

## ЭКОЛОГИЯ И КЛИМАТ: ГДЕ МЫ СЕЙЧАС И ГДЕ БУДЕМ ЧЕРЕЗ ДВА-ТРИ ДЕСЯТИЛЕТИЯ ОБЩЕМИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ

© 2023 г. В. И. Данилов-Данильян<sup>а,\*</sup>, В. М. Катцов<sup>б,\*\*</sup>, Б. Н. Порфирьев<sup>с,\*\*\*</sup>

<sup>а</sup>Институт водных проблем РАН, Москва, Россия

<sup>б</sup>Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова Росгидромета, Санкт-Петербург, Россия

<sup>с</sup>Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, Москва, Россия

\*E-mail: vidd38@yandex.ru

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

\*\*\*E-mail: b\_porfiriev@mail.ru

Поступила в редакцию 20.08.2023 г.

После доработки 31.08.2023 г.

Принята к публикации 11.09.2023 г.

Вниманию читателей предлагается первая из двух статей, подготовленных на основе исследований и докладов авторов в рамках организованного Агентством стратегических инициатив проекта “Горизонт 2040”. Это площадка для стратегического диалога с целью определить позиции России на международной арене в 2040 г. и предложить сценарии долгосрочного внутреннего развития по ключевым направлениям, включая экологию и климат. Оцениваются современное состояние глобальных экологических и климатических проблем, их динамика с точки зрения приоритетов мировой политики в области устойчивого развития за последние 50 лет. Представлен качественный прогноз изменений состояния и перспектив решения указанных проблем к 2040 г. Кратко рассматриваются ключевые проблемы Мирового океана, вод суши, качества воздуха, экологической ситуации в городах, климата и биоразнообразия. Обосновывается приоритетная стратегическая роль биоразнообразия в обеспечении устойчивого развития общества и экономики на долгосрочный период. Кроме того, делается акцент на недооценке адаптации в мировой климатической политике. Выделяются четыре типа ключевых событий согласно их роли в становлении “экологического человека” и четыре ключевых фактора, обуславливающие неудовлетворительную ситуацию в сфере экологии и климатологии и тенденции её дальнейшего ухудшения. Эти факторы относятся к сфере общественного сознания, системы ценностей и деятельностных установок человека.

*Ключевые слова:* экология, экологическая культура, биоразнообразие, климат, экономика, адаптация.

DOI: 10.31857/S0869587323100031, EDN: HFTNRL

В 1970-х годах человечество впервые за свою историю заинтересовалось глобальными экологическими проблемами, и, соответственно, экологическими характеристиками мировой экоси-



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

стемы – биосферы. Конечно, эти проблемы и ранее привлекали пристальное внимание отдельных учёных<sup>1</sup>. К середине XX в. беспокойство населения и озабоченность властей (муниципальных, региональных, национальных) по поводу качества воздуха, воды и почв стали проявляться всё чаще. Однако на международный официальный уровень проблема защиты окружающей среды и обеспечения экологической безопасности впервые вышла лишь на Конференции ООН по окружающей среде (Стокгольм, Швеция) в 1972 г. Было признано, что кризисные экологические явления приобретают глобальный характер и вызваны антропогенным воздействием на природные системы. Следовательно, смягчение остроты и глубины проблем качества окружающей среды и обеспеченности природными ресурсами возможно только в их неразрывной увязке с решением социально-экономических и политических вопросов. Неслучайно в принятой на конференции декларации практически все установленные ею 26 принципов касались взаимодействия окружающей среды и развития, в том числе необходимости борьбы с нищетой и бедностью с целью защиты окружающей среды [1] – императив, по сути, повторённый в Парижском соглашении по климату спустя более 40 лет.

Для конкретизации представлений о состоянии окружающей среды, динамике её изменений в мировом масштабе и антропогенных воздействиях были необходимы количественные показатели. Некоторые из них очевидны: площадь покрытых лесом земель, пустынь и опустыненных территорий, общее количество загрязняющих веществ, выброшенных в воздух, сброшенных с жидкими отходами в водные объекты и скопившихся на поверхности почвы или под ней. Однако развитие науки (концепция биосферы как целостной системы, открытие озоновых дыр, исследования по моделированию динамики климата и т.д.) повлекло за собой существенное расширение перечня таких показателей. К важнейшим из них стали отнести оценки потерь биоразнообразия, мощность озонового слоя, концентрацию парниковых газов в атмосфере.

Сейчас экологические показатели (вместе с непосредственно связанными с ними социально-экономическими) исчисляются сотнями. И практически все они свидетельствуют об ухудшении состояния окружающей среды за прошедшие со Стокгольмской конференции полвека: увеличи-

лась и продолжает расти концентрация парниковых газов в атмосфере; ускоряются темпы сокращения биоразнообразия; уменьшается площадь лесопокрытых земель (кроме Западной Европы, где наблюдается некоторый рост, но масштабы слишком малы, чтобы повлиять на мировую динамику); ускоряются процессы опустынивания; усиливаются химическое отравление почвы и загрязнение Мирового океана. Едва ли не единственное исключение – улучшение состояния озонового слоя, антропогенное разрушение которого практически остановлено после почти полного прекращения производства и потребления озоноразрушающих веществ, хотя последствия их массового использования во второй половине XX в. будут давать о себе знать ещё не одно десятилетие. Исполнение Монреальского протокола по веществам, разрушающим озоновый слой, – единственный за 50 лет реальный успех глобальной экологии.

Современная климатическая наука позволяет уверенно констатировать следующее: во-первых, за последние десятилетия в атмосфере, океане, криосфере и биосфере произошли широкомащтабные и быстрые изменения; во-вторых, масштабы недавних преобразований в климатической системе в целом и нынешнее её состояние во многих аспектах беспрецедентны на протяжении периодов от многих столетий до тысячелетий; в-третьих, эти сдвиги (прежде всего ускоренный разогрев атмосферы, океана и суши) произошли под влиянием деятельности человека [2]. Гипотезы о доминирующем вкладе естественных климатических факторов в ускорение температурных изменений не находят надёжных научных подтверждений. При этом не подвергается сомнению вклад естественной изменчивости в эволюционную динамику глобальной климатической системы на протяжении всей истории Земли.

Антропогенное изменение климата уже проявляет себя в изменениях статистики экстремальных погодных и климатических явлений во всех регионах мира. Доказательства наблюдаемого нарастания частоты и силы таких экстремальных событий, как волны тепла, обильные осадки, засухи, тропические циклоны, а также их связь с человеческим фактором становятся всё более убедительными и подтверждаются огромным массивом систематизированных данных докладов Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК, в английской аббревиатуре – IPCC), которые представляются на протяжении уже более 30 лет и в подготовке которых задействованы тысячи специалистов из многих стран.

Тенденции ухудшения практически всех (кроме связанных с защитой озонового слоя) характеристик окружающей среды в два-три ближайших

<sup>1</sup> Достаточно упомянуть знаменитый лондонский смог, ставший к концу XIX в. привычным явлением. Мимо него, как и в случае похожих экологических кризисов локального масштаба в других странах, не могли пройти ни журналисты, ни изобразивший его Клод Моне (именно он заметил, что смог имеет красноватый оттенок, чем очень удивил местных жителей), ни писатели (благодаря которым он вошёл в классическую литературу), ни исследователи.

десятилетия переломить, конечно, не удастся. Основываясь на широком спектре сценариев МГЭИК относительно антропогенного воздействия на климатическую систему и её преобразований вплоть до конца века, можно утверждать, что в обозримом будущем человечество ожидает усугубление ситуации и её воздействия на окружающую среду, экономику и население. При всех сценариях приземная температура будет продолжаться повышаться, по крайней мере до середины XXI в. [2], и может достигнуть  $+1.5^{\circ}\text{C}$  по сравнению с доиндустриальной эпохой.

При этом в связи с усилением глобального потепления будут становиться более значительными такие изменения в климатической системе, как увеличение экстремально высоких температур и их повторяемости, частоты волн тепла в Мировом океане (который сосредоточивает подавляющую часть энергии климатической системы планеты и играет определяющую роль в глобальном потеплении), обильных осадков, засух, доли интенсивных тропических циклонов, а также сокращение площади морского льда, снежного покрова и многолетней мерзлоты. Ожидается, что продолжающееся потепление приведёт к дальнейшей интенсификации гидрологического цикла, включая его изменчивость, муссонные осадки и интенсивность влажных и засушливых явлений. При реализации сценариев с увеличением выбросов  $\text{CO}_2$  поглощающие углерод экосистемы Мирового океана и суши будут менее эффективны в плане замедления накопления углекислого газа в атмосфере.

С научной точки зрения экология не даёт убедительного ответа на вопрос, где находится предел этих тенденций, так называемая точка невозврата, за которой биосферная катастрофа становится неизбежной. Большие затруднения связаны с количественным описанием этого предела, хотя за последние годы удалось добиться некоторого прогресса в качественном, структурном описании границ устойчивости земной системы [3–5]. Возможно, это обстоятельство служит главной (гносеологической) причиной недостаточно ответственного (мягко говоря) отношения большинства людей к экологической угрозе, порождённой развитием цивилизации. Тем не менее существенное снижение темпов ухудшения экологических характеристик в достаточно близком будущем – задача, которую необходимо решить для выживания человечества.

Почему, несмотря на непрерывное расширение и углубление наших знаний о негативном воздействии цивилизации на биосферу и чрезвычайной опасности развития этой тенденции, полувекковая история усилий мирового сообщества по решению глобальной экологической проблемы со всеми её составляющими представляет со-

бой список почти исключительно негативных констатаций? Представляется, что ключевые факторы, определяющие неудовлетворительную ситуацию в экологии и климатологии и тенденции её дальнейшего ухудшения, относятся к сфере общественного сознания, системе ценностей и деятельностных установок человека:

- низкая экологическая культура, непонимание серьёзности экологических угроз и связи долгосрочных экологических и экономических процессов;
- приоритет краткосрочных экономических интересов над долгосрочными социально-экономическими и экологическими целями или, в современных терминах, целями устойчивого развития;
- приоритет локальных выгод над глобальными ценностями, стремление переложить решение общих задач на других (известный из экономической теории эффект безбилетника, “зайца”, или проблема фрирайдера);
- ориентация на извлечение конкурентных преимуществ в ущерб и в результате пренебрежения общими целями, прежде всего в социальной (в широком смысле, включая гуманитарную и экологическую составляющие) сфере.

Действие первого из перечисленных факторов может быть ограничено благодаря совершенствованию системы воспитания и общего образования, второго и третьего – хотя бы отчасти – благодаря специальному образованию, мерам по формированию установки на всесторонний, комплексный учёт собственных интересов. Сложнее всего дело обстоит с последним фактором, который в наибольшей степени зависит не от интеллекта и фенотипа личности, а от стремления всего живого к экспансии.

С экологической (как и с биологической) точки зрения развитие характеризуется не столько событиями, сколько процессами. События, скорее, обуславливают развитие человека в аспекте его отношения к экологическим проблемам, но исключения, причём различного характера, в принципе возможны и здесь. С позиции их роли в становлении “экологического человека” (*Ното экологический*) события можно разделить на четыре типа:

- “*грозные предупреждения*” – события в окружающей среде, возникающие в результате антропогенного воздействия и наносящие ей (и в конечном счёте всему человечеству) огромный ущерб;
- “*поворотные пункты*” прямого действия – события (прежде всего решения/соглашения государств и международного сообщества), существенным образом изменяющие в каком-либо аспекте характер воздействия человека на природу; пример общемирового уровня – вышеупомянутый Монреальский протокол о веществах, разрушающих озоновый слой; на региональном (евро-

пейском) уровне – серия директив о контроле крупных аварий, связанных с опасными веществами, принятых ЕС в 1982, 1996 и 2012 гг. после масштабной химической аварии в 1976 г. в Севезо (Италия) и названных, соответственно, директивами Севезо-I (82/501/ЕЕС), Севезо-II (96/82/ЕС) и Севезо-III (2012/18/EU), которые радикально сократили риск экологически опасных катастроф;

- “поворотные пункты” когнитивного действия – события/решения, направленные на изменение общественного сознания в отношении экологии (например, о введении обязательного бесплатного строго контролируемого экологического образования, которое в России ещё ждёт своего часа);

- регуляторные “поворотные пункты” – введение мер экономического или административного регулирования хозяйственной или иной деятельности, которые стимулируют или вынуждают экономических и других агентов отказываться от разрушающих природу действий и исполнять природоохранные меры (например, введение так называемых пигувианских налогов, нормирование выбросов поллютантов в окружающую среду, стандартизация и т.п.).

Для определения и обоснования необходимых конкретных шагов по решению глобальной экологической проблемы следует рассмотреть её отдельные составляющие.

**Мировой океан**, акватория которого занимает две трети поверхности Земли, подвергается нарастающему антропогенному воздействию, последствия которого пока во многом неясны, но, несомненно, могут стать катастрофическими. В первую очередь речь идёт о загрязнении Мирового океана и о тех изменениях, которые станут следствием глобального потепления. Различают следующие виды загрязнений:

- механическое (сброс и смыв твёрдых отходов, долгое время не разлагающихся, прежде всего пластика);
- физическое (тепловое и радиационное);
- химическое (рост концентрации неорганических (минеральные соли, кислоты, щёлочи) и органических (нефть, нефтепродукты, органические остатки, стойкие органические соединения) вредных примесей);
- биологическое (распространение чужеродных видов – инвазия, интродукция).

По данным ЮНЕСКО, ежегодно в Мировой океан поступает порядка 10 млн т только пластиковых отходов, которые составляют 80% его совокупного загрязнения<sup>2</sup> (12.5 млн т). По альтерна-

тивным оценкам, объём сброса пластиковых отходов достигает 33 млрд фунтов в год<sup>3</sup>, то есть 15 млн т. Соответственно, совокупный сброс загрязняющих веществ увеличивается до 18.5 млн т. Экстраполяция нынешних тенденций показывает, что к 2040 г. эта цифра может утроиться. Общий же объём накопленных в океане пластиковых отходов оценивается почти в 200 млн т.

Уже сейчас антропогенное загрязнение Мирового океана вкупе с изменением климата вызывают негативные сдвиги в океанической биоте, возможный масштаб которых пока нельзя оценить. Дальнейшее нарастание загрязнения современными темпами может повлечь если не гибель, то столь значительное сокращение 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 затопления как функция величины повышения уровня Мирового океана хорошо изучены, а динамика аргумента функции зависит от средней глобальной приземной температуры, прогноз которой – главная задача климатологии.

Кроме того, затопление суши существенно усилит загрязнение океана и, соответственно, негативные изменения биоты, а также качественных характеристик океанических (морских) вод, что в свою очередь снизит их способность абсорбировать углекислоту, ускорит и увеличит потепление вод и далее – приземного воздуха. Таким образом, к 2040 г. риск расширения порочного круга взаимного усиления процессов загрязнения Мирового океана и глобального потепления будет расти.

**Воды суши.** Вода – это не только средообразующая субстанция, но и потребляемый сырьевой материал. При этом весьма многие водные объекты служат ещё и компонентами транспортной и рекреационной инфраструктуры, а также источниками гидроэнергии. Такая многофункциональность чрезвычайно осложняет управление водными ресурсами и их охрану. Общемировая водная проблема сочетает в себе локальные, региональные и глобальные факторы.

*Локальные проблемы* (в случае крупнейших водных объектов вырастающие до уровня региональных) касаются прежде всего загрязнения, которое обусловлено точечными и распределёнными (диффузными) источниками, а также масштабного риска устойчивому обеспечению местного населения качественной хозяйственно-питьевой водой.

<sup>2</sup> Ocean plastic pollution an overview: data and statistics. <https://oceanliteracy.unesco.org/plastic-pollution-ocean/>

<sup>3</sup> <https://www.condorferries.co.uk/marine-ocean-pollution-statistics-facts>

**Таблица 1.** Обеспеченность водными ресурсами ряда стран в 2015 г., тыс. м<sup>3</sup> на душу населения в год

Страна	Обеспеченность	Страна	Обеспеченность
Исландия	550	Австрия	9
Гайана	316	Украина	3
Республика Конго	236	Япония	3
Папуа – Новая Гвинея	170	Франция	3
Канада	87	ФРГ	2
Норвегия	77	КНР	2
Перу	66	Индия	2
Бразилия	42	ЮАР	1
Россия	32	Египет	0.7
Хорватия	24	Саудовская Аравия	0.1
Австралия	22	ОАЭ	0.03
США	10	Кувейт	0.007

Источник: [6].

*Проблемы борьбы с загрязнением воды* из точечных источников (непосредственно из неподвижных техногенных объектов, то есть через трубы и, в редких случаях, другие приспособления для сброса стоков, например желоба) сами по себе глобальными не становятся. Пути их решения в целом известны: либо строительство очистных сооружений, либо замена основного оборудования, производящего много жидких отходов (вода с растворёнными в ней загрязняющими веществами или взвешенными частицами поллютантов), на существенно более экологичное. Подавляющее большинство производств обладают такими технологическими возможностями, но замена оборудования и строительство очистных сооружений – дело весьма затратное<sup>4</sup>.

Принципиально более сложная задача – предотвращение диффузного загрязнения (сток с сельскохозяйственных полей, территорий населённых пунктов, промплощадок, дорог, портовых сооружений), на которое, кстати, приходится до 80% поступления загрязняющих веществ в Мировой океан. Здесь “посредником” между антропогенным источником и приёмником загрязнения выступает природная (или природно-антропогенная) система – поверхность с её экосистемами, почва, подземные воды, атмосфера. Измерение прямыми методами (контактными

приборами) как объёма поступающей загрязнённой воды, так и количества содержащихся в ней поллютантов в этом случае невозможно. Но эта информация необходима при выборе способов (инструментов) охраны вод и оценке их эффективности. Для получения данных требуются специальные методы, в том числе расчёты по компьютерным моделям. Учёт диффузного загрязнения обуславливает появление в системе управления охраной вод принципиально нового звена, требующего работы персонала высокой квалификации. Развитые государства достигли здесь впечатляющих результатов, тогда как в развивающихся странах этим до сих пор всерьёз практически не занимались. Дефицит финансовых средств и квалифицированных кадров в большинстве таких стран, очевидно, не позволит им добиться существенных сдвигов в снижении диффузного загрязнения водных объектов в течение ещё двух-трёх десятилетий.

*Проблема обеспечения населения питьевой (или хозяйственно-питьевой) водой* на самом деле является водохозяйственной (то есть производственно-экономической) и санитарно-эпидемиологической. Однако она столь сильно зависит от наличия источников, качества и объёма возобновляемых запасов воды, что её обычно относят к экологическим проблемам. Хорошо известно, что страны очень сильно различаются по обеспеченности водными ресурсами (соотношение объёма возобновляемых запасов к численности населения) (табл. 1). Максимальная обеспеченность в рейтинге превосходит минимальную почти в 80 тыс. раз! К 2040 г. около четверти населения

<sup>4</sup> Например, ещё в конце 1980-х годов на предприятиях фармацевтической фирмы “Байер” в Леверкузене (Германия) стоимость очистного оборудования вместе с сооружениями, где оно размещено, составляла до 40% стоимости всех основных фондов.

Земли будут жить в условиях острого дефицита воды (“водного стресса”).

Вода большинства источников питьевого водоснабжения, особенно в развивающихся странах, загрязнена и требует специальной подготовки для подачи потребителю. Технологии очистки разнообразны, некоторые системы позволяют добиться приемлемого питьевого качества даже очень плохой забранной воды. Однако затраты на такую подготовку очень высоки и сопоставимы с опреснением морской. В каждой стране, где население страдает от непригодной к употреблению воды, есть своя критическая величина затрат на подготовку одного её кубометра. Превышение этого порога означает непомерные для людей расходы, что влечёт за собой антисанитарию и высокую инфекционную заболеваемость даже в тех развивающихся странах, где запасы воды на душу населения вполне достаточны (например, в Бразилии, занимающей первое место в мире по валовым запасам воды). По данным ВОЗ, около 30% общей заболеваемости обусловлено антисанитарией и неудовлетворительным хозяйственно-питьевым водоснабжением.

*Региональные и глобальные проблемы* связаны прежде всего с тем обстоятельством, что более 70% воды, которая забирается из источников во всём мире, идёт на орошаемое земледелие. Спрос на продовольствие, а следовательно, на воду для полива будет расти вместе с численностью населения (которая стабилизируется не ранее 2050 г.) и повышением его требований к уровню благосостояния и качеству жизни. Но к середине века, как ожидается, не останется не вовлечённой в хозяйство экономически доступной пресной воды. Эту острокризисную ситуацию можно было бы предотвратить массовым переходом в развивающихся странах к новым технологиям орошения, гораздо менее водоёмким, чем традиционные (в первую очередь к подземному капельному орошению). Но такому переходу, как всегда, препятствуют дефицит финансовых средств (новые технологии весьма капиталоемкие) и отсутствие кадров надлежащей квалификации. Именно в этой точке высвечивается глобальный водный кризис, о котором гидрологи начали говорить ещё в 1990-х годах.

Ситуация почти не меняется, несмотря на многочисленные кампании (декады) и мероприятия, инициированные ООН и её структурами для решения проблем воды и водных ресурсов. Развитые страны не желают помогать развивающимся ни финансированием, ни передачей технологий, ни реализацией образовательных программ, что влечёт за собой в том числе и продовольственные проблемы. Всё в полном соответствии с законами классической рыночной экономики: капитал должен давать хотя бы нормальную прибыль, тех-

нология передаётся только тогда, когда это приносит какие-либо выгоды (формирование рынка сбыта, перенос ресурсоёмких и загрязняющих среду производств, политическая зависимость получателя и т.п.), кадры готовятся только в случае, если значительная их часть переселяется в обучившую их страну.

Территориальное перераспределение водных ресурсов путём строительства каналов (или водоводов) для подачи воды от доноров реципиентам и водохранилищ, демпфирующих неравномерность речного стока (перехват половодий и паводков), как представляется, существенного вклада в решение глобальной водной проблемы внести не может. Идеи новых сооружений для межбассейновой переброски воды выдвигаются, обсуждаются, иногда проектируются и реализуются, но это чрезвычайно дорогостоящие долгострои, причём в большинстве своём весьма экологически рискованные. Поэтому экспертиза здесь становится более жёсткой, а негативное отношение общественности к подобным проектам – всё более организованным и обоснованным. 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 как таковая, а совокупность локальных и, изредка, региональных проблем. Плохое качество воздуха типично для больших городов, нередко средних, а также для территорий вблизи крупных предприятий, дающих огромные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Загрязнение воздуха – существенная причина ухудшения здоровья населения. В городах, особенно в мегаполисах, оно является главным экологическим фактором преждевременной смертности. Её масштабы (с учётом загрязнения воздуха внутренних помещений, в первую очередь кухонь, где для приготовления пищи используются печи на угле, дровах и кизяке) достигают 9 млн человек в год (прежде всего в Индии и Китае). Однако и в Европе, уже по причине загрязнения атмосферы транспортом и промышленностью, величина дополнительной смертности превышает 320 тыс. человек в год [7–9].

Подходы к решению таких локальных и региональных проблем известны: замена традиционных энергоносителей газом и электричеством; использование очистного оборудования (скрубберов и др.), замена основного производственного оборудования, включая двигатели внутреннего сгорания на автотранспорте, на более экологичное (в том числе переход к электромобилям, в меньшей степени – на природный газ; в промышленности – на технологии замкнутого производственного цикла). Проблема, как обычно, заклю-

чается в финансировании природоохранных мероприятий и для большинства развивающихся стран пока остаётся неразрешимой. Следует ожидать, что в течение двух-трёх десятилетий ситуация принципиально не изменится, хотя, конечно, в отдельных странах (в Китае, вероятно, Индии и ЮАР) и отраслях существенные сдвиги неизбежны.

