

АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И МЕЖДУНАРОДНО-ПРАВОВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО СМЯГЧЕНИЮ ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ

Часть 1. От Рамочной конвенции ООН до Парижского соглашения

© 2021 г. А. Б. Полонский*, М. Е. Пекарникова**

Институт природно-технических систем Российской академии наук, г. Севастополь

*E-mail: apolonsky5@mail.ru

**E-mail: pekarnikowa@mail.ru

Поступила в редакцию 24.11.2020 г.

Аннотация. Анализируются проблема глобального потепления антропогенного происхождения на фоне естественных изменений климата и международно-правовая система контроля за выбросами парниковых газов. В первой части работы обсуждение проблемы сконцентрировано на международной деятельности по контролю над антропогенными изменениями климата в период между 1992 г. (когда была подписана Рамочная конвенция ООН об изменении климата) и 2015 г. (когда было принято Парижское соглашение по климату). Подробно дан анализ процедуры принятия Киотского протокола к Рамочной конвенции ООН, критики основных положений Протокола со стороны некоторых участников соглашения, которые впоследствии не ратифицировали Киотский протокол (такие как США) или вышли из него (Канада). Описывается международная деятельность по формированию рынка торговли квотами на выбросы парниковых газов и поправки к Киотскому протоколу, принятые в Дохе в 2012 г. и продлевающие действие Протокола до 2020 г. (т.н. Соглашение «Киото-2»). В заключительной части статьи приводятся и рассматриваются основные положения Парижского соглашения по климату, а также процедура его ратификации разными государствами. Делается вывод, что, несмотря на наличие достаточно развитой системы международного регулирования контроля над антропогенными изменениями климата, юридически обязывающая всеобъемлющая программа такого контроля фактически не действует.

Ключевые слова: глобальное потепление, естественные изменения климата, Киотский протокол к Рамочной конвенции ООН, Парижское соглашение по климату, Национальный план мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата.

Цитирование: Полонский А.Б., Пекарникова М.Е. Антропогенные изменения климата и международно-правовая деятельность по смягчению их последствий. Часть 1. От Рамочной конвенции ООН до Парижского соглашения // Государство и право. 2021. № 4. С. 104–113.

DOI: 10.31857/S102694520012719-1

ANTHROPOGENIC CLIMATE CHANGE AND INTERNATIONAL-JURIDICAL ACTIVITY ON CLIMATE MITIGATION

Part 1. From the UN Framework Convention to the Paris Agreement

© 2021 А. Б. Polonsky*, М. Е. Pekarnikova**

Institute of Natural-Technical Systems of the Russian Academy of Sciences, Sevastopol

*E-mail: apolonsky5@mail.ru

**E-mail: pekarnikowa@mail.ru

Received 24.11.2020

Abstract. The problem of anthropogenic global warming, superimposed natural climate variability and international-juridical system of the greenhouse gases' emission control is analyzed. The first part of the work devotes to the discussion of the international activity on the anthropogenic climate change control between 1992 (when the UN Convention on Climate Change was signed) and 2015 (when Paris Agreement was accepted). The proceed of Kyoto protocol acceptance is analyzed in detail, as well as the critic of its principal items by several participants of this Agreement those did not ratify it after all (such as USA) or went out it (Canada). International activity on the quota market for the sale of the greenhouse gases' emission is described, as well as amendments accepted in Doha in 2012 which continued the Kyoto protocol action till 2020 (so-called "Kyoto-2 Agreement"). In the final part of the paper, the basic items of the Paris Agreement are done and analyzed as well as the its ratification by different countries. It is concluded that in spite of the existence of rather developed system of international regulation of anthropogenic climate change control the total legally binding program of such control actually does not act.

Key words: global warming, Kyoto protocol for UN Convention on Climate change, Paris climate Agreement, national plan of action for the first stage of the adaptation on climate change.

For citation: Polonsky, A.B., Pekarnikova, M.E. (2021). Anthropogenic climate change and international-juridical activity on climate mitigation. Part 1. From the UN Framework Convention to the Paris Agreement // Gosudarstvo i pravo=State and Law, No. 4, pp. 104–113.

Введение. Наличие повышения глобальной температуры у поверхности Земли на масштабах порядка столетия, в основном обусловленного антропогенным воздействием на климатическую систему, стало понятно большинству специалистов к началу 1990-х годов. Именно в это время начала формироваться международная система реагирования на эту проблему, связанную с развитием современной цивилизации. В силу глобальности и комплексности проблемы климатических изменений ни одно из государств не в состоянии справиться с ней в одиночку. Необходимы согласованные действия всего мирового сообщества¹. Как всегда, в подобной ситуации возникает множество дополнительных проблем. В статье будут обсуждены некоторые политические, юридические и экономические аспекты международной деятельности по контролю за антропогенными изменениями климата².

Рамочная конвенция ООН об изменении климата и Киотский протокол. Потенциально опасные последствия неконтролируемого повышения глобальной температуры нижней тропосферы привели к разработке Рамочной конвенции ООН об изменении климата 1992 г. В ней декларировалась следующая цель документа³:

¹ См.: Изменение климата, 2013: Физическая научная основа. Вклад Рабочей группы I в Пятый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата / Т.Ф. Стоккер, Д. Цинь, Дж.-К. Платтнер и др. (ред.). Кембридж, Нью-Йорк, 2013.

² Представленное ниже обсуждение продолжает дискуссию, начатую в работе, с учетом последних региональных и геополитических изменений (см.: Полонский А.Б. Изменения климата: мифы и реальность. Севастополь, 2020).

³ См.: Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата (Принята 09.05.1992 г.). URL: www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/climate_framework_conv.shtml

«Конечная цель настоящей Конвенции и всех связанных с ней правовых документов, которые может принять Конференция Сторон, заключается в том, чтобы добиться во исполнение соответствующих положений Конвенции стабилизации концентраций парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему. Такой уровень должен быть достигнут в сроки, достаточные для естественной адаптации экосистем к изменению климата, позволяющие не ставить под угрозу производство продовольствия и обеспечивающие дальнