

ГОРИЗОНТ



2040

КЛИМАТ И ЭКОЛОГИЯ

ГОРИЗОНТ



2040

Проект «Горизонт-2040» был запущен в ноябре 2022 года Агентством стратегических инициатив и Российским экспортным центром после проведения одноимённой закрытой встречи экспертов на форуме Made in Russia.

Ключевыми задачами проекта являются формирование видения ключевых вызовов и трендов, которые с разной степенью вероятности могут произойти в ключевых сферах социально-экономической жизни как российского, так и мирового сообщества, а также определение ключевых возможностей и угроз развитию на горизонте 2040 года.

Проект предполагает два этапа работ, результатом которых будет формирование видения сценариев развития России и определения возможности субъектной позиции нашей страны, учитывая контекст развития ключевых международных игроков.

В рамках первого этапа были сформированы 10 рабочих групп, которые проводили работу по отдельным тематическим доменам. В работе приняло участие более 130 ведущих российских экспертов, проведено более 70 встреч рабочих групп по обсуждению различных аспектов развития каждого из тематических доменов.

Данный текст является результатом деятельности рабочей группы Климат и Экология.

Вся информация о работе проекта доступна на сайте asi.ru.

Климат и экология

Ситуация в сфере климата

Авторы доклада



Б. Н. Порфирьев

академик РАН, научный руководитель ИНП РАН



В. М. Катцов

д.ф-м.н., директор ГГО им А. И. Воейкова

Глобальная климатическая ситуация – 2040

Основные тренды 2022–2040 годов сценарная прогнозная оценка к 2040 году по ключевым характеристикам

Современная климатическая наука позволяет уверенно констатировать следующее:

- 1) в последнее столетие в глобальной системе (атмосфера, океан, криосфера и биосфера) произошли широкомасштабные и быстрые (резкие) изменения;
- 2) масштабы недавних изменений в климатической системе в целом и нынешнее её состояние во многих аспектах беспрецедентны на протяжении периодов от многих столетий до многих тысячелетий;
- 3) эти масштабные и резкие изменения, прежде всего ускоренный разогрев атмосферы, океана и суши, произошли под влиянием хозяйственной и других форм жизнедеятельности человека.

Гипотезы о доминирующем вкладе в это ускорение наблюдаемых температурных изменений естественных климатических факторов не находят надежных научных подтверждений. При этом не подвергается сомнению первостепенная значимость фактора естественной изменчивости в глобальной климатической системе на протяжении всей истории Земли.

Антропогенное изменение климата уже проявляет себя в изменениях статистики экстремальных погодных и климатических явлений во всех регионах земного шара. Доказательства наблюдаемых изменений в таких экстремальных явлениях, как волны тепла, обильные осадки, засуха и тропические циклоны, а также их связь с человеческим фактором становятся всё более убедительными, что подтверждено в том числе огромным массивом систематизированных данных в докладах Межправительственной группы экспертов, в которой задействованы тысячи специалистов из многих десятков стран мира, по вопросам изменения климата (МГЭИК или IPCC), выпускаемых на протяжении более 30 лет.

Основываясь на этой информации и широком спектре сценариев МГЭИК относительно антропогенного воздействия на климатическую систему и её трансформации вплоть до конца века, можно утверждать, что в обозримом будущем человечество ожидает усугубление наблюдаемых изменений климата в связи с его воздействием на окружающую среду, экономику и население стран мира. При всех сценариях глобальная приземная температура будет продолжать повы-

шаться по крайней мере до середины века, включая рассматриваемый прогнозный период до 2040 года (IPCC, 2021), когда её превышение в сравнении с доиндустриальной эпохой может достигнуть $+1,5^{\circ}\text{C}$.

При этом в связи с усилением глобального потепления будут становиться более значительными такие изменения в климатической системе, как увеличение экстремально высоких температур и их повторяемость, частота волн тепла в Мировом океане, который сосредоточивает подавляющую часть энергии климатической системы планеты и играет определяющую роль в глобальном потеплении, а кроме того, увеличение частоты обильных осадков, засух в некоторых регионах мира и доли интенсивных тропических циклонов, а также сокращение площади морского льда, снежного покрова и многолетней мерзлоты. Ожидается, что продолжающееся глобальное потепление приведёт к дальнейшей интенсификации глобального гидрологического цикла, включая его изменчивость, глобальные муссонные осадки и интенсивность влажных и засушливых явлений. При реализации сценариев с увеличением выбросов CO_2 поглощающие углерод экосистемы Мирового океана и суши будут менее эффективны с точки зрения замедления накопления CO_2 в атмосфере.

Антропогенное изменение климата, в том числе более частые и интенсивные экстремальные явления, вызвали и продолжают обуславливать

широкомасштабные неблагоприятные воздействия, выходящие за рамки естественной изменчивости климата, что влечёт потери и ущерб для природы и людей (IPCC, 2022). Риски, связанные с изменениями климата, становятся всё более сложными для управления, особенно в условиях их усиливающегося действия друг на друга. С учётом ещё и неклиматической опасности это приведет к «каскадному» распространению кризиса в секторах экономики и регионах мира и росту интегрального риска (IPCC, 2022). При этом некоторые меры реагирования на изменение климата могут способствовать повышению такой вероятности.



При всех сценариях глобальная приземная температура будет продолжаться повышаться по крайней мере до середины века, включая рассматриваемый прогнозный период до 2040 года (IPCC, 2021), когда её превышение в сравнении с доиндустриальной эпохой может достигнуть $+1,5^{\circ}\text{C}$.

Отмечая прогресс в планировании и осуществлении мер адаптации в предстоящие 20 лет, следует констатировать, что достигнутые во всех секторах и регионах мира на этом пути результаты значительно отстают:

а) от потребностей населения и экономик в части снижения уязвимости и, соответственно, потерь и ущерба от негативных последствий климатических изменений (особенно велик этот разрыв в развивающихся странах); б) от темпов и масштабов, в том числе многократно, по финансированию соответствующих программ ускоренной декарбонизации экономики, которой в развитых странах и под влиянием мирового сообщества в целом отдан бесспорный приоритет в международной политике в области климата (Adaptation Gap Report 2022; Порфирьев, 2023). Такой подход, помимо прочего, уменьшает возможности «трансформационной» адаптации экономики благодаря целенаправленной политике по её структурной и технологической модернизации с учётом природной и социально-экономической специфики конкретных стран и регионов (IPCC, 2022).

При сохранении положения дел в ближайшие годы и с учётом значительной инерционности рассматриваемых процессов в перспективе до 2040 года правомерно ожидать снижения эффективности в адаптации конкретных секторов, а также населения и экосистем регионов мира к изменениям климата по мере усиления глобального потепления. Фиксируемое

МГЭИК учащение свидетельств неудачной или неэффективной адаптации (*maladaptation*) означает рост потерь и ущерба для мировой экономики, наибольшее бремя которых будут нести, как и ранее, развивающиеся (особенно наименее развитые) страны; а также достижение всё большим числом антропогенных и природных систем пределов адаптации (в некоторых экосистемах «жёсткие» пределы адаптации уже достигнуты).

Что касается возможности повышения эффективности адаптации, которую МГЭИК связывает с «интегрированными, межотраслевыми решениями, направленными на устранение социального неравенства, на дифференцирование ответов на климатические риски и охват ими [решениями] разных систем» (IPCC, 2022), в период до 2040 года такая перспектива представляется маловероятной, сохраняя реалистичность лишь для отдельных секторов и государств, возможно стран Персидского залива, располагающих финансовыми ресурсами и вкладывающих их растущие объёмы в природосберегающие, в том числе адаптационные, технологии. Основные причины этого – вышеупомянутая инерционность рассматриваемых процессов, а также текущий геополитический и геоэкономический кризис, «длинная тень» последствий которого для мировой экономики будет простираться, очевидно, за пределы текущего десятилетия.

Интегральные эффекты воздействия изменений в глобальной климатической ситуации на экосистемы, здоровье человека и экономику к 2040 году

Перечисленные выше климатические изменения, включая волны тепла в самом океане, приведут к усилению воздействия на экосистемы океана, а также на сушу, в том числе на крупнейшие лесные массивы планеты из-за роста засух и лесных пожаров, которые уже испытывают ощутимый стресс от последствий этих изменений, что усугубляет всё возрастающее антропогенное (техногенное) влияние. Следствием этого станет дальнейшее ускорение снижения биоразнообразия, притом что темпы исчезновения видов уже в 50 и более раз превышают естественные. Его сохранение является ключевым фактором устойчивого воспроизводства природно-ресурсного потенциала и поддержания жизнедеятельности в целом в долгосрочной перспективе, а также поглощения выбросов парниковых газов в объёме, составляющем более трети снижения указанных выбросов, что необходимо для неперевышения глобального потепления 2 °С порога к концу XXI века [Deutz et al, 2020].¹

К 2040 году также усилится воздействие климатических изменений на водные и продовольственные ресурсы, находящиеся под угрозой в ряде

регионов Земли, с дальнейшей цепочкой рисков роста конфликтов и миграции, а также беспокойства по поводу здоровья населения и в плане экономики. Последнее включает: рост заболеваемости и смертности от инфекционных болезней и волн жары, преимущественно в развивающихся странах Азии и Африки, в том числе в их мегаполисах; торможение роста производительности труда и производства, в числе прочего в сельском хозяйстве, особенно в государствах тропического пояса; разрушение инфраструктуры и зданий из-за деградации

”

К 2040 году также усилится воздействие климатических изменений на водные и продовольственные ресурсы, находящиеся под угрозой в ряде регионов Земли, с дальнейшей цепочкой рисков роста конфликтов и миграции, а также беспокойства по поводу здоровья населения и в плане экономики.

*

¹. Deutz, A., Heal, G. M., Niu, R., Swanson, E., Townshend, T., Zhu, L., Delmar, A., Meghji, A., Sethi, S. A., and Tobin-de la Puente, J. 2020. Financing Nature: Closing the global biodiversity financing gap. The Paulson Institute, The Nature Conservancy, and the Cornell Atkinson Center for Sustainability. – 262 p.

многолетнемёрзлых грунтов в Арктике; риски для гидроэнергетики и речного судоходства из-за засух в зоне умеренного климата, в частности в Европе, и т.д. Перечисленные эффекты глобального изменения климата будут сопровождаться увеличением числа бедных (по оценкам, на 132 млн чел. уже в следующем десятилетии) и мигрантов (на 216 млн чел. к 2050 году). Это создаст вызовы для здравоохранения, агропродовольственного, строительного, транспортного и энергетического секторов соответствующих государств мира и в целом приведет к возрастанию нагрузки на социальный сектор практически во всех национальных экономиках.

Некоторые из указанных эффектов будут противоречивы. Например, в той же Арктике глобальное потепление, обуславливая сокращение ледяного покрова, улучшит условия судоходства; а в целом в северных широтах усилят тенденцию повышения комфортности и снижения продолжительности отопительного сезона и затрат на отопление. Однако для того, чтобы воспользоваться этими возможностями, нужны соответствующие знания и технологии, которые пока наличествуют далеко не в полной мере и которые, таким образом, в период до 2040 года нужно сформировать. Это в свою очередь означает вызовы для многих государств мира, прежде всего в сфере их научно-технологической, а также социально-экономической политики (включая реформы в сфере образования и науки). Эффективные меры призваны смягчить упомянутые

выше негативные последствия изменений климата. Сохранение, а скорее всего, углубление к 2040 году дифференциации государств по уровню развития и, соответственно, степени их готовности ответить на упомянутый климатический вызов, потребует наращивания усилий всего международного сообщества по развитию сотрудничества между странами, включая развитие институтов (правовой базы, планирования, страхования и т. д.) и научно-технологического взаимодействия.

Реакция международного сообщества/государств (групп государств) на указанные интегральные эффекты

Ответом мирового сообщества на глобальный климатический вызов является принятая и активно развиваемая климатическая политика, которая за последние почти 30 лет, прошедшие с принятия её базового стратегического документа – Рамочной конвенции ООН по изменению климата (РКИК), – превратилась в одну из главных составляющих системы международных отношений. В её развитие положен ряд основополагающих документов, прежде всего Парижское соглашение по климату (2015 г.). Сохраняя в качестве целевого ориентира непревышение к концу века по сравнению с доиндустриальной эпохой температурного порога в 2 °С, позднее сниженного до 1,5 °С, содержание и механизм осуществления этой политики за последние годы претерпели значительную метаморфозу.

В Парижском соглашении один из принципов политики отдельных государств и мирового сообщества в целом в отношении климатических изменений предусматривает равную значимость стратегий развития с низким уровнем эмиссий парниковых газов и реализующего их комплекса мер по сокращению нетто-выбросов парниковых газов, с одной стороны, и планирования и реализации национальных планов адаптации населения и экономики к изменениям климата, с другой стороны, а также необходимость интеграции этих мер в стратегию устойчивого развития, ключевые цели которой определены повесткой дня ООН в области устойчивого развития на период до 2030 года.