**Биоразнообразие.** С экологической точки зрения сокращение биоразнообразия — главная проблема. Если оно сохраняется, значит, жизнь продолжается, если критически уменьшается — человеку грозит вымирание вместе с большей частью всей остальной биоты. 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). Очень распространена точка зрения, что главное в сохранении биоразнообразия — сбережение редких видов животных и растений для будущих поколений. Но дело не в этих, зачастую символизирующих красоту земной природы, представителях растительного и животного мира. Ядро, основа биоразнообразия — в фито- и зоопланктоне пресных водоёмов и Мирового океана, в почвенной биоте, в строителях органического фундамента жизни на Земле. В одном кубическом сантиметре почвы обитает миллион (!) организмов и столько же — в аналогичном объёме тёплой (10–40°C) пресной или морской воды. Именно там, на нижних ветвях древа жизни сокращение биоразнообразия происходит в массовом масштабе и наиболее критично.

Однако в обществе (включая международные деловые и политические круги, средства массовой информации) нет понимания этого факта, как и осознания того, зачем нужно сохранять биоразнообразие. Главное: биоразнообразие обеспечивает стабильность биоты, то есть устойчивость биосферы ко всевозможным внешним и внутренним возмущающим воздействиям, в том числе антропогенным. Последние, как известно, оказались гораздо губительнее, чем влияние геологических, космических и любых других сил. Сокращение биоразнообразия, которое происходит небывалыми темпами, лишает региональные и глобальную экосистемы устойчивости, сбалансированности, что намного опаснее рисков глобального потепления. В то же время потепление и, шире, планетарное изменение климата вносят свою заметную и опасную лепту в сокращение биоразнообразия, которое рискует в этом случае превратиться в катастрофическое. Согласно недавнему докладу МГЭИК [10], ряд арктических, прибрежных, водно-болотных и некоторых других экосистем уже достигли предела, понеся безвозвратные потери в биоразнообразии, утратили адаптационный потенциал.

Связь преобразований климата с биоразнообразием многим непонятна. Но, как уже отмечалось выше в отношении ситуации с Мировым океаном, изменение климата влечёт за собой перестройку биоты, которая, в свою очередь, сопровождается негативными последствиями для биоразнообразия, так и для условий хозяйствования, прежде всего в аграрном и лесном комплексах (хотя возможны и положительные для экономики моменты). Примерно 20 лет назад одним из авторов данной статьи высказывались опасения, что глобальное потепление может сопровождаться возникновением, пусть даже редким, волн холода, более низкотемпературных, чем привычные для нас [11]. Тогда многие климатологи-классики (в том числе члены Совета-семинара при президенте РАН) отвергали эти опасения на том основании, что для подобных заключений отсутствовали необходимые статистические данные. Однако сейчас они есть, и наблюдаемые в последние годы негативные явления это подтверждают.

Такое проявление “нервозности” климата — тяжёлое испытание для экосистем, каждая из которых располагается в своём биотопе (абиотической подсистеме), а между биоценозом и биотопом существует гармония. Климатические изменения, потепление нарушают это равновесие, причём в ситуации, когда ещё не сформировались условия, соответствующие потребностям биологических видов, которые составляют замещающую экосистему. Для одних (вселяющихся) волны холода (пусть даже и очень редкие) представляют смертельную опасность, и они исчезают, 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 экосистемы не только перемешаются (смешаются), но и эволюционируют. 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 прямо зависит от биоразнообразия её биоценоза, то есть от богатства генетического фонда.

Сильные воздействия на биоценоз экосистемы, не меняющие её биотопа (лесной, степной, торфяной, тундровый пожар, временное затопление, экстраординарная засуха и т.п.), запускают в ней процесс вторичной (восстановительной) сукцессии, то есть последовательного прохождения стадий, для каждой из которых характерна своя организация (соотношения видов по численности) биоценоза, пока не восстановится первоначальная структура. На месте сгоревшего ельника при неизменных абиотических условиях вырастет

такой же ельник (с такими же подлеском, почвой, животным миром) — лет через 200—400. Но сначала в рост пойдут “неизвестно откуда” взявшиеся берёзки со своим подлеском, состоящим из “неизвестно откуда” взявшихся видов кустарников и травянистых растений. На самом деле отдельные представители этих “новых” видов растительности всегда были частью ельника, но в условиях стационарного древостоя были незаметны среди его доминантных видов. Это и есть необходимое биоразнообразие, обеспечивающее адекватную восстановительную реакцию на сильное возмущение (пожар) экосистемы.

Будучи, с точки зрения экологов, самой главной экологической проблемой, сокращение биоразнообразия пользуется наименьшим вниманием со стороны лиц, принимающих решения, особенно в сфере бизнеса. Почему так происходит? Представляется, что главная причина заключается в особой уязвимости “сферы живого” к последствиям деятельности человека, почти любая активность которого влечёт за собой сокращение биоразнообразия. Следовательно, очень непросто найти альтернативу, которая обеспечивала бы максимальное снижение риска устойчивости биосферы за приемлемую для бизнеса цену, включая прибыль — для этого нужны действительно большие усилия (в том числе капиталовложения) и незаурядные воля и способности.

Намного проще решать проблему истощения озонового слоя, число источников и факторов которой, в отличие от сокращения биоразнообразия, ограничено всего 40 химическими соединениями (с учётом тех, которые никогда не покидали стены лабораторий) из миллиона известных химикам и десятков тысяч используемых на производствах. Сходная ситуация с антропогенным воздействием на климат и его изменением: из всех видов такого воздействия на климатическую систему козлом отпущения определена эмиссия парниковых газов, основной источник которой — сжигание углеводородного топлива. Поэтому поиск альтернатив не занял много времени как в случае хладагентов, так и ископаемого топлива, заместители которых были хорошо известны, прежде всего корпорациям-конкурентам: химическому гиганту “Дюпон” (США) и электроэнергетическим компаниям из Европы, США и Китая — лидерам в сфере солнечной, ветровой, атомной энергетики, в области энергосбережения и электротранспорта. При институциональной (в первую очередь законодательной) поддержке бизнесом “зелёных” политических кругов были успешно сформированы новые рыночные ниши и финансовые инструменты для получения огромных прибылей, на сей раз якобы для защиты климата и окружающей среды. Однако на самом деле последствия для экологии и климата (да и для экономики и социума) творцов указан-

ного механизма не интересуют, им нужен лишь результат в виде растущих денежных и политических дивидендов.

