохранного движения, однако долгосрочные национальные экологические цели обязывают систему управления содействовать общественным инициативам в этой сфере.

ЛИТЕРАТУРА

1. Данилов-Данильян В.И., Катцов В.М., Порфирьев Б.Н. Экология и климат: где мы сейчас и где будем через два-три десятилетия. Общемировые тенденции // Вестник РАН. 2023. № 10. С. 930–941.
2. Ваганов Е.А., Порфирьев Б.Н., Широв А.А. и др. Оценка вклада российских лесов в снижение рис-

ков климатических изменений // Экономика региона. 2021. № 4. С. 1096–1109.

3. Порфирьев Б.Н. О мнимой и реальной экономической эффективности борьбы с лесными пожарами в Сибири // ЭКО. 2019. № 11. С. 8–26.
4. Гераськина А.П., Тебенькова Д.Н., Ершов Д.В. и др. Пожары как фактор утраты биоразнообразия и функций лесных экосистем // Вопросы лесной науки. 2021. № 2. С. 1–76.
5. Новые стандарты качества воздуха, разработанные ВОЗ. 2022. <https://xn--90aifdm6al.xn--p1ai/blog/novye-rekomendacii-voz-po-kachestvu-vozduha-v-chyom-razlichiya-s-sanpin?ysclid=llck4pjf7b668780227>
6. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году. Государственный доклад. М.: Минприроды России, 2021. <https://2020.ecology-gosdoklad.ru/doklad/lesa-i-prochie-lesopokrytie-zemli>
7. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2021 году. Государственный доклад. М.: Минприроды России, МГУ им. М.В. Ломоносова, 2022. <https://disk.yandex.ru/i/xbfVhPZh-k40TVw>
8. Здравоохранение в России. 2021. Стат. сб. М.: Росстат, 2021.
9. Прохорова Э.К. Влияние состояния основных фондов на развитие российской промышленности в условиях международных санкций. Самара: Университет “МИР”, 2019. https://www.imi-samara.ru/wp-content/uploads/2019/04/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%85%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0_30-36.pdf?ysclid=llktoghrl1406418991
10. Диффузное загрязнение водных объектов: проблемы и решения. Коллективная монография / Под рук. В.И. Данилова-Данильяна. М.: РАН, 2020.
11. Клюев Н.Н. Территориальные сдвиги антропогенной нагрузки на природу в постсоветской России // Вестник РАН. 2023. № 3. С. 255–265.
12. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации / Под ред. В.М. Катцова. СПб.: Научно-технологические технологии, 2022.
13. Данилов-Данильян В.И. Водные ресурсы — стратегический фактор долгосрочного развития экономики России // Вестник РАН. 2009. № 9. С. 789–796; Danilov-Danil'yan V.I. Water Resources: A Strategic Factor in the Long-Term Development of the Russian Economy // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2009. № 5. P. 420–426.
14. Порфирьев Б.Н. Парадигма низкоуглеродного развития и стратегия снижения рисков климатических изменений для экономики // Проблемы прогнозирования. 2019а. № 2. С. 3–13.
15. Порфирьев Б.Н. Эффективная стратегия действий в отношении изменений климата и их последствий для экономики России // Проблемы прогнозирования. 2019б. № 3. С. 3–16.
16. Порфирьев Б.Н. Декарбонизация versus адаптация экономики к климатическим изменениям в стратегии устойчивого развития // Проблемы прогнозирования. 2022. № 4. С. 45–54.

17. Commission Delegated Regulation (EU) 2022/1214 of 9 March 2022 amending Delegated Regulation (EU) 2021/2139 as regards economic activities in certain energy sectors and Delegated Regulation (EU) 2021/2178 as regards specific public disclosures for those economic activities. Document 32022R1214. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2022/1214/oj/eng
18. Серный проект / Годовой отчёт ПАО «ГМК «Норильский никель» за 2017 г. <https://ar2017.nornickel.ru/business-group/key-projects/sulphur-project>
19. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems / Ed. by G.C. Daily. Washington: Island Press, 1997.
20. Daily G.C., Söderqvist T., Aniyar S. et al. The Value of Nature and the Nature of Value // Science. 2000. Iss. 5478. P. 395–396.
21. Millennium Ecosystem Assessment, Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Washington: Island Press, 2005.
22. Emissions Gap Report 2022: The Closing Window – Climate crisis calls for rapid transformation of societies. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2022. <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2022>
23. Порфирьев Б.Н., Широков А.А., Колпаков А.Ю. Стратегия низкоуглеродного развития: перспективы для экономики России // Мировая экономика и международные отношения. 2020. № 9. С. 22–33.
24. Порфирьев Б.Н., Широков А.А., Колпаков А.Ю., Единак Е.А. Возможности и риски политики климатического регулирования в России // Вопросы экономики. 2022. № 1. С. 72–89.
25. Широков А.А., Колпаков А.Ю. Целевой сценарий социально-экономического развития России с низким уровнем нетто-выбросов парниковых газов до 2060 года // Проблемы прогнозирования. 2023. № 6. С. 53–64.
26. Данилов-Данильян В.И., Катцов В.М., Порфирьев Б.Н. Проблема климатических изменений – поле сближения и взаимодействия естественных и социогуманитарных наук // Вестник РАН. 2020. № 10. С. 914–925; Danilov-Danil'yan V.I., Kattsov V.M., Porfiriev B.N. The Problem of Climate Change: The Field of Convergence and Interaction between Natural Sciences and the Sociohumanities // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2020. № 5. P. 577–587.

ECOLOGY AND CLIMATE: WHERE WE ARE NOW AND WHERE WE WILL BE IN TWO OR THREE DECADES *SITUATION IN RUSSIA*

V. I. Danilov-Danilyan^{1, #}, V. M. Kattsov^{2, ##}, and B. N. Porfiriev^{3, ###}

¹Water Problems Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

²Voeikov Main Geophysical Observatory of the Roshydromet, St. Petersburg, Russia

³Institute of Economic Forecasting, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

[#]E-mail: vidd38@yandex.ru

^{##}E-mail: director@main.mgo.rssi.ru

^{###}E-mail: b_porfiriev@mail.ru

The article is the second of the two contributions based upon the authors' studies and reports provided to Horizon-2040. It attempts to project the issues of global environmental and climate changes tackled in the previous paper on the situation in Russia. The most important challenges both existing now and assumed to exacerbate in the coming decades in environmental and climate change areas are contemplated. These include: air pollution and the quality of life of the population in cities; water resources and drinking water quality deterioration; biodiversity crisis and the state of specially protected areas. Also considered are climate change implications including basic trends, forecast scenario assessment and the effects on human health and economic activities. Key directions and priorities of the national environmental and climate policy, as well as recommendations on the long-term strategies to reduce climatic and environmental hazards to sustainable development are substantiated.

Keywords: ecology, climate, biodiversity, risks, harmful emissions, greenhouse gases, population, economy, net-zero development strategy, national interests.