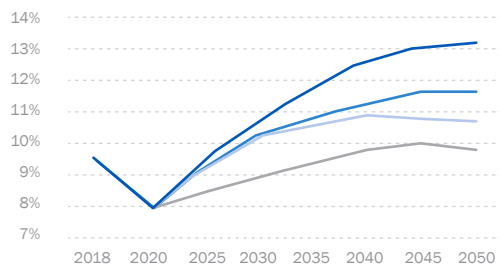
Однако с начала 2020-х годов эти принципы уступили место одно-значному приоритету в пользу стратегий низкоуглеродного развития. Далее они были трансформированы в так называемые углерод-нейтральные или нетто-нулевые (*Net Zero*) стратегии, предусматривающие достижение к середине века, в основном к 2050 году, нулевого баланса между эмиссиями парниковых газов и их поглощением за счёт энергоперехода и с упором на резкое повышение роли возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и электротранспорта. Об участии «в гонке за нулём» заявили 130 стран, в том числе в 68 ведущих экономиках мира, на которые приходится 91% мирового ВВП и 89% выбросов парниковых газов. Эти стратегии приняты официально, в том числе в отдельных странах закреплены законодательно.

При этом представители ряда государств призывают не засчитывать потенциал поглощения углерода (главным образом природными экосистемами и в первую очередь лесами) и добиваться «чистого нуля» – по сути, полной декарбонизации, или безуглеродной экономики. Показательно, что большинство политиков и экспертов из развитых стран, которые придерживаются более взвешенной нетто-нулевой концепции, в лучшем случае лишь вскользь упоминают адаптацию, а те эксперты, которые выступают за активное использование управления экосистемами как «естественный, природный» способ решения климатической проблемы (так называемые *natural solutions*), подчеркивают его приоритет для снижения нетто-выбросов парниковых газов, отодвигая адаптацию далеко на задний план.

На этом фоне выступления генсека ООН в 2021 году, дискуссии на конференциях сторон РКИК в конце 2021–2022 годов (COP-26, Глазго и COP-27, Шарм-эш-Шейх) и принятые в их результате итоговые документы, выражавшие стремление к повышению роли адаптации населения и экономики к изменениям климата, внесли лишь некоторое оживление, но не изменили статуса адаптации как «падчерицы» климатической политики, сохранив её однозначный и мощный крен в сторону *Net Zero*.

В результате на начало 2023 года отчётливо прослеживается тенденция превращения декарбонизации экономики и энергетики как одного из ключевых

Рис. 1. Доля затрат на энергию в ВВП при различных сценариях энергоперехода в 2020-2050 годах (Оценки ИНП РАН)



направлений и механизмов реализации климатической политики и энергоперехода в неоспоримый стратегический приоритет, своего рода в голубые фишки, причём этот приоритет сохраняется и существенно в более широком контексте стратегии устойчивого развития мирового сообщества, из 17 целей которого так называемой борьбе с климатом многие политики и эксперты, прежде всего из стран «Большой семёрки» и связанных с ними международных организаций, консалтинговых и деловых сообществ (например, Всемирного банка, МВФ, Всемирного экономического форума и др.), отдают однозначное предпочтение как в краткой и среднесрочной (до пяти лет), так и в долгосрочной перспективе (более 10 лет) (см., например, Global Risks 2023).

Представляется, что эта тенденция на период до 2040 года в основном сохранится, учитывая вышеупомянутые стратегии нетто-нулевой декарбонизации, в которые уже вложены огромные и бу-

дут инвестированы ещё большие средства и за которыми стоят мощные группы интересов ведущих экономик мира, прежде всего ЕС и США. Эта тенденция и будет определять дизайн и приоритеты мировой климатической политики.

В то же время избыточная амбициозность целей указанной глобальной стратегии для подавляющего числа стран, в том числе отдельных развитых экономик, очевидно, будет требовать внесения в национальные программы действий корректив, включая: а) сдвиг сроков реализации – в ряде стран они изначально смещены за пределы 2050 года (на 2060-й, 2070-й года. и даже далее); другие страны из-за резких изменений в геоэкономической ситуации сдвигают вправо промежуточные цели на 2030 год (на 2035 год и далее); б) изменения в тактике реализации, в которой почти безграничный приоритет ВИЭ и электротранспорта будет частично смягчаться инвестициями в проекты улучшения использования земельных и лесных ресурсов (ЗИЗЛХ) и сохранение биоразнообразия, особенно в развивающихся странах. Также к 2040 году можно ожидать некоторого подъёма статуса и роста инвестиций в программы адаптации, в первую очередь из-за растущего социально-экономического ущерба и потерь в результате будущих бедствий гидрометеорологического характера и из-за необходимости их купировать. Однако, скорее всего, это реалистично для отдельных наиболее уязвимых и менее развитых государств, не меняя при этом, как уже отмечалось, общемировую картину.

Изменения в глобальной ситуации и климатическая ситуация в России к 2040 году

Противоречивые последствия изменений в глобальной климатической ситуации для России (прямые и косвенные эффекты)

Представленные выше последствия реализации сценариев мировой климатической динамики и политики международного сообщества в области климата будут ощутимо сказываться на ситуации в России к 2040 году. Что касается климата в нашей стране, соответствующие изменения в значительной степени определяются и будут зависеть от флук-

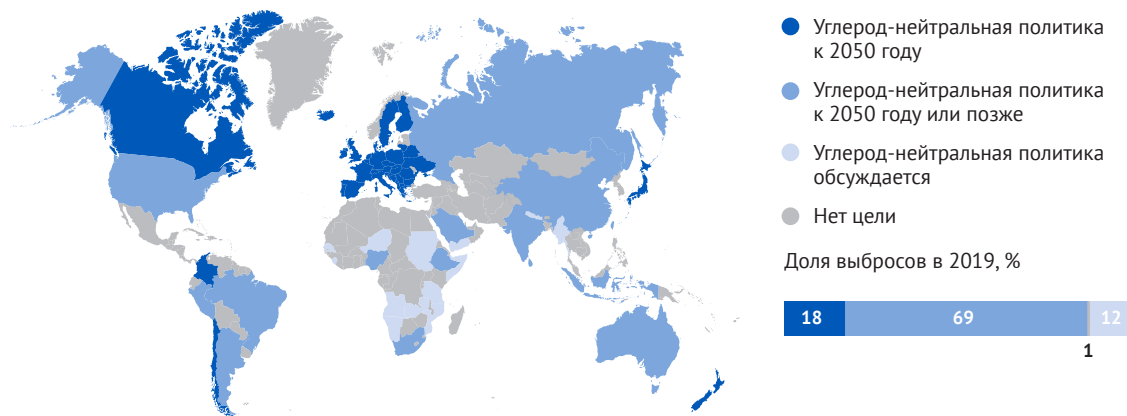
туаций в глобальных процессах циркуляции воздушных масс, от взаимодействия атмосферы и Мирового океана, других факторов, действие которых может существенно модифицироваться из-за особенностей природной среды в России (подробнее см. далее).

Кроме того, обусловленный последствиями глобального потепления рост числа и тяжести засух и водного стресса в ряде государств Азии и Африки, а также ожидаемый в связи с этим растущий поток климатических беженцев

Рис. 2. Реакция мирового сообщества на изменения климата, международная политика в сфере климата

Метаморфозы мировой климатической политики за 30 лет

- РКИК ООН (1992) => ~ 190 государств => 27 COP (COP28 – в ОАЭ в 2023 г.)
- Киотский протокол (2005)
- Парижское соглашение (2015) > 190 государств => LDCs + NAPs
- Трансформация LDCs => LDCs => CNS (Net Zero) = NZ Race > 130; NZ Pledge & Law Nov 2022 = 68 (~90% ВВП и ПП)



(по оценкам ООН, несколько десятков миллионов человек), скорее всего, не обойдёт стороной Россию, в первую очередь её регионы, граничащие со странами Центральной Азии, включая дружественные и нейтральные государства. В таком случае Россия может столкнуться с экономическим и политическим вызовом, перед которым уже стоят страны Европы, экономически более привлекательные для мигрантов, куда их основная масса направляется в последние годы и, как представляется, будет стремиться в обозримом будущем.

Позитивным для России косвенным эффектом от последствий глобального потепления для мировой экономики и экосистем могут стать рост ценности российских природных и экологических активов (почвенных, лесных, особенно водных ресурсов) и улучшение перспектив развития связанных с ними производств «ресурсной» экономики и их продукции, в том числе водоём-

кой, включая зерновые, металлы и др. На них может возникнуть дополнительный спрос, что позволит России создать новые рабочие места, получить дополнительные доходы и тем самым ускорить темпы роста ВВП, не создавая рисков для устойчивости национальных водных ресурсов в отличие от нередко выдвигаемых инициатив по экспорту из России воды. В данном случае сам ресурс полностью остается в нашей стране, а вывозится так называемая виртуальная вода, содержащаяся в конечном продукте. Помимо ресурсоемких, в том числе водоёмких, производств благоприятные перспективы с учётом ухудшения не только климатической, но и экологической ситуации во многих странах мира (см. раздел по экологии) открываются к 2040 году и далее для производства экологически чистых продуктов и экотуризма с теми же выгодами для занятости и экономического роста. Однако их реализация потребует своевременных и масштабных инвестиций.

”

Позитивным для России косвенным эффектом от последствий глобального потепления для мировой экономики и экосистем могут стать рост ценности российских природных и экологических активов (почвенных, лесных, особенно водных ресурсов) и улучшение перспектив развития связанных с ними производств «ресурсной» экономики и их продукции, в том числе водоёмкой, включая зерновые, металлы и др.

Что касается эффекта от политики международных организаций и зарубежных стран в области климата в России к 2040 году, то такие последствия имеют преимущественно косвенный характер и в целом так же противоречивы. Положительный для нашей страны момент обусловлен мощным импульсом, полученным 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, что сформировало, по сути, новую отрасль международного права и новый сектор «зелёной», или климатической, экономики. Получив этот импульс, Россия, заметно задержавшаяся на старте, в начале 2020-х годов существенно сократила, но далеко не компенсировала образовавшееся отставание.

В то же время принятая международным сообществом под давлением стран «Большой семерки», прежде всего ЕС, парадигма ускоренной нетто-нулевой декарбонизации к середине века и связанные с ней институты не корреспондируются с природными и социально-экономическими условиями и национальными интересами России. Следование в фарватере этой парадигмы без значительных корректив и встречных инициатив со стороны нашей страны, собственной сбалансированной по целям и приоритетам устойчивого развития политики в области

”

Положительный для нашей страны момент обусловлен мощным импульсом, полученным от мирового сообщества в начале 1990-х годов. Тогда резко усилилось внимание к климатической проблеме и связанным с ней рисками для населения и экономики.

климата в предстоящее 20-летие создаст значительные риски для экономического и технологического суверенитета России, её устойчивого развития и национальной безопасности.

Климатическая ситуация в России: основные тренды 2022–2040 годов и сценарная прогнозная оценка к 2040 году

Как отмечалось ранее, изменения глобального климата – важный, но не единственный фактор формирования и динамики климатической ситуации в России. Огромную роль, особенно на региональном уровне, играют внутренние факторы, прежде всего природные особенности (литосферы, гидросферы, биосферы); а так-

же в части антропогенного влияния на формирование климата национальная климатическая политика, которая производна от политики государства в области социально-экономического развития.

Территория России является регионом Земли, в котором ожидаемое в XXI веке потепление климата существенно превышает средний глобальный рост температуры для любого из рассматриваемых сценариев и на протяжении всего века, включая период до 2040 года, сопровождается ростом продолжительности волн тепла.

На этот же период на всей территории страны прогнозируется рост количества осадков зимой. В летний сезон рост среднего количества осадков ожидается на большей части территории России, за исключением южных регионов, где возможна противоположная тенденция. На юге страны увеличивается максимальная продолжительность сухого периода (непрерывных периодов с осадками менее 1 мм/сутки). При этом на остальной части Российской Федерации, в особенности в Сибири, ожидается противоположная тенденция – продолжительность таких периодов сокращается. На всей территории страны, особенно на Дальнем Востоке и в Восточной Сибири, предполагается рост максимальной в году суточной суммы осадков. В южной части России при этом это же значение может возрасть в XXI веке на фоне уменьшения влагообеспеченности в летний сезон.