В связи с этим закономерно, что деловые люди и поддерживающие их политический истеблишмент и СМИ, прежде всего в развитых экономиках, всё активнее подменяют системное решение глобальных проблем конкурентной борьбой за углеродные рынки, а в дискуссиях всё реже используют термины “температура” и “концентрация парниковых газов”, и чаще — “углеродные единицы”. При этом далеко на заднем плане остаётся коммерчески непонятная и потому неинтересная бизнесу фундаментальная (а в конечном счёте — экзистенциальная) проблема сохранения биоразнообразия. Отсутствие экономического интереса к данной проблеме как к способу хорошо заработать на её решении приводит к тому, что сбережение биоразнообразия стало делом энтузиастов-бессребренников. Что касается развития экологического туризма, то оно способно внести лишь очень ограниченный вклад в решение проблемы, причём только при условии выполнения данной сферой своей эколого-образовательной функции, что происходит, мягко говоря, далеко не всегда.

Попытки административно управлять деятельностью по сохранению биоразнообразия сводятся к организации особо охраняемых природных территорий и обеспечению их функционирования, что необходимо, но совершенно недостаточно. Во многих странах активно ведутся научные исследования сохранения биоразнообразия, в том числе при государственной поддержке. Но главная задача состоит именно в том, чтобы найти способы экономического управления охранной деятельностью: если они будут найдены, то станет гораздо легче решать и другие экологические проблемы (климатические, водные и др.).

Индифферентность бизнеса и, в значительной мере, населения в отношении проблемы сохранения биоразнообразия, а в ещё большей степени — отсутствие осязаемых продвижений в её решении, серьёзно беспокоят учёных, экологов-активистов, вслед за ними — ООН. Общеизвестно, что это один из ключевых вызовов, поставленный в мировую повестку самыми разнообразными документами, в частности докладом по глобальным рискам [12]. Цели устойчивого развития ООН, которые, по сути (цель № 14) и по формулировке (цель № 15) прямо касаются сохранения биоразнообразия, ставятся 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 (учёта и экономической

оценки) внешних эффектов для сохранения биоразнообразия (включая экосистемный уровень) внятно так нигде и не поставлена.

Едва ли не главное препятствие на пути решения глобальных, региональных и национальных экологических проблем — низкая экологическая и общая культура населения. И хотя в разных странах дела обстоят по-разному, а стандартные показатели в ряде государств регистрируют достаточно высокий уровень образования населения, общий уровень культуры остаётся невысоким. Да и высокая общая культура не всегда свидетельствует о наличии культуры экологической. Лёгкость, с которой можно проигнорировать (по сути, предать) экологические (а заодно и социально-экономические) интересы своей страны, заменив, пусть и частично, природный газ на уголь, продемонстрировала Германия в 2022 г., и это лишь один из печальных примеров, которым на деле несть числа. Элиты полностью забывают о своих экологических обещаниях, пренебрегают ими в угоду экономическим или политическим выгодам, часто мнимым.

**Климат.** Антропогенное изменение климата, в том числе более частые и интенсивные экстремальные явления, вызвало широкомасштабные неблагоприятные воздействия, выходящие за естественные рамки, и связанные с ними потери и ущерб для природы и людей. Риски становятся всё более сложными для управления, особенно в условиях их усиливающегося взаимодействия друг с другом и неклиматическими угрозами, что в итоге приведёт к их каскадному распространению в секторах экономики и регионах мира и росту интегрального ущерба [10]. При этом некоторые меры реагирования на изменение климата могут привести к новым опасностям.

Отмечая прогресс в планировании и осуществлении мер адаптации во всём мире за прошедшие 20 лет, следует констатировать, что достигнутые результаты значительно отстают, во-первых, от потребностей населения и экономик в снижении уязвимости, потерь и ущерба от негативных последствий климатических изменений (особенно велик этот разрыв в развивающихся странах); во-вторых, от темпов и масштабов (в том числе многократно — по финансированию соответствующих программ) ускоренной декарбонизации экономики, которой в развитых странах (и под их влиянием мировым сообществом в целом) отдан бесспорный приоритет в международной политике в области климата [13, 14]. Такой подход, помимо прочего, уменьшает возможности трансформационной адаптации экономики благодаря целенаправленной политике её структурной и технологической модернизации с учётом природной и социально-экономической специфики конкретных стран и регионов [10].

При сохранении текущего положения дел в ближайшие годы, принимая во внимание значительную инерционность рассматриваемых процессов, в перспективе на 20–30 лет по мере усиления глобального потепления правомерно ожидать снижения эффективности адаптации к изменениям климата конкретных секторов, а также населения и экосистем регионов, особенно с учётом фиксируемого МГЭИК учащения свидетельств неудачной или неэффективной адаптации (*maladaptation*). Это обуславливает рост потерь и ущерба для мировой экономики, наибольшее бремя которых будут нести, как и прежде, развивающиеся (особенно наименее развитые) страны, и достижение пределов адаптации всё большим числом антропогенных и природных систем.

МГЭИК связывает эффективность адаптации с “интегрированными, межотраслевыми решениями, направленными на устранение социального неравенства, на дифференцирование ответов на климатические риски и охват ими (решениями. — *Авт.*) разных систем” [10, р. 23]. Учитывая вышеупомянутую инерционность рассматриваемых процессов, а также текущий геополитический и геоэкономический кризис (“длинная тень” последствий которого для мировой экономики, очевидно, будет простирается далеко за пределы 2025 г.), такая перспектива представляется маловероятной для периода в 20 лет. Реалистичность сохраняется 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.