Площадь снежного покрова суши на территории России в XXI веке будет сокращаться. Повышение зимней температуры и увеличение количества зимних осадков приведут к тому, что зимой в более холодных регионах будет увеличиваться снегонакопление, а в менее холодных регионах оно уменьшится, так как часть осадков выпадет в жидкой форме. Площадь, занятая приповерхностной многолетней мерзлотой на территории России, сократится к середине века от одной пятой до одной трети её современного значения. На протяжении всего XXI века вплоть до его окончания в сибирских арктических морях морской лёд в годовом минимуме (сентябрь) будет сокращаться до полного исчезновения. При этом в зимний период сокращение площади морского льда в Арктике существенно меньше.

Интегральные эффекты воздействия изменений климата на здоровье человека и экономику

Продолжится рост частоты экстремальных погодных явлений и масштабных бедствий гидрометеорологического характера, из которых наиболее разрушительными и опасными для жизни и здоровья людей, по данным МЧС, являются наводнения, лесные пожары и волны тепла. Экстремальные погодные явления, в увеличении повторяемости которых изменение климата играет определённую роль, будут оказывать прямое воздействие на здоровье людей, включая их гибель, рост травма-

тизма, повышение уровня смертности от обострения хронических заболеваний. Одновременно усугубятся косвенные последствия для климата, опосредованные, во-первых, изменениями окружающей среды и экосистем, с которыми связано распространение инфекционных заболеваний через комаров и клещей; увеличение числа болезней, передаваемых через воду из-за роста количества осадков, увеличение поверхностного стока, деградации многолетней мерзлоты. Во-вторых, свою роль сыграют изменения в социальных системах, а с ними и недоедание, нервные и психические расстройства.

В период до 2040 года и далее изменение климата будет оказывать возрастающее негативное воздействие на социально-демографические процессы (пока роль этого фактора незначительна). Рост численности населения и развитие городских территорий увеличат их подверженность (а при дефиците и неэффективности мер адаптации и уязвимость) воздействию опасных погодных и климатических процессов и явлений. Например, такие явления, как волны тепла, особенно в комбинации с загрязнением атмосферы, в несколько раз повышают число дополнительных случаев смертности в городах. Кроме того, как уже отмечалось выше, к 2040 году и в последующие десятилетия может возрасти риск климатической иммиграции в Россию из районов Центральной Азии, в частности в связи с нарастающим там дефицитом водных ресурсов. Наибольшие риски изменения

образа жизни под влиянием климатических изменений вероятны для наиболее уязвимой части населения России – коренных малочисленных народов, чей уклад и традиционные виды экономической деятельности (рыболовство, оленеводство, сельское хозяйство и т. п.) напрямую зависят от климатических условий.

В сфере занятости произойдут количественные, структурные и качественные изменения, обусловленные не столько прямыми эффектами климатической динамики, но в первую очередь развитием государственной и корпоративной политики в области климата и «зелёной» экономики: трансформируются или ликвидируются старые рабочие места, появятся новые, в том числе связанные с ВИЭ и электротранспортом, системами мониторинга, раннего оповещения и экстренного реагирования на погодные и климатические аномалии и бедствия.

Важнейшие для агропродовольственного комплекса ожидаемые изменения климата включают увеличение теплообеспеченности сельскохозяйственных культур и продолжительности их вегетационного периода; повышение зимних температур воздуха, определяющих условия перезимовки указанных культур; изменение условий увлажнения из-за роста количества осадков в холодный период года и их уменьшение в теплое время. На территории нечерноземной зоны ожидается рост теплообеспеченности сельскохозяйственных культур, биоклиматического потенциала и запасов органического уг-

лерода в пахотных почвах. Как следствие, там возможен до середины XXI века устойчивый рост продуктивности сельского хозяйства. С другой стороны, при дальнейшем потеплении климата в России может усиливаться неблагоприятное воздействие вредителей и возбудителей болезней на сельскохозяйственные культуры при их валовом сборе и оценке качества продукции растениеводства, так как эти организмы существенно зависят от климата. Массовому размножению саранчовых на юге России будет благоприятствовать ожидаемое там увеличение интенсивности и количества засух.

Риски в водном хозяйстве, вызванные изменениями климата, связаны прежде всего с изменениями речного стока. Высока вероятность дальнейшего снижения водообеспеченности в тех регионах, которые уже испытывают дефицит воды. Особую опасность представляют дождевые паводки, интенсивность и повторяемость которых в ряде регионов увели-

чиваются. К середине XXI века может возрасти экстремальность осадков в летний период 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 значимые погодно-климатические риски для лесного хозяйства обусловлены лесными пожарами, воздействием экстремальных погодных явлений, вредителями и болезнями леса. На всей европейской части России, в Западной и частично в Восточной Сибири, включая Арктическую зону, ожидается увеличение сроков пожароопасного периода. К факторам риска относятся аномально высокие и низкие температуры воздуха и почвы, экстремальные суточные и годовые амплитуды температуры, засуха, ураганные ветры, вызывающие массовый ветровал и бурелом, а также ливни и пр. Массовое повреждение деревьев, их ослабление и частичная гибель могут быть вызваны и обильно выпавшим мокрым снегом (снеголом) или обледенением.

”

Особую опасность представляют дождевые паводки, интенсивность и повторяемость которых в ряде регионов увеличиваются. К середине XXI века может возрасти экстремальность осадков в летний период в горных районах Кавказа, в Сибири и на Дальнем Востоке, что приведёт к увеличению частоты и высоты дождевых и снегодождевых паводков.

Ожидаются увеличение частоты и интенсивности вспышек в численности насекомых; появление новых и аномальное распространение традиционных вредителей и микроорганизмов, появление чужеродных видов в регионах, где они раньше не встречались.

Дальнейший рост температуры многолетней мерзлоты будет приводить к более интенсивному уменьшению её прочностных свойств и интенсификации ряда деструктивных геокриологических процессов, увеличивая риски повреждения и разрушения зданий и сооружений, включая объекты инфраструктуры, в том числе транспортной, расположенные в криолитозоне. Потепление климата расширит территории, на которых отмечаются процессы дегляциации, вовлечения в обвалы, оползневые, термокарстовые и селевые образования активизировавшихся участков мерзлотных массивов, формирования новых озёр и их прорывов, увеличения дальности выброса снежных лавин, вовлечения в обрушение скальных массивов, которые ранее были скованы льдом, и увеличения дальности выброса каменных и ледово-каменных лавин.

Ожидаемый рост летних температурных экстремумов, который влечёт перегрев конструкций, значительно увеличит риск системных аварий, возникающих при одновременном резком увеличении энергопотребления, при снижении генерации энергии и больших потерях на линиях электропередач. Наблюдаемое усиление разрушающего действия температурно-влажностных деформаций

”

В связи с ростом экстремально высоких температур и увеличением количества осадков ожидается усиление эффектов, обусловленных совместным воздействием ветровых нагрузок, температурных деформаций и коррозионного разрушения.

связано с особенностями происходящих климатических изменений (рост количества жидких и смешанных осадков в зимний сезон, увеличение числа циклов замораживания и оттаивания, повышенное увлажнение стен зданий с последующим охлаждением), которые не были учтены при выборе материалов надлежащей стойкости для ограждающих конструкций.

Негативное влияние на рост числа циклов замораживания и оттаивания наиболее выражено на территории европейской части России. В сочетании с увеличением количества жидких осадков в холодное время года это приводит к ускоренному старению зданий и сооружений. В связи с ростом экстремально высоких температур и увеличением количества осадков ожидается усиление эффектов, обусловленных совместным воздействием ветровых нагрузок, темпе-

ратурных деформаций и коррозионного разрушения. Особое значение для объектов строительства приобретают кратковременные снеговые нагрузки, возникающие при сильных снегопадах. Увеличение меженных расходов и уровня воды в реках в условиях уменьшения промерзания почвогрунтов, что повышает уровень грунтовых вод и подтапливает равнинные территории. Эти процессы приводят к деформации фундаментов зданий и сооружений и создают дополнительные риски их разрушения. Однако наиболее высокая климатическая опасность возникает в зоне многолетней мерзлоты.

Ожидаемые к середине века и позднее изменения климата продолжат оказывать значительное воздействие на состояние наземной транспортной инфраструктуры (автомобильные и железные дороги, мосты, тоннели, портовую инфраструктуру,

взлетно-посадочные полосы и пр.), а также на обеспечение организации движения и эффективность функционирования транспорта, что включает расходы на содержание объектов, безопасность движения, скорость транспортных потоков и пр. Повышение температуры воздуха в холодный период года сопровождается частыми её перепадами, и это способствует ускоренному разрушению покрытия автомобильных дорог, особенно при перепадах температуры воздуха через 0 °С. Увеличение количества жидких осадков является дополнительным фактором, усиливающим процесс разрушения.

Рост числа дней с экстремально высокими температурами воздуха приводит к размягчению асфальтового покрытия и быстрому ухудшению эксплуатационных качеств автодорог, увеличивающему риск аварий. При экстремально высоких температурах происходят значительный перегрев рельсов и последующая деформация железнодорожных путей, что приводит к уменьшению скорости движения и увеличивает риск схода с рельсов подвижного состава. Особую опасность представляют экстремальные температуры для службы сигнализации и связи на железных дорогах. Рост количества осадков в зимний сезон и увеличение их суточных максимумов повлекут за собой необходимость принятия дополнительных мер по организации движения и обеспечению безопасности на дорогах и приведут к увеличению эксплуатационных расходов на их зимнее содержание. Более частые переходы через температурную нулевую отметку, продолжительные снегопады, выпадение

В зоне сезонного промерзания грунтов, в районах со сложными гидрогеологическими условиями, для которых характерен высокий риск возникновения оползневых и селевых процессов, увеличится опасность аварийных разрушений трубопроводов.

жидких осадков в холодное время года также негативно отразятся на безопасности дорожного движения и потребуют специальных мероприятий по уменьшению скользкости на дорогах.

В зоне сезонного промерзания грунтов, в районах со сложными гидрогеологическими условиями, для которых характерен высокий риск возникновения оползневых и селевых процессов, увеличится опасность аварийных разрушений *трубопроводов*. Ожидаемое увеличение сезонных сумм осадков и особенно их интенсивности в тёплый сезон являются серьёзными дополнительными факторами риска. Увеличение среднегодовых, летне-осенних и зимних расходов воды усилит вероятность досрочного размыва магистральных трубопроводов на подводных переходах через реки.

Ожидаемые при изменении климата увеличение годового и межennaleго стока и изменение продолжительности и сроков навигации практически для всех крупных рек России потенциально могут благопри-

ятствовать развитию *речного судоходства* и увеличению объёма грузоперевозок по рекам и водоёмам. Однако на многих судоходных реках России вследствие влияния климата на сток рек наблюдаются существенные изменения в русловых процессах, осложняющих судоходство. В перспективе тенденции изменения русловых процессов будут нарастать, что негативно отразится на судоходстве и потребует увеличения работ по дноуглублению и выправлению русел рек.

Особую группу транспортных сооружений составляют *зимние дороги (зимники) и ледовые переправы*, период эксплуатации которых сокращается с развитием климатического потепления. Проблема зимников и ледовых переправ напрямую затрагивает устойчивое развитие городов Арктики.

Для устойчивого функционирования *нефтегазового комплекса* России особенно значимыми являются экстремальные погодные явления. В прибрежной зоне арктических морей возрастает повторяемость

”

Для устойчивого функционирования нефтегазового комплекса России особенно значимыми являются экстремальные погодные явления. В прибрежной зоне арктических морей возрастает повторяемость штормовых скоростей ветра, и это особенно опасно для буровых установок, расположенных на шельфе.

штормовых скоростей ветра, и это особенно опасно для буровых установок, расположенных на шельфе. Увеличение количества штормовых нагонов приводит также к усилению береговой эрозии, что в свою очередь угрожает портовым причалам.

Погодно-климатические риски для электроэнергетики, прежде всего ТЭС и АЭС, обусловлены воздействием экстремальных метеорологических явлений, таких как смерчи, высокие скорости ветра и температуры воздуха, экстремальные осадки и снегопады, которые не только угрожают безопасному функционированию электростанций, но также могут значительно 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 аномально малыми объёмами воды, поступающими на водосбор ГЭС с осадками или в период снеготаяния. Пропускная способность водосбросов действующих гидроузлов может оказаться недостаточной, и при прохождении экстремальных расходов воды возрастает опасность повреждения и разрушения плотин. Значительное увеличение зимнего меженного стока благоприятно для большинства регионов России, так как в зимнее время возрастают бытовые нагрузки на энергетические системы страны. В электросетевом распределительном комплексе риск аварий наиболее велик в холодную часть года: гололёдные и ветровые нагрузки вызывают не только обрывы проводов, но и разрушение несущих опор. В летний период особую

опасность представляют грозы и волны жары, так как при высоких температурах воздуха происходит растяжение проводов, возможны их провисание и контакт с соседними проводами, что вызовет короткое замыкание.

Из макрорегионов России, имеющих стратегическое значение для национальной безопасности страны, Арктика характеризуется крайней уязвимостью к изменениям климата, что ведёт к серьёзным экологическим, социальным и экономическим последствиям. Потепление климата и связанное с ним сокращение площади льдов, как уже отмечалось ранее, увеличивают продолжительность навигации по Северному морскому пути, но её условия остаются сложными, сохраняя необходимость в сохранении и поддержании ледокольного флота в условиях растущего объёма перевозок и ужесточения требований к обеспечению безопасности мореплавания и морской деятельности в целом, не говоря уже об устойчивом функционировании объектов национальной обороны. Эти требования относятся к системам гидрографического обслуживания, связи, а также распространяются на экологический мониторинг с целями предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, учитывая, что разработка и транспортировка углеводородного сырья создают риски аварий, реагирование на которые в суровых климатических и погодных условиях, удалённости месторождений от существующей развитой инфраструктуры сильно затруднено. При этом особо сложной проблемой являются разливы нефти на лёд и подо льдом.

Приоритеты политики в области климата (снижения климатических рисков развития) – 2040

В связи с перечисленными выше особенностями ситуации, ожидаемой (прогнозируемой) к 2040 году в области изменений климата и их последствий в мире и нашей стране, а также с учётом сценариев политики международного сообщества и его ключевых участников, включая Россию, встаёт вопрос о выборе нашей страной эффективной стратегии действий, способствующих снижению рисков и угроз, с одной стороны, и реализации «окон» благоприятных возможностей, с другой. Представляется, что такая стратегия должна исходить из принципа приверженности (соблюдения) национальным интересам и стратегическим национальным приоритетам, включая повышение качества жизни и благосостояния населения, устойчивое развитие российской экономики на новой технологической основе, сохранение природной среды и адаптацию к изменениям климата¹. Такой подход позволит России одновременно гармонизировать свои национальные интересы и стратегические национальные приоритеты со стратегией

устойчивого развития – 2030, принятой мировым сообществом, органической и важной частью которого является наша страна. И усилиями западных стран климатическая и в целом «зелёная» повестка на указанный период и, очевидно, до 2040 года будет играть роль аттрактора.

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

- 1) Выбор целей данной 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, а также место «климатической» ЦУР № 13 в ряду приоритетов.* Оно чётко определено важнейшими профильными международными документами¹, из которых следу-



¹ См. п. 25 Стратегии национальной безопасности Российской Федерации. Утверждена указом президента России № 400 от 02.07.2021 г.

² В преамбуле РКИК зафиксировано: «Меры по реагированию на изменение климата должны быть скоординированы с общим комплексом мер по социально-экономическому развитию, с тем чтобы не допустить неблагоприятного воздействия на него, с полным учётом законных приоритетных потребностей развивающихся стран в деле достижения устойчивого экономического роста и искоренения нищеты». В преамбуле Парижского соглашения подчеркнуты «неразрывная связь действий по борьбе с изменением климата, мер реагирования на изменение климата и воздействий изменения климата со справедливым доступом к устойчивому развитию и ликвидацией нищеты»; «основополагающий приоритет обеспечения продовольственной безопасности и ликвидации голода и особая уязвимость систем производства продовольствия к неблагоприятным последствиям изменения климата»; а в статье 2 – направленность опять-таки «на укрепление глобального реагирования на угрозу изменения климата в контексте устойчивого развития и усилий по искоренению нищеты» (ключевые слова выделены курсивом. – БП).

ет, что приоритетами устойчивого развития являются социально-экономические цели, как то: повышение качества жизни (снижения бедности, обеспечения продовольственной безопасности, а также улучшение здоровья населения) и обеспечивающий его устойчивый рост экономики. Поэтому *эффективная политика в области климата должна ориентироваться на решение именно этих жизненно важных в средне-, долгосрочной и отдаленной перспективе социально-экономических проблем, не ставя во главу угла (и вместе с этим «телегу впереди лошади») задачу непревышения роста средней глобальной температуры 2 °C к концу века любой ценой, являющуюся краеугольным камнем углерод-нейтральных (Net Zero) стратегий.*

- 2) При всей значимости 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: 1) стабилизацию климата и 2) социально-экономическое развитие. Если в первом случае климатологи строят модели, рассчитывают подробные сценарии и дают оценки динамике изменений в перспективе 100 лет и более, и с этой точки зрения рассматриваемый в данной работе период ближайшего двадцатилетия*

является даже не краткосрочным будущим, то в последнем случае «Горизонт 2040» воспринимается и оценивается политиками, управленцами, экономистами, социологами и др. как долгосрочная перспектива, для оценки которой возможны лишь общие (макро-) сценарии. Это принципиальные условия, из которых должно исходить корректное определение масштабов и структуры инвестиций в снижение нетто-выбросов парниковых газов в период до 2040 года и далее. Инвестиции, которые нужно вкладывать и уже вкладываются в текущем режиме, в условиях господствующей сегодня парадигмы ускоренного перехода к углерод-нейтральной (Net Zero) экономике реализовать крайне трудно, что подтверждает растущий разрыв между нынешними вложениями и потребностями в них в странах-участниках «гонки за нулём», включая нашу страну (Emissions Gap Report 2022).

- 3) России необходимо скорректировать свою политику в области климата, в том числе подразумевается:
 - усиление ориентации стратегии социально-экономического развития с низким уровнем выбросов парниковых газов, предусматривающую достижение нетто-нулевого уровня этих выбросов в 2060 году, на приоритетные с точки зрения долгосрочного устойчивого развития целевые показатели качества жизни и структурных сдвигов в экономике на период до 2040 года; уточнение

- приоритетных направлений и мер по декарбонизации экономики и прогнозов их реализации, включая сроки достижения нетто-нулевого уровня эмиссий парниковых газов, их продуманная и эффективная интеграция в политику долгосрочного социально-экономического развития страны до 2040 года;
- подчинение (сопряжение) приоритетов направлений и мер по декарбонизации экономики с ключевыми направлениями научно-технологического развития, исходя из того, что, согласно модельным расчётам ИНП РАН, наибольший потенциал декарбонизации экономики с учётом поддержания долгосрочной экономической динамики сосредоточен: в терминах снижения уровня выбросов парниковых газов в секторах производства (энергетика) и потребления (промышленность, здания) энергии; в газовом хозяйстве, включая газопроводы (снижение так называемых фугитивных эмиссий) и в управлении отходами (в первую очередь ТБО); в терминах роста объёмов поглощения углерода (CO₂) в секторе ЗИЗЛХ (сельское хозяйство (почвы) и лесной комплекс);
 - интеграция программ и программных мер в области декарбонизации экономики, прежде всего на отраслевом и региональном уровнях:
 - a. с планированием и реализацией планов адаптации, в том числе с мерами готовности и действий при чрезвычайных ситуациях природного характера (в рамках РСЧС).

Наш анализ существующих 10 отраслевых и 30 региональных планов адаптации свидетельствует об ограниченности их (1) сферы действия; (2) эффективности мер. Это одновременно означает и значительный потенциал, который пока не задействован ФОИВ и субъектами РФ. Всё вместе позволит обеспечить целостный и комплексный характер государственной политики в области климата, с одной стороны, и эффективность политики в области обеспечения безопасности населения и территорий при чрезвычайных ситуациях, с другой стороны;

- b. с соответствующими долгосрочными программами в области охраны окружающей среды и рационального природопользования, в том числе в рамках национального проекта «Экология». Тем самым получит важный стимул и 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» следов. В конечном счёте будут обеспечиваться комплексный характер и эффективность политики, направленной на достижение национальных интересов в области создания комфортной среды жизнедеятельности и устойчивого экономического роста.

4) В соответствии с пп. 1–3 выше необходимо совершенствование:

- институциональной, в первую очередь нормативно-правовой, базы, а также стандартов (технологических, строительных и т. д.) в области декарбонизации экономики, адаптации её и населения к изменениям климата и их последствиям. Основные направления действий включают:
 - 1) уточнение и корректировку:
 - а) национального законодательства в области снижения нетто-эмиссий парниковых газов (ФЗ № 261 от 2020 года и подзаконных актов);
 - б) документов стратегического планирования в этой области (стратегии социально-экономического развития с низким уровнем выбросов парниковых газов (2021 г.), а также в сфере планирования адаптации населения и экономики к климатическим изменениям (национальный, отраслевые и региональные планы адаптации);
 - 2) гармонизацию отечественных нормативов с международными стандартами, вкл. ISO, в указанных областях; развитие системы наилучших доступных технологий (НДТ), развитие корпоративных стандартов ESG в тренде мировой практики. При этом должны максимально учитываться особенности российских условий, в том числе при разработке и использовании НДТ и ESG – не только наилучшие (с климатической, экологической и, конечно, социально-экономической точек зрения возможности и практики), но и доступные физически, экономически (цена) и т. д.;

- организация управления, в том числе финансирования и ресурсного обеспечения деятельности в сфере климатической политики. Представляется, что акценты должны быть сделаны на: 1) сбалансированность усилий и распределение ресурсов в соответствии с указанными выше приоритетами целей развития, включая баланс между затратами на снижение нетто-выбросов парниковых газов и адаптацией; 2) комплексность учёта экосистемных услуг в оценке указанных затрат с перемещением гипертрофированного фокуса нынешней политики государства в отношении климата и его изменений на финансовые аспекты, включая торговлю углеродными единицами;
- научное обеспечение, включая кадры, исследования, оборудование. Очевидно, что без современного знания и понимания перспектив изменений климата и их причин прогноз изменений климата невозможен и заблаговременные меры адаптации вряд ли окажутся эффективными. Необходимо более тесное сотрудничество учёных и специалистов естественно-научной и социогуманитарной областей знания; производителей отраслевой и региональной климатической информации; лиц, принимающих решения на всех уровнях управления (от корпоративного и муниципального до федерального); некоммерческих (общественных) организаций и СМИ. Улучшение организации и повышение эффективности такого взаимодействия предполагает:

- a. чёткое разделение функций участников данного процесса, учитывая, что научное сообщество не является субъектом принятия политических или хозяйственных решений, а остальные заинтересованные стороны не могут рассматриваться как источник научных знаний. Торжествующий в последние десятилетия дилетантизм как 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;
- b. рост инвестиций времени и ресурсов в развитие систем мониторинга и прогнозирования изменений климата и их последствий для населения и экономики, особенно в высокотехнологичные, в том числе цифровые, системы, включая интенсификацию как разработки и применения сложных физико-математических моделей, так и систем наблюдения (дистанционных, наземных), прежде всего используя и наращивая исследовательский и ресурсный потенциал важнейшего инновационного проекта государственного значения (ВИП ГЗ) «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ»¹, в котором задействованы более 50 научных организаций Минобрнауки и Росгидромета и на реализацию которого запланированы расходы в объёме 11 млрд руб. до 2024 года (первый этап). Его сроки,

как и Федеральную научно-технологическую программу (ФНТП), целесообразно продлить как минимум за пределы 2030 года;

- c. повышение доверия к научному и экспертному сообществу, понимание его стремления получить объективные результаты исследований и дать им корректную комплексную оценку и в то же время понимание возможностей, ограничений и трудностей практического использования знаний о климате, его изменениях и последствиях этих изменений для окружающей среды и общества.

Эти обстоятельства диктуют, во-первых, необходимость укрепления поддержки исследований и их кадрового потенциала, в том числе в рамках Федеральной научно-технической программы (ФНТП) по экологическому развитию Российской Федерации и климатических изменений на 2021–2030 годов². Её сроки должны быть пролонгированы до 2040 года как минимум. Во-вторых, усиление интеграции естественно-научного и социогуманитарного знания на основе использования методологии рискориентированного подхода и методов моделирования в целях лучшей интерпретации результатов исследований климатических изменений и их социально-экономических последствий и понимания этих результатов в обществе. В-третьих, более тесное и эффективное взаимодействие научного сообщества и научных СМИ, а также общественности и лиц, принимающих решения в том числе в поисках общего языка.

¹. Утверждена Распоряжением Правительства РФ № 3240-р от 29 октября 2022 г.

². Утверждена Распоряжением Правительства РФ № 133 от 8 февраля 2022 г.