Перечисленные выше климатические изменения, включая волны тепла в Мировом океане, приведут к усилению воздействия на экосистемы океана и суши (в частности, на крупнейшие лесные массивы из-за засух и лесных пожаров), которые уже испытывают ощутимый стресс, усугубляющийся возрастающим антропогенным (техногенным) влиянием. Это ускорит сокращение биоразнообразия и поглощения выбросов парниковых газов в объёме, составляющем более трети от снижения выбросов, которое необходимо для неперевышения глобальным потеплением порога 2°C к концу XXI в. [15].

Через полтора-два десятилетия также усилится воздействие климатических изменений на водные и продовольственные ресурсы, находящиеся под угрозой в ряде регионов, что будет сопровождаться дополнительными рисками конфликтов и миграции, а также угрозами здоровью населения и экономике. Последние включают:

- рост заболеваемости и смертности от инфекционных болезней и волн жары, особенно в раз-

живающихся странах Азии и Африки (даже в мегаполисах);

- торможение производства и снижение производительности труда, в том числе в сельском хозяйстве, особенно в государствах тропического пояса;
- разрушение инфраструктуры и зданий из-за деградации многолетнемерзлых грунтов в Арктике;
- риски для гидроэнергетики и речного судоходства из-за засух в зоне умеренного климата, включая Европу.

Перечисленные последствия глобального изменения климата будут сопровождаться увеличением числа бедных (по оценкам, на 132 млн человек уже в следующем десятилетии), и к 2050 г. 216 млн будут вынуждены сменить место жительства по этим причинам [16, 17]. Это усилит риски и вызовы для здравоохранения, агропродовольственного, строительного, транспортного и энергетического секторов экономики и в целом нагрузку на социальный сектор практически всех стран.

Некоторые из эффектов будут противоречивы. Например, в Арктике глобальное потепление, обуславливая сокращение ледяного покрова, улучшает условия судоходства, а в целом в северных широтах – приведёт к повышению комфортности и снижению 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 за 15–20 лет нужно сформировать. Это, в свою очередь, создаёт вызовы для многих государств, прежде всего в сфере научно-технологической и социально-экономической политики (включая реформы в сфере образования и науки), которая призвана смягчить негативные последствия изменений климата. Сохранение, а скорее всего, углубление дифференциации государств по уровню развития и степени их готовности ответить на упомянутый климатический вызов, потребует наращивания усилий всего международного сообщества с целью налаживания сотрудничества между странами, развития институтов (правовой базы, планирования, страхования и т.д.) и научно-технологического взаимодействия.

Ответом мирового сообщества на глобальный климатический вызов выступает принятая и активно развиваемая климатическая политика, которая за последние 30 лет, прошедшие с принятия её базового стратегического документа (Рамочная конвенция ООН по изменению климата, РКИК), превратилась в одну из главных составляющих системы международных отношений. С целью её развития был принят ряд основополагающих документов, прежде всего Парижское соглашение

по климату (2015). Сохраняя в качестве целевого ориентира непревышение к концу века по сравнению с доиндустриальной эпохой температурного порога в 2°C (позднее сниженного до 1.5°C), 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 преобразований 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, 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 г.

Однако с начала 2020-х годов эти принципы уступили место однозначному приоритету стратегий низкоуглеродного развития, которые далее были трансформированы в так называемые углерод-нейтральные, или нетто-нулевые (Net Zero) стратегии, предусматривающие достижение к середине века нулевого баланса между эмиссией парниковых газов и их поглощением за счёт энергоперехода с упором на резкое повышение роли возобновляемых источников энергии и электротранспорта. Об участии “в гонке за нулём” заявили 130 стран. В их числе 68 ведущих экономик, на которые приходится 91% мирового ВВП и 89% выбросов парниковых газов и где эти стратегии приняты официально либо закреплены законодательно. При этом представители ряда государств призывают не засчитывать потенциал поглощения углерода (главным образом природными экосистемами, в первую очередь лесами) и добиваться “чистого нуля” – по сути, полной декарбонизации, или безуглеродной экономики. Показательно, что даже большинство политиков и экспертов из развитых стран, которые придерживаются более взвешенной нетто-нулевой концепции, в лучшем случае лишь вскользь упоминают адаптацию, а те, кто выступает за активное использование управления экосистемами как “естественный, природный” способ решения климатической проблемы (natural solutions), подчёркивают его приоритет для снижения нетто-выбросов парниковых газов, отодвигая адаптацию далеко на задний план.

На этом фоне выступления генерального секретаря ООН в 2021 г., дискуссии на конференциях сторон РКИК в 2021–2022 гг. (COP-26 в Глазго и COP-27 в Шарм-эш-Шейхе), принятые по их

результатам итоговые документы, выразившие стремление к повышению роли адаптации населения и экономики к изменениям климата, внесли лишь некоторое оживление, но не поменяли статуса адаптации как “падчерицы” климатической политики, сохранив её однозначный и мощный крен в сторону Net Zero.

В результате отчётливо прослеживается тенденция превращения декарбонизации экономики и энергетики (как одного из ключевых направлений и механизмов реализации климатической политики и энергоперехода) в неоспоримый стратегический приоритет. Этот приоритет сохраняется и в существенно более широком контексте стратегии устойчивого развития мирового сообщества, из 17 целей которого так называемой “борьбе с изменением климата” многие политики и эксперты, прежде всего из стран “Большой семёрки” и связанных с ними международных организаций, консалтинговых и деловых сообществ (например, Всемирного банка, Международного валютного фонда, Всемирного экономического форума и др.), отдают однозначное предпочтение, причём как в кратко- и среднесрочной (до 5 лет), так и долгосрочной перспективе (более 10 лет) [12].

Представляется, что эта тенденция сохранится лет на 20, учитывая вышеупомянутые стратегии нетто-нулевой декарбонизации, в которые уже вложены огромные (и будут инвестированы ещё большие) средства. За указанной тенденцией стоят мощные интересы ведущих экономик, прежде всего ЕС и США, она определяет дизайн и приоритеты мировой климатической политики.