Климат и экология

Ситуация в сфере экологии

Авторы доклада



В. И. Данилов-Данильян

член-корр. РАН, научный руководитель ИВП РАН



Б. Н. Порфирьев

академик РАН, научный руководитель ИНП РАН

Глобальная экологическая ситуация – 2040

Основные тренды 2022–2040 годов, сценарная прогнозная оценка к 2040 году по ключевым геосферам (Мировой океан, вода, воздух, биосфера/биоразнообразие)

В 1970-х годах человечество впервые за свою историю заинтересовалось глобальными экологическими проблемами, точнее, экологическими характеристиками глобальной экосистемы – биосферы. Отдельные учёные и раньше проявляли интерес к таким вопросам и проводили исследования, связанные с этой тематикой. Кризисные экологические явления локального масштаба отмечены ещё в XIX веке, как, например, ставший к концу того века привычным лондонский смог. Беспокойство населения и озабоченность муниципальных, региональных и национальных властей подобными процессами и событиями к середине XX века стали проявляться всё чаще. Однако на международный официальный уровень проблема защиты окружающей среды и обеспечения экологической безопасности впервые была поднята Конференцией ООН по окружающей среде в Стокгольме (Швеция) в 1972 году. Конференция констатировала, что кризисные экологические явления приобретают глобальный характер и вызваны антропогенным воздействием на природные системы, и, соответственно, решить экологические проблемы можно только в их неразрывной связи с социально-экономическими, а следовательно, и политическими проблемами.

Для конкретизации представлений о состоянии окружающей среды, динамике её изменений в глобальном масштабе и антропогенных воздействиях на неё потребовались количественные показатели. Некоторые из них были очевидны: площадь покрытых лесом земель, площадь пустынь и опустыненных территорий, общее количество загрязняющих веществ, выброшенных в воздух, сброшенных с жидкими отходами в водные объекты и размещённых на поверхности суши или под ней и пр. Однако развитие науки в качестве концепции биосферы как целостной системы, открытие озоновых дыр, исследования по моделированию динамики климата и т. д. повлекли за собой существенное расширение множества показателей, и важнейшими из них стали оценка потерь биоразнообразия, мощность озонового слоя, концентрация парниковых газов в атмосфере и др. Сейчас экологические показатели вместе с непосредственно связанными с ними социально-экономическими насчитываются сотнями.

Важнейшим фактом остаётся то, что за прошедшие после Стокгольма 72 полвека значения почти всех характеристик состояния глобальной окружаю-

щей среды ухудшились: растёт концентрация парниковых газов в атмосфере, продолжается, причём с ускорением, сокращение биоразнообразия, уменьшается площадь лесопокрытых земель (почти всюду в мире, кроме Западной Европы, где наблюдается некоторый рост, но масштабы слишком малы, чтобы повлиять на глобальную динамику); увеличивается площадь опустыненных земель, усиливается химическое отравление почвы, загрязнение Мирового океана и т. д. Единственное исключение – улучшается состояние озонового слоя, антропогенное разрушение которого практически остановлено после почти полного прекращения производства озоноразрушающих веществ (ОРВ), хотя последствия их массового использования будут продолжаться ещё не одно десятилетие. Выполнение Монреальского протокола по веществам, разрушающим озоновый слой, – единственный за полвека реальный успех глобальной экологии.

Тенденции ухудшения практически всех, кроме связанных с защитой озонового слоя, характеристик состояния глобальной окружающей среды, вероятно, не удастся переломить к 2040 году. Глобальная экология (наука) не даёт ответа на вопрос, где находится предел в развитии этих тенденций, за которым биосферная катастрофа становится неизбежной и возникает так называемая точка невозврата. Неясно даже, как этот предел описать – даже не количественно, а хотя бы качественно, структурно. Возможно, это обстоятельство

является главной гносеологической причиной неприемлемого отношения большинства людей к порождённой развитием цивилизации экологической угрозе. Тем не менее, существенное снижение темпов ухудшения глобальных экологических характеристик к 2040 году – задача, которую необходимо решить для выживания цивилизации.

Факторы, определяющие неудовлетворительную ситуацию в глобальной экологии и губительные тенденции её дальнейшего ухудшения, относятся к сфере общественного сознания, к системе ценностей и деятельностных установок человека. Прежде всего это:

- низкая экологическая культура, непонимание серьёзности экологических угроз, а также связи долгосрочных экологических и экономических процессов;
- приоритет краткосрочных экономических интересов перед долгосрочными экономическими и экологическими интересами;
- ценность локальных выгод перед глобальными достижениями, стремление переложить на других решение общих задач, ориентация на извлечение конкурентных преимуществ в результате пренебрежения общими целями.

С экологической, так же как и с биологической, точки зрения развитие характеризуется не столько событиями, сколько процессами. События, скорее, характеризуют развитие человека в аспекте его отношения к экологическим проблемам, но исключения, причём

различного характера, в принципе возможны и здесь. С учётом значения событий в становлении «экологического человека» их можно разделить на четыре типа.

- 1) **«Грозные предупреждения»** – события в окружающей среде, возникающие как результат антропогенного воздействия на неё, наносящие огромный ущерб.
- 2) **«Поворотные пункты» прямого действия** – события (прежде всего решения), изменяющие в каком-либо аспекте характер воздействия человека на природу (например, Монреальский протокол о веществах, разрушающих озоновый слой).
- 3) **«Поворотные пункты» когнитивного действия** – события (решения), направленные на изменения общественного сознания в отношении экологии (например, введение обязательного бесплатного строго контролируемого в части качества экологического образования только ждёт своего часа).
- 4) **Регуляторные «поворотные пункты»** – введение мер экономического или административного регулирования хозяйственной или иной деятельности, стимулирующие или вынуждающие экономических и иных агентов отказываться от природоразрушающих действий и выполнять природоохранные мероприятия (например, введение так называемого налога Пигу или нормирования выбросов загрязнителей в атмосферу).

Мировой океан

Мировой океан, акватория которого занимает 2/3 поверхности Земли, подвергается нарастающему антропогенному воздействию, последствия которого во многом неясны, но, несомненно, могут быть и катастрофическими. В первую очередь речь идёт о его загрязнении и тех изменениях, которые станут следствием глобального потепления. Загрязнения Мирового океана подразделяют на механические (сброс и смыв твёрдых отходов, долгое время не разлагающихся, прежде всего пластика), физические (тепловое и радиационное), химические (неорганические – рост концентрации вредных примесей (минеральные соли, кислоты, щёлочи и пр.) и органические (нефть, нефтепродукты, органические остатки, стойкие органические соединения – CO_2 и т. п.), а также биологические (распространение чужеродных видов).

В настоящее время в Мировой океан за год поступает порядка 15 млрд т загрязняющих веществ. Экстраполяция нынешних тенденций показывает, что к 2040 году это количество может утроиться. Уже сейчас антропогенное загрязнение Мирового океана вместе с изменением глобального климата вызывает негативные изменения в океанической биоте, потенциальный масштаб которых пока невозможно оценить. Дальнейшее нарастание загрязнения при современных темпах может повлечь если не гибель, то по крайней мере столь значительное изменение численности всех промысловых видов, что их массовая

добыча станет невозможной. Потепление неизбежно вызовет повышение уровня Мирового океана, затопление огромных территорий и исчезновение десятков островных государств. Географические последствия повышения его уровня в виде затопления земель хорошо изучены, а динамика тенденции этой функции зависит от среднеглобальной приземной температуры, прогноз которой и есть главная задача климатологии.

Кроме того, затопление существенно усилит загрязнение Мирового океана. В свою очередь рост масштабов загрязнения и, соответственно, изменения биоты и качественных характеристик океанических (морских) вод существенно влияют на способность Мирового океана, который обеспечивает до 90% совокупного поглощения CO₂, вбирать углекислый газ, что способствует росту его температуры и далее усилению потепления приземного воздуха. Таким образом, к 2040 году и далее риск расширения существующего порочного круга взаимного усиления процессов загрязнения Мирового океана и глобального потепления увеличится.

Воды суши

Вода – это не только средообразующая субстанция, но и потребляемый сырьевой материал, а весьма многие водные объекты – ещё и компоненты транспортно-инфраструктуры. Такая многофункциональность чрезвычайно осложняет управление водными ресурсами и их охрану.



В настоящее время в Мировой океан за год поступает порядка 15 млрд т загрязняющих веществ. Экстраполяция нынешних тенденций показывает, что к 2040 году это количество может утроиться.

Общемировая водная проблема сочетает в себе локальные, региональные и глобальные факторы и измерения.

Локальные факторы касаются прежде всего загрязнения водных объектов, которое обусловлено как точечными, так и неточечными (распределёнными, диффузными) источниками; а также обусловленной этим загрязнением проблемы обеспечения качественной питьевой или хозяйственной и питьевой водой местного населения. Применительно к крупнейшим водным объектам локальные факторы вырастают до уровня региональных.

Проблемы борьбы с загрязнением воды из точечных источников (непосредственно из неподвижных техногенных объектов, т. е. через трубы и в редких случаях через другие приспособления для сброса стоков – желоба и пр.) сами по себе в глобальную проблему не пере-

Дефицит финансовых средств и грамотных обученных кадров в большинстве таких стран не позволит достичь существенных сдвигов в снижении диффузного загрязнения водных объектов к 2040 году.

растают. Для их решения рецепты, в общем-то, имеются: либо строить очистные сооружения, либо заменять основное оборудование, производящее много жидких отходов (вода с растворёнными в ней загрязняющими веществами или взвешенными частицами поллютантов), на существенно более экологичное. В значительном большинстве производств такие возможности в принципе имеются. Замена основного оборудования – дело всегда весьма капиталоемкое, но и очистные сооружения могут стоить весьма дорого¹. Предотвращение диффузного загрязнения, как то сток с сельскохозяйственных полей, территорий населённых пунктов, промплощадок, дорог, портовых сооружений и др. – принципиально более сложная задача. Здесь посредником между антропогенным

источником и приёмником загрязнения выступает природная, или природно-антропогенная, система, то есть её поверхность с экосистемами, почвой, подземными водами, атмосферой. Измерение прямыми методами (контактными приборами) как объёма поступающей загрязнённой воды, так и количества содержащихся в ней поллютантов невозможно. Но эта информация необходима при выборе средств охраны вод и оценке их эффективности. Для её получения требуются специальные методы, в том числе и расчёты по компьютерным моделям. В системе управления охраной вод от диффузного загрязнения появляется принципиально новое звено, требующее действий высококвалифицированного персонала. Развитые страны достигли в этом направлении впечатляющих результатов, в развивающихся им практически ещё не занимались. Дефицит финансовых средств и грамотных, обученных кадров в большинстве таких стран не позволит достичь существенных сдвигов в снижении диффузного загрязнения водных объектов к 2040 году.

Проблема обеспечения населения питьевой или хозяйственно-питьевой водой на самом деле является не собственно экологической, а водохозяйственной (т. е. производственно-экономической) и санитарно-эпидемиологической, но она настолько зависит от наличия источников воды, их экологического состояния и объёма возоб-



¹ Например, ещё в конце 1980-х гг. на предприятиях фармацевтической фирмы «Байер» в г. Леверкузен, Германия, стоимость очистного оборудования вместе с сооружениями, где оно размещено, составляла до 40% стоимости всех основных фондов.

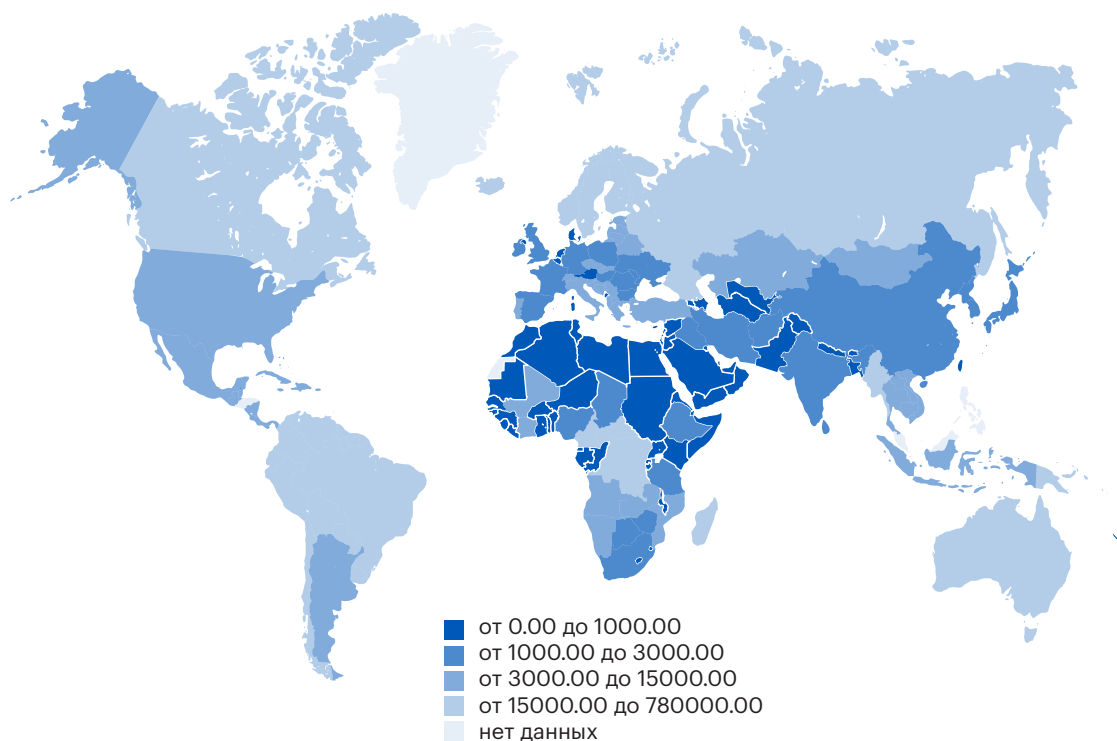


Рис. 3. Водные ресурсы на душу населения, м³ на душу населения

новляемых запасов, что её часто относят к экологическим проблемам. По обеспеченности водными ресурсами (отношение объёма возобновляемых запасов к численности населения) страны мира очень сильно различаются (рис. 1). К 2040 году около 1/4 населения Земли будут жить в условиях острого дефицита воды («водного стресса»).

Большая часть источников питьевого водоснабжения, особенно в развивающихся странах, несёт загрязнённую воду, нуждающуюся в специальной подготовке для подачи потребителю. Технологии очистки разнообразны,

некоторые системы позволяют получать воду приемлемого питьевого качества даже при очень высоком загрязнении забранной воды. Но, естественно, затраты на такую водоподготовку очень высоки и сопоставимы с затратами на опреснение морской воды. На каждой территории с населением, страдающим от низкого качества воды, есть своя критическая величина затрат на подготовку 1 м³ воды, после которой они становятся непомерными. Отсюда антисанитария и высокая заболеваемость водообусловленными инфекциями даже в тех районах развивающихся стран, где запасы воды на душу насе-

ления, казалось бы, достаточны (такое наблюдается даже в Бразилии, занимающей первое место в мире по валовым запасам воды, запасам на душу населения и в расчёте на 1 км² территории). По данным ВОЗ, около 30% общей заболеваемости в мире обусловлены антисанитарией и неудовлетворительным качеством хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Водная проблема имеет существенную глобальную составляющую. Во всём мире более 70% воды, которая забирается из источников, идёт на орошаемое земледелие. Спрос на продовольствие, а следовательно, на воду для поливного земледелия будет расти. Но к 2040 году в мире, как ожидается, не останется не вовлечённой в хозяйство экономически доступной пресной воды. Эту острокризисную ситуацию можно было бы в развивающихся странах предотвратить массовым переходом к новым технологиям орошения (гораздо менее водоёмким, чем традиционные). Но такому переходу, как всегда, препят-

ствуют дефицит финансовых средств (новые технологии весьма капиталоемки) и отсутствие кадров надлежащей квалификации. Именно в этой «точке» высвечивается глобальный водный кризис, о котором гидрологи начали говорить ещё в 1990-х годах.

Сколько бы ООН ни объявляла разных мероприятий, касающихся воды и водных ресурсов, ситуация почти не меняется. Развитые страны не желают помогать развивающимся в решении водных (а следовательно, и продовольственных) проблем ни капиталом, ни передачей технологий, ни реализацией образовательных программ. Как всегда, капитал должен давать хотя бы нормальную прибыль, и технология передаётся только тогда, когда это приносит какие-либо выгоды (формирование рынка сбыта, экспорт экологоёмкого производства, политическую зависимость получателя и т. п.), а кадры готовят в случае, если значительная их часть мигрирует в страну учителей после завершения обучения.



Во всём мире более 70% воды, которая забирается из источников, идёт на орошаемое земледелие. Спрос на продовольствие, а следовательно, на воду для поливного земледелия будет расти. Но к 2040 году в мире, как ожидается, не останется не вовлечённой в хозяйство экономически доступной пресной воды.

Территориальное перераспределение водных ресурсов путём строительства каналов (или водоводов) для подачи воды от доноров реципиентам и водохранилищ для перехвата половодий и паводков, демпфирующих неравномерность речного стока, как представляется, существенного вклада в решение глобальной водной проблемы внести не может. Конечно, идеи новых сооружений для межбассейновой переброски воды выдвигаются, обсуждаются, иногда проектируются и реализуются. Но это капиталоемкие долгострой, к тому же в большинстве своём весьма экологически опасные. Так что экспертный отбор здесь становится всё более жёстким, а негативное отношение общественности к подобным проектам – всё более организованным и обостренным. Дальность таких перебросок вряд ли будет превышать 300–400 км. Кроме того, почти наверняка вместо каналов будут использоваться водоводы.

Воздух и экологическая обстановка в городах

Загрязнение воздуха, подчас катастрофическое, – не глобальная проблема, а совокупность локальных и редко региональных проблем. Качество воздуха плохое в крупных городах, нередко и в средних, а также вблизи крупных предприятий, где используются технологии с огромными выбросами загрязняющих веществ в атмосферу. Загрязнение воздуха – существенный фактор в ухудшении здоровья населения. В горо-

”

Загрязнение воздуха – существенный фактор в ухудшении здоровья населения. В городах, особенно крупных и мегаполисах, он выходит на первое место среди экологических причин воздействия на здоровье и смертность и его масштабы достигают до 9 млн человек в год (прежде всего в Индии и Китае, но и в Европе величина дополнительной смертности составляет около полумиллиона человек).

дах, особенно крупных и мегаполисах, он выходит на первое место среди экологических причин воздействия на здоровье и смертность и его масштабы достигают до 9 млн человек в год (прежде всего в Индии и Китае, но и в Европе величина дополнительной смертности составляет около полумиллиона человек).

Подходы к решению таких локальных и региональных проблем известны: ликвидация «хвостов», то есть строительство очистных сооружений и/или замена основного оборудования, осо-

бенно двигателей внутреннего сгорания на автотранспорте, производящего много газообразных поллютантов, на более экологичное, существенно снижающее их объём/вредность (на транспорте – это переход к электромобилям, в меньшей степени – на природный газ). Исключение, возможно, составляет воздушный транспорт (авиация и запуск космических аппаратов), хотя имеются проекты и связанные с ними надежды на переход к водороду как энергоносителю в предвидимом будущем. Проблема, как обычно, в финансировании природоохранных мероприятий, которая для большинства развивающихся стран оказывается пока неразрешимой. К 2040 году ситуация, очевидно, принципиально не изменится, хотя, конечно, в отдельных странах (в Китае, вероятно в Индии, возможно, в ЮАР и др.) и отраслях существенные сдвиги всё-таки произойдут.

Биоразнообразие

С экологической точки зрения, сокращение биоразнообразия – это главная проблема. Если биоразнообразие сохраняется, – значит, наша жизнь продолжается. Если оно критически уменьшается, – значит, человек вымирает вместе со всей остальной биотой. Очень распространена точка зрения, что суть, или главное в сохранении биоразнообразия, – это сбережение замечательных, красивейших видов животных и растений для будущих поколений. Экономически ориентированные специалисты часто

говорят о том, что биоразнообразие – это некий генетический банк, из которого можно взять то, что понадобится, а когда-нибудь может понадобиться всё, что угодно. Однако дело, образно говоря, не в амурских тиграх, стерхах или дальневосточных леопардах, а прежде всего в фитопланктоне, зоопланктоне пресных водоёмов и Мирового океана, в почвенной биоте, в строителях органического фундамента жизни на Земле. В 1 см³ почвы обитает миллион организмов и столько же – в аналогичном объёме тёплой (15–30 °C) пресной или морской воды. Именно там, на нижних уровнях, на нижних ветвях древа жизни, сокращение биоразнообразия происходит в массовом масштабе и наиболее критично.

Однако в обществе нет этого понимания, как и осознания, зачем нужно сохранять биоразнообразие. Главное – биоразнообразие обеспечивает устойчивость биоты, то есть биосферы к всевозможным внешним и внутренним возмущающим воздействиям, в том числе антропогенным. Последние стали для биоты, как известно, гораздо губительнее, чем влияние геологических, космических и любых других сил. Сокращение биоразнообразия, которое происходит небывалыми темпами, лишает экосистемы и глобальную экосистему, то есть биосферу, устойчивости. Последствия разбалансировки этой системы намного опаснее таковых в результате климатических изменений, а их усиление, однако, может ещё более ускорить сокращение биоразнообразия, которое

рискует в этом случае превратиться в катастрофическое. Согласно новейшему докладу МГЭИК (2022 г.), ряд арктических, прибрежных, водно-болотных и некоторых других экосистем достиг предела, понеся безвозвратные потери в биоразнообразии и утратив адаптационный потенциал.

Связь изменений климата с биоразнообразием не всегда очевидна. Но, как уже отмечалось применительно к ситуации с Мировым океаном, изменение климата влечёт перестройку биоты, что, в свою очередь, сопровождается негативными эффектами как для биоразнообразия, так и для условий хозяйствования, прежде всего в аграрном и лесном комплексах (объективности ради отметим и положительные последствия для экономики). Примерно 20 лет назад высказывались опасения, что глобальное потепление может сопровождаться возникновением, пусть даже редким, волн холода, более суровым, чем привычный для нас; а климатологи-классики отвечали, что для этого нет никаких статистических подтверждений. Однако сейчас они есть, так и происходит.

Это проявление «нервозности» климата – тяжёлое испытание для экосистем. Каждая экосистема располагается в своём биотопе (абиотической подсистеме), между биомом и биотопом – гармония. Климатические изменения, потепление нарушают это равновесие экосистемы, причём в ситуации, когда ещё не сформировались условия, соответствующие потребностям вселенцев – биологических

”

Согласно новейшему докладу МГЭИК (2022 г.), ряд арктических, прибрежных, водно-болотных и некоторых других экосистем достиг предела, понеся безвозвратные потери в биоразнообразии и утратив адаптационный потенциал.

видов, которые составляют замещающую экосистему. Для одних (вселяющихся) волны холода (пусть даже и очень редкие) представляют смертельную опасность, и они вымирают, не успев закрепиться на новом месте. Другим (вытесняемым) становится слишком жарко, и они вымирают, пытаясь сохраниться при перемещении в более прохладные места, которые раньше были для них чрезмерно холодными. Конечно, описанная картина – большое упрощение. На самом деле при климатических изменениях экосистемы будут не только перемещаться, а эволюционировать в ходе перемещения. Однако суть дела не меняется: все экосистемы, испытывающие воздействие существенных изменений климата, будут в стрессе, смягчение которого благодаря скорости эволюционного приспособления экосистемы к новым условиям (а на любом новом месте они неизбежно

станут новыми) прямо зависит от биоразнообразия её биома, то есть от богатства её генетического фонда.

Сильные воздействия на биом экосистемы, не меняющие её биотопа: пожар (лесной, степной, торфяной, тундровый), временное затопление, экстраординарная засуха и т. п. — запускают в ней процесс восстановительной сукцессии, то есть последовательного прохождения стадий, для каждой из которых характерна своя структура биома, пока не восстановится первоначальная структура. На месте сгоревшего ельника при неизменных абиотических условиях вырастет такой же лет через 400, но сначала в рост пойдут «неизвестно откуда» взявшиеся берёзки



Являясь, с точки зрения экологов, самой главной экологической проблемой, сокращение биоразнообразия пользуется наименьшим вниманием со стороны бизнес-сообщества. Бизнес уверенно избавился от производства и использования ОРВ, как только нашёл способ заработать на этом деньги.

со своим подлеском, состоящим из «неизвестно откуда» взявшихся видов кустарников и травянистых растений и т. п. На самом деле отдельные представители этих новых видов растительности всегда были частью ельника, но в условиях стационарного ельника оказывались незамеченными среди его доминантных типов. Это и есть необходимое биоразнообразие, обеспечивающее адекватную восстановительную реакцию на сильное возмущение (пожар) экосистемы.

Являясь, с точки зрения экологов, самой главной экологической проблемой, сокращение биоразнообразия пользуется наименьшим вниманием со стороны бизнес-сообщества. Бизнес уверенно избавился от производства и использования ОРВ, как только нашёл способ заработать на этом деньги. Бизнес приспособился зарабатывать на потеплении климата и на климатических изменениях (безотносительно к биоразнообразию); а также на водном стрессе и водном кризисе; но совершенно не научился зарабатывать деньги на сохранении биоразнообразия (все разговоры о развитии экологического туризма — лишь капля в море). Нет у бизнеса никакого экономического интереса, некому заниматься сохранением биоразнообразия как способом хорошо заработать, поэтому его сбережение — удел энтузиастов-бессребреников.

Почему так происходит? Потому что почти всё, чем занято человечество, влечёт сокращение биоразнообразия. В отличие от этой

проблемы, суть истощения озонового слоя намного «ограниченнее»: её определяют из миллиона известных химикатов и десятков тысяч используемых на производстве всего четыре десятка химических соединений, включая никогда не выпускавшиеся из стен лабораторий. Без особого труда были найдены заменители, выполнявшие те же функции (хладагенты, вспениватели и пр.), но без всякого вреда для озонового слоя. Дальше следовало объяснить всё, что разрушение озонового слоя уничтожит человечество, поэтому необходимо международное соглашение о прекращении производства и использования ОРВ, предусматривающее санкции против тех, кто не будет его выполнять, и т. п. И очередь за озонобезопасными хладагентами выстроилась, дело пошло.