В то же время избыточная амбициозность целей глобальной стратегии для подавляющего числа стран, в том числе отдельных развитых экономик, очевидно, будет требовать внесения в национальные программы действий корректив. Уже сейчас:

- отодвигаются сроки реализации стратегии: в ряде стран они смещены за пределы 2050 г. (на 2060, 2070 г. и даже позднее); другие страны из-за резких изменений в геоэкономической ситуации сдвигают их на 2035 г. и далее, а промежуточные цели – на 2030 г.;

- изменяется тактика реализации стратегии, почти безграничный приоритет возобновляемых источников энергии и электротранспорта частично смягчается за счёт инвестиций в проекты улучшения использования земельных и лесных ресурсов и сохранения биоразнообразия, особенно в развивающихся странах.

Кроме того, через 15–20 лет (или раньше) можно ожидать некоторого повышения статуса программ адаптации, инвестиций в них в первую очередь вследствие растущего социально-экономического ущерба и потерь в результате неизбеж-

ных будущих бедствий гидрометеорологического характера и необходимости их купировать. Однако, скорее всего, это осуществимо для отдельных, наиболее уязвимых и менее развитых государств и вряд ли изменит общемировую картину.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Stockholm Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment. 1972. <https://stockholmdeclaration.org/about/>
2. IPCC, 2021: Summary for Policymakers // Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, N.Y.: Cambridge University Press, 2021. P. 3–32. [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_SPM.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf)
3. Niccolucci V., Pulselli F., Tiezzi M.E. Strengthening the threshold hypothesis: Economic and biophysical limits to growth // Ecological Economics. 2007. V. 60. P. 667–672.
4. Rockström J., Steffen W., Noone K. et al. Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity // Ecology and Society. 2009. V. 14 (2). Art. 32.
5. Rockström J., Gupta J., Qin D. et al. Safe and just Earth system boundaries // Nature. 2023. V. 619 (7968). P. 102–111.
6. UNESCO’s Contribution to the UN World Water Development Report. 2015. Facing the Challenges. Case Studies and Indicators. <https://unesdoc.unesco.org/images/0023/002321/232179E.pdf>
7. [https://report.ipcc.ch/ar6wg2/pdf/IPCC\\_AR6\\_WGII\\_SummaryForPolicymakers.pdf](https://report.ipcc.ch/ar6wg2/pdf/IPCC_AR6_WGII_SummaryForPolicymakers.pdf)
8. State of Global Air 2020. Special Report. Boston: Health Effects Institute, 2020. <https://www.stateofglobalair.org/>
9. Report from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions “First ‘Zero pollution’ Monitoring and Outlook: Pathways towards cleaner air, water and soil for Europe”. 2020. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022DC0674>
10. IPCC, 2022: Summary for Policymakers // Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, N.Y.: Cambridge University Press, 2022.
11. Health impact of Air Quality in Europe 2022. European Environmental Agency (EEA) Web Report 2022. <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2022/health-impacts-of-air-pollution>
12. Данилов-Данильян В.И. Экологические, экономические и политические аспекты проблемы Киотского протокола // Возможности предотвращения изменений климата и его негативных последствий. Проблема Киотского протокола: материалы Совета-семинара при президенте РАН / Под ред. Ю.А. Израэля. М.: Наука, 2006.

13. The Global Risks Report 2023. World Economic Forum 2023.  
<https://www.weforum.org/reports/global-risks-report-2023>
14. United Nations Environment Programme. Adaptation Gap Report 2022: Too Little, Too Slow – Climate adaptation failure puts world at risk. Nairobi, 2022.  
<https://www.unep.org/adaptation-gap-report-2022>
15. Порфирьев Б.Н. Декарбонизация versus адаптация экономики к климатическим изменениям в стратегии устойчивого развития // Проблемы прогнозирования. 2022. № 4. С. 45–54.
16. Deutz A., Heal G.M., Niu R. et al. Financing Nature: Closing the global biodiversity financing gap. The Paulson Institute, The Nature Conservancy, and the Cornell Atkinson Center for Sustainability, 2020.
17. Acting on Internal Climate Migration // Доклад Всемирного банка Groundswell. 2021.  
<https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/2c9150df-52c3-58ed-9075-d78ea56c3267>

## ECOLOGY AND CLIMATE: WHERE WE ARE NOW AND WHERE WE WILL BE IN TWO OR THREE DECADES. *GLOBAL TRENDS*

V. I. Danilov-Danilyan<sup>1,#</sup>, V. M. Kattsov<sup>2,##</sup>, and B. N. Porfiriev<sup>3,###</sup>

<sup>1</sup>*Water Problems Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

<sup>2</sup>*Voeikov Main Geophysical Observatory of the Roshydromet, St. Petersburg, Russia*

<sup>3</sup>*Institute of Economic Forecasting, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

<sup>#</sup>*E-mail: vidd38@yandex.ru*

<sup>##</sup>*E-mail: director@main.mgo.rssi.ru*

<sup>###</sup>*E-mail: b\_porfiriev@mail.ru*

The article is the first of the two contributions based upon the authors' studies and reports provided to Horizon-2040. The latter is a project organized by the Agency for Strategic Initiatives serving a platform for strategic dialogue to determine the role and position of Russia in the international arena in 2040 and produce scenarios for the national long-term development trends in the key areas, environment and climate inclusive. The current state of the global environmental and climate change issues is contemplated. Also considered is dynamics of these issues within the past 50 years in terms of the global sustainable development priorities. A qualitative forecast of the state and expected developments in coping with the issues above by 2040 is introduced. The key challenges associated with the World Ocean, land waters, air quality, environmental situation in the cities, climate and biodiversity issues are briefly discussed. The priority strategic role of biodiversity in sustainable development of the world community and economy within the long term perspective is substantiated. Emphasized arwpoor understanding and under-evaluation of adaptation policy role in the global climate agenda. Distinguished are the four types of key events according to their contribution to the *homo ecologicus* formation. Also disclosed are the four key factors precipitating the existing poor situation in environmental and climate policy areas and tendencies of their further deterioration which (factors) involve public awareness, value system and human activity attitudes.

*Keywords:* ecology, ecological culture, biodiversity, climate, economy, adaptation.