Сходная ситуация с изменениями климата: из всех видов антропогенного воздействия на климатическую систему удалось найти удобного козла отпущения – эмиссию парниковых газов, основной источник которой – сжигание углеводородного топлива. Альтернативы

ему хорошо известны (энергосбережение, солнечная и ветровая энергетика и т. д., и т. п.), и, как только их объявили официально на международном уровне, были запущены механизм и процесс делания денег. Последствия таких действий для экономики и социума, не говоря уже о самом климате, творцов указанного механизма не интересует; им важен лишь результат в виде растущих денежных и политических дивидендов.

Если экономический механизм и, соответственно, силы бизнеса не подключены, то процесс развивается стихийно, воплощая типичную ситуацию с экстерналией по А. Пигу, а случаи с охраной озонового слоя и климатическими изменениями, в которых указанную экстерналию удалось, соответственно, полностью или частично интернализировать, являются исключениями. Попытки административно управлять деятельностью по сохранению биоразнообразия сводятся к организации особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и обеспечению их функционирования, что необходимо, но совер-

”

Попытки административно управлять деятельностью по сохранению биоразнообразия сводятся к организации особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и обеспечению их функционирования, что необходимо, но совершенно недостаточно.

шенно недостаточно. Во многих странах мира активно ведутся научные исследования по теме сохранения биоразнообразия, в том числе при государственной поддержке. Но главная задача состоит именно в том, чтобы найти способы экономического управления деятельностью по сохранению биоразнообразия. Если эти способы будут найдены, то гораздо легче станет решать и другие экологические проблемы: климатические, водные и т. д.

Индифферентность бизнеса и в значительной мере населения в отношении проблемы сохранения разнообразия, а ещё в большей степени отсутствие ощутимых продвижений в её решении серьёзно беспокоят учёных, экологов-активистов, вслед за ними и ООН. Признано, что это один из ключевых глобальных вызовов, он поставлен в мировую повестку самыми разнообразными документами, включая доклад по глобальным рискам (WEF Global Risks Report 2023). 14-я и 15-я цели устойчивого развития ООН, которые по сути (а 15-я и по формулировке) прямо касаются сохранения биоразнообразия, стоят исключительно остро. И хотя в Повестке развития – 2030 и детализирующих её документах ООН подчёркивается, что успехам в достижении этих целей должны соответствовать исключительно сильные мультипликаторы, связанные с достижением всех остальных целей, задача интернализации внешних эффектов для проблемы сохранения биоразнообразия, включая экосистемный уровень, внятно так нигде и не поставлена.

Главное, что затрудняет решение экологических проблем, – низкая экологическая и общая культура населения. В разных странах дело обстоит по-разному. Иногда стандартные показатели регистрируют достаточно высокий образовательный уровень в стране, но это не значит, что высок уровень культуры, да и высокое, казалось бы, её развитие необязательно свидетельствует о высокой экологической воспитанности. Лёгкость, с которой можно проигнорировать (по сути, предать) экологические (а заодно и экономические) интересы, заменив, пусть и частично, природный газ на уголь, продемонстрированная в той же Германии в 2022 году, – лишь одно из свидетельств тому. На деле примерам того, как разные элиты полностью забывают о своих экологических обещаниях, как только оказывается, что пренебрежение ими даёт какие-то, часто мнимые, экономические или политические выгоды, несть числа.

Проекция изменений в глобальной ситуации и экологическая ситуация в России к 2040 году

Основные тренды до 2040 года (по ключевым геосферам – воздуху, воде, биосфере/биоразнообразию) в контексте глобальной ситуации

Россия со своей огромной территорией обладает весьма значительными природными ресурсами на суше, омываемой морями с достаточно высокой биоёмкостью, которая при потеплении климата может возрасти, если загрязнение морей не станет непреодолимым препятствием для этого. У нас сосредоточено более 1/5 лесов планеты как по площади, так и по объёму древесины (первое место в мире), из них более половины – нетронутые леса. По валовым возобновляемым запасам пресной воды Россия занимает второе место в мире. В России исключительное разнообразие природно-климатических зон и, соответственно, наиболее высокое биоразнообразие среди стран с умеренным и холодным климатом.

Но воздействие нашей экономики на беспрецедентное природное богатство страны далеко не соответствует современным экологическим критериям и грозит если не утратой, то весьма значительными потерями этому потенциалу. Из особенностей такого воздействия следует назвать прежде всего истощительное лесопользование, огромные потери вследствие лесных пожаров, более чем в 90% случаев имеющих антропогенные причины, неэффективную систему

(во многом имитацию) утилизации и безопасного уничтожения твёрдых отходов производства и потребления (отставание от развитых стран не менее чем на 40 лет), недопустимо высокий уровень загрязнения водных объектов, низкую культуру земледелия. При выполнении хорошо спланированного государством с опорой на науку комплекса мероприятий в каждом из соответствующих направлений к 2040 году могут быть достигнуты значительные успехи, но радикального перелома в экологизации и рационализации природопользования реалистично ожидать только к середине века.

”

Но воздействие нашей экономики на беспрецедентное природное богатство страны далеко не соответствует современным экологическим критериям и грозит если не утратой, то весьма значительными потерями этому потенциалу.

Воздух

Среди заболеваний, связанных с негативным воздействием неблагоприятной окружающей среды на здоровье людей, лидирующая роль в России принадлежит недугам, обусловленным загрязнением воздуха в городах. Экстремально высокое загрязнение воздуха характеризует экологическую обстановку в 40 городах, из них 2/3 находятся за Уралом. Согласно критериям ВОЗ, введённым в конце 2021 года, наиболее опасным признано загрязнение взвешенными веществами. В 2021 году средние за год концентрации указанных веществ превысили норматив их содержания в атмосферном воздухе в 120 городах России (Государственный доклад, 2021). В Западной Европе такое превышение также было зафиксировано для большей части городов, но их уровни в 2–3 раза ниже, чем в России.

При этом в нашей стране на качество воздуха продолжают оказывать значительное влияние такие токсиканты индустриальной эпохи, как формальдегид, почти незаметный в воздухе городов развитых стран, и особенно бенз(а)пирен (сильнейший канцероген). Во что это выливается, в частности, показывает ситуация с онкологическими заболеваниями у детей (рис. 2).

Обращает на себя внимание большая разница между Москвой и Санкт-Петербургом – городами, похожими по всем (удельным) показателям, имеющим отношение к детским онкологическим заболеваниям, кроме одного – 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 действие в 1997 году, два других – в 2007 году), а в Москве утилизируется без использования пиротехнологий.

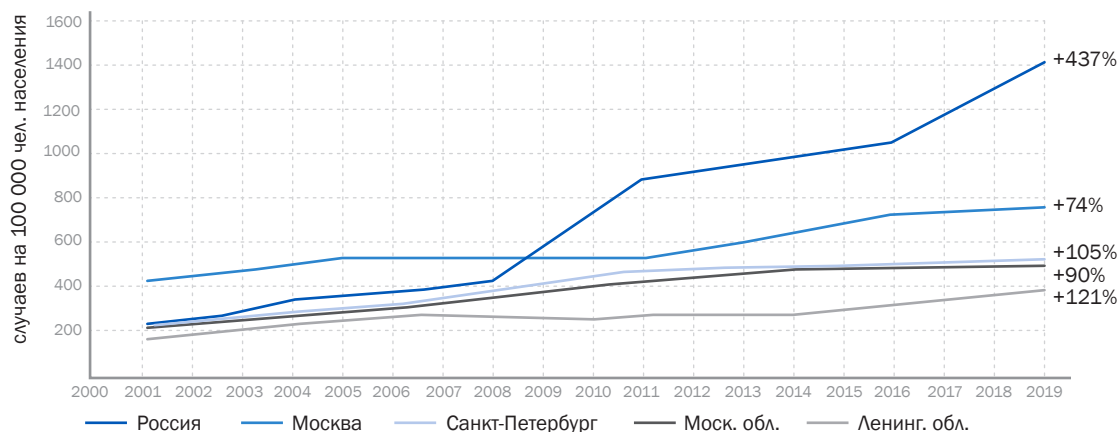


Рис. 4. Заболеваемость детского населения (до 14 лет). Новообразования у больных с диагнозом, установленным впервые в жизни. (По данным Минздрава РФ.)

Воды суши и водная проблема

Дефицит водных ресурсов в России традиционно наблюдается только на отдельных территориях степной зоны (Калмыкия, некоторые районы Ставрополья, Краснодарского края, Курганской и Оренбургской областей и др.). Водообеспеченность степного и Восточного Крыма в настоящее время определяется тем, действует ли Северо-Крымский канал. Техническое перевооружение водопользования в принципе позволяет решить все водные проблемы этих регионов к 2040 году, вопрос только в финансировании.

Остальные регионы России дефицита воды пока не испытывают, и это укрепляет легкомысленную уверенность многих в том, что воды в стране всегда будет достаточно. Однако для такой уверенности недостаточно оснований. Лет 15–20 назад специалисты разрабатывали прогнозы развития российской экономики до 2030–2040 годов, которые, как обычно, основывались на различных сценариях: оптимистическом (инновационном), пессимистическом (инерционном) и некоем среднем. Хотя в самих прогнозах никакой информации по воде не имелось, зная коэффициенты водоёмкости различных видов экономической деятельности, было нетрудно рассчитать соответствующие им показатели водопотребления. Оказалось, что в пессимистическом сценарии темпы развития экономики европейской части России к концу 2030-х годов или даже раньше не обеспечены имеющимися там запасами воды. Что касается среднего и инновационного сценариев, по ним дефицит воды не прогнозировался, очевидно, исходя

из более низкой водоёмкости производства благодаря НТР. Однако дело в том, что с 1980-х годов, когда в стране под руководством академика А.И. Анчишкина началась работа над подобными прогнозами в рамках Комплексной программы научно-технического прогресса СССР, ни разу не оправдывался не только оптимистический, но даже средний прогноз. Экономика все время развивается по самой низкой из прогностических кривых (пессимистический сценарий), которой соответствует самая высокая кривая водопотребления: она пересекает в конце прогнозного периода горизонталь, отмечающую имеющиеся доступные ресурсы воды.

Если и дальше переход отечественной экономики на инновационную, соответствующую развитию с опорой на интенсификацию производства траекторию затянется, то европейская территория страны вполне может оказаться настигнутой таким же по силе водным кризисом, какой ожидается для мира в целом в районе 2040 года. Это тем более вероятно, что при оценке экономически доступных водных ресурсов на европейской части страны не учитывались непрерывно происходящие их сокращения из-за загрязнения, а также предполагаемое уменьшение водности реки Дон и некоторых других в силу причин, связанных с изменениями климата.

Среди городов, которым в наибольшей степени угрожает опасность, обусловливаемая загрязнением водоисточников, находится Москва. Столица получает 70% воды из системы четырёх московских водохранилищ и примерно 30% через канал

имени Москвы, вокруг которых и самой реки Москвы ещё в конце 1930-х годов были выделены зоны санитарной охраны (ЗСО). Земля в этих зонах чрезвычайно дорогая, что в условиях бесконтрольности стимулирует их стремительную застройку коттеджами, дачами, а в последние 25 лет и многоэтажными жилыми домами. Например, город Звенигород, который находится во втором поясе ЗСО, застроен сейчас 12–15-этажными домами с полным игнорированием всех правил ведения хозяйственной деятельности на территории ЗСО. Попытки местных жителей, экологических активистов и учёных остановить этот процесс ни к чему не приводят. Если застройка ЗСО в Подмоскowie будет продолжаться, то к 2040 году вода, подаваемая на станции водоподготовки из московских водохранилищ, станет столь грязной, что затраты на приведение её к санитарным нормам превысят все допустимые пределы.

Согласно данным официальной статистики, количество загрязняющих веществ, сбрасываемых в водные объекты из точечных источников, за последние 20 лет уменьшилось примерно на 40%. Однако качество воды в этих водных объектах за те же годы, по данным мониторинга, практически не улучшилось. Такое несоответствие объясняется по крайней мере двумя причинами. Во-первых, диффузное загрязнение, на долю которого приходится не менее 60% общего, не учитывается; оно вообще находится вне сферы внимания государства, не мониторируется, не контролируется и не регулируется, а в законодательстве имеется лишь упоминание о том, что оно существует. Во-вто-

рых, официальная статистика базируется исключительно на формах 2-ТП (водхоз), которые заполняются предприятиями-загрязнителями не по данным измерительных приборов, как повсюду в мире, если ведётся учёт сброшенных загрязнений, а расчётным путём, то есть по данным о выпуске продукции и паспортным характеристикам оборудования. Как показывают исследования, данные 2-ТП (водхоз) могут быть кратно (до 10 раз) меньше реальных.

Биоразнообразие и особо охраняемые природные территории (ООПТ)

По состоянию на 1.01.2023 в РФ насчитывалось около 13 тыс. ООПТ – заповедников, национальных парков и заказников, на которые приходится 11% территории страны. С количественной стороны это хорошие показатели. Но организация работы в ООПТ, их финансирование и оснащение оставляют желать существенно лучшего. Наиболее ценные ООПТ по их роли в сохранении биоразнообразия – заповедники, их сейчас в стране 112 и там наиболее строгий режим охраны, обязательна научная работа и т. п.

Начало создания системы ООПТ в России датируется январём 1917 года когда был образован первый в стране заповедник – Баргузинский (на Байкале). Отношение власти к заповедному делу не отличалось последовательностью. В 1951 году уже достаточно широко развитая система была почти ликвидирована: закрыто 2/3 функционировавших заповедников. Затем последовал период частичного восстановления, но ещё один удар система получила десять лет спустя,

при Хрущёве, правда, не столь сокрушительный. Во времена застоя система понемногу расширялась. В эпоху перестройки 7 января 1988. было принято постановление ЦК КПСС и совмина СССР «О коренной перестройке дела охраны природы в стране», изменившее ход процесса. За период с 1992 по 2000 год в РФ было организовано 25 новых заповедников. Но затем развитие системы приостановилось: за 2001–2009 годы был открыт только один заповедник. Новое изменение курса произошло в 2010 г: заповедное дело было признано важной государственной задачей, началась организация новых заповедников, существенно улучшилось их материально-техническое обеспечение, но 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 желает на этой территории заняться эксплуатацией леса, земли, биоресурсов, минеральных ресурсов, всевозможными видами рекреации, несовместимыми со статусом охраны. В последние годы это давление возросло, несмотря на усилия государства по организации новых ООПТ. Местная исполнительная власть нередко идёт навстречу бизнесу и поддерживает предложения по изменению статуса ООПТ, их границ и т. п. Лоббирование интересов бизнеса, противоречащих государственной политике, встречается и в органах законодательной власти.

При этом рост антропогенной нагрузки на ООПТ и масштабов его последствий является, образно выражаясь, наиболее

антиэкологичной, но лишь верхушкой айсберга всё увеличивающегося воздействия хозяйственной деятельности на экосистемы России. Причём не только на природу в целом, – что, хотя и неблагоприятно, но закономерно и пока ещё, в отличие от многих стран, некритично, но главным образом на конкретные регионы страны, в которых экологическая ситуация отличается от общероссийской заметно в худшую сторону. Рассматривая территориальные сдвиги в масштабах и интенсивность антропогенной нагрузки на природу в постсоветской России, Н.Н. Клюев (2023) выявил, что за 1990–2020 годы эта нагрузка увеличилась прежде всего на хорошо освоенной территории (примерно 1/10 часть площади страны, где проживает около трети её населения) и сократилась на обширной слабоосвоенной территории (около половины площади и 1/6 населения России). Новый экологически неблагоприятный тренд в динамике нагрузки на природу – относительный сдвиг в приморские регионы, на уязвимые к воздействиям и дефицитные в стране рекреационно привлекательные побережья атлантических морей, а также Каспийского моря. Вместе с тем чётко обозначился северо-восточный вектор развития добывающей индустрии страны, обуславливающий формирование новых локальных очагов крупномасштабных воздействий на экологически значимые и легко ранимые ландшафты Восточной Сибири, Дальнего Востока, Европейского Севера, а также в шельфовых зонах. Эти негативные тенденции, очевидно, сохранятся на ближайшие годы, и вряд ли их удастся переломить до 2040 г.

Приоритеты экологической политики – 2040

Устанавливать приоритеты различных экологических целей, включая те из них, которые относятся к климатической сфере, – задача неблагодарная и в определённом смысле некорректная. Все экологические цели взаимосвязаны, продвижение к любой из них обычно даёт продвижение и к остальным, хотя нередки и исключения, например, когда замена оборудования обеспечивает снижение загрязнения сточных вод, однако влечёт рост количества твёрдых отходов либо опасных (вредных для здоровья человека) газообразных выбросов либо снижает последние, но приводит к увеличению эмиссии CO₂.

В любом случае, однако, упомянутое продвижение требует затрат, и в конечном счёте задача установления приоритетов экологических целей превращается в вопрос об экологической эффективности затрат на них. Ответ требует решения сложной проблемы оценки (на самом деле прогноза) экологического эффекта, причём именно эффекта, то есть результата, а не эффективности от реализации соответствующих мер, на фоне которой задача измерения затрат кажется лёгкой прогулкой. Необходима оценка общего экологического эффекта или интегрального (совокупного) результата экологических мер, что требует единого измерителя, которого нет.

В этих обстоятельствах логично разделить эффект на три составляющие: экономическую, социальную и экологическую, что, собственно, и предлагает известная методология ESG примени-

тельно прежде всего к бизнес-единицам. Экономическая часть эффекта, измеряемая в денежных единицах, может включать, например, сокращение потребления сырья и даже часть экологического эффекта, в частности, снижение платежей за негативное воздействие на окружающую среду. Социальная часть предполагает учёт выгод от экологического результата в сфере здравоохранения¹ и всевозможные услуги/полезности экосистем (в рекреации, жилищном строительстве, образовании, сфере культуры и др.), для оценки которых разрабатываются различные косвенные методы (гедонистические модели и т. п.), также приводящие к денежному итогу. В эко-



¹ Денежные измерители здесь признаются адекватными, хотя установка имплантов трёх зубов стоит примерно столько же, что и операция по стентированию сосудов сердца, притом что с позиций необходимости для сохранения здоровья и жизни это совсем не одно и то же.

логической части остаются эффекты, для денежного выражения которых нет решений. Ведь как оценить сохранение вида, которому угрожает исчезновение, или уникальную экосистему? Как оценить собственно экологический эффект от прекращения сброса 1000 м³ в год жидких радиоактивных отходов в море? Неудивительно, что подобные вопросы даже не ставятся при оценках эффективности затрат на экологические меры.

В связи с этим представляется очевидным, что выбор ESG-критериев не случаен: он связан с оценкой результата (эффекта) и эффективностью (отношение результата к затратам) не столько конкретного направления инвестиций, что, как было показано выше, зачастую крайне затруднительно, сколько главным образом с системой мер (проекта, программы действия и т. п.). Оценка направления инвестиций в принципе возможна в результате обработки массива данных по совокупности мер и в идеале представляет собой макроэкономическую зависимость их результата (эффекта) и далее эффективности от объёма затрат. Но возможно ли построить такую зависимость для направлений экологической деятельности с целью обоснования выбора приоритетов среди них? Если пройти по 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 сопоставляемых оценок меньше, чем погрешность их определения). Поэтому управление природоохранной деятельностью следует основывать не на выборе приоритетных направлений, а на непрерывном мониторинге и анализе происходящих процессов и событий, включая не только собственные действия и анализ их выполнения и последствий, но и действия партнёров и конкурентов.

Например, решения по действиям России в направлении снижения выбросов в атмосферу климатически активных, а также других вредных веществ должны приниматься в зависимости не только от анализа текущей ситуации с изменениями климата, прогноза хода его изменений и исследования уже произошедших последствий, но и климатической политики других стран с учётом прогнозов её возможных изменений. Решение о достижении углеродной нейтральности к определённому сроку можно (и нужно!) критиковать с этих же позиций. Конкретный срок предполагает наличие достаточно строгих обоснований. Но никаких разумных обоснований выбора периода достижения углеродной нейтральности наука предложить не может, более того – крайне маловероятно появление таких обоснований в предвидимом будущем.

Не имея возможности подробно аргументировать эту точку зрения, отметим только, что достаточно эксплицировать предпосылки для формирования такого

решения, чтобы убедиться, что ни одна из них не может быть обоснована количественно с приемлемой точностью. Однако постановка такой цели, как достижение углеродной нейтральности, требует ответа и на другие, возможно, ещё более серьёзные вызовы и вопросы. От чего придётся отказаться, на какие экономические, социальные и экологические потери и риски потребуются пойти ради достижения указанной цели – творцы и адепты парадигмы углерод-нейтральности не дают и, видимо, не собираются давать ответы на эти вопросы, поскольку истинной целью политики Net Zero является вовсе не достижение 1,5 °C лимита непревышения глобальной приземной температуры до конца XXI в. по сравнению с доиндустриальной эпохой, что на самом деле просто нереально, а использование этой политики как инструмента технологической и экономической конкуренции, втягивания оппонентов в дорогостоящую, ресурсоёмкую гонку за призраком¹.

России следует разработать документ (платформу, декларацию и т. п.), в котором ясно объяснялась бы наша позиция по международным проблемам климата и экологии, а также чётко и обоснованно было отмечено, что нас не устраивает и почему. Документ должна готовить группа специалистов высокого уровня: климатологов, экологов, экономистов

и дипломатов. Он далее должен быть представлен международной общественности, возможно, на специально организованном для этого форуме или воспользоваться одним из регулярно действующих, и там обсуждён с целью учёта конструктивных предложений. Со сторонами, которые поддержат позиции и предложения России, надлежит активно сотрудничать по решению поставленных в документе задач; с другими сторонами – стремиться находить точки соприкосновения в понимании и решении проблем в духе мирного сосуществования и международной кооперации.

Возвращаясь к рекомендациям в сфере собственно экологической политики современной России, подчеркнём, что сложившаяся в этом направлении ситуация требует радикальных изменений и решений в духе постановления ЦК КПСС и совмина СССР «О коренной перестройке дела охраны природы в стране» (1988 г.) и политической воли для их выполнения. Конкретно представляются необходимыми:

- 1) Комплексное развитие природоохранного законодательства, охватывающего все сферы контроля и регулирования: атмосферу, гидросферу, включая проблему диффузного загрязнения водных объектов, литосферу (прежде всего почвенный покров), а так-



¹ Сходный подход был использован в Стратегической оборонной инициативе (программе «звёздных войн») президента США Р. Рейгана в 1980-е гг. Её реальная цель состояла не в декларированном создании, надёжно прикрывающем всю территорию Северной Америки, а в резком усилении конкурентных позиций в сфере космических, включая военно-космические, технологий и ослаблении экономики СССР, главного противника США, путём втягивания нашей страны в дорогостоящую технологическую гонку.

же биосферу в целом. При этом следует жёстко пресекать набившие оскомину и изуродовавшие многие законодательные акты усилия бизнеса по извращению практически всех инициатив в обсуждаемой сфере.

- 2) Систематическая последовательная деятельность по выявлению экологических экстерналий, обусловливаемых принимаемыми и реализуемыми хозяйственными решениями, включая инвестиционные проекты и разработку мер по их интернализации. Причины, обуславливающие необходимость такой деятельности, то есть конфликт государства, отстаивающего общие экологические интересы, и бизнеса, вместе с наименее сознательной частью населения пренебрегающего всё, кроме частных экономических интересов, следует широко освещать в СМИ.
- 3) Полное оснащение системы надзора в сфере охраны окружающей среды и природопользования современными измерительными приборами и восстановление на современной приборно-технической базе национальной (не субъектовой!) системы мониторинга негативных воздействий на природу. Интеграция или сопряжение указанной системы с единой национальной системой мониторинга климатически активных веществ, органичной частью которой должна стать подсистема карбоновых полигонов.
- 4) Создание единой государственной системы экологического мониторинга (ЕГСЭМ) на принципах, определённых соответствующим постановлением правительства РФ (1993 г.), но на новой научной и информационно-вычислительной базе, с использованием подходов искусственного интеллекта и т. п., органичной частью которой должна стать подсистема мониторинга диффузного загрязнения водных объектов.
- 5) Усиление поддержки научных исследований по экологии, памятуя, что это не отдельная научная дисциплина, а проблемно ориентированный междисциплинарный научный комплекс, и обеспечение полноценного использования научных результатов в природоохранной работе государства².
- 6) Всёмерное развитие экологического образования и воспитания, обеспечение активного постоянного участия всех СМИ, имеющих государственную поддержку, в этой работе.
- 7) Всёмерная поддержка общественных экологических организаций и движений, обеспечение их максимально возможного участия в выполнении государственных природоохранных программ и проектов.
- 8) Развитие заповедного дела, системы особо охраняемых природных территорий.



². В настоящее время Минобрнауки России входит в число ФОИВ-исполнителей федерального проекта «Сохранение биологического разнообразия и развитие экологического туризма» в составе национального проекта «Экология» и, насколько известно, не участвует больше ни в одном из остальных федеральных проектов данного национального проекта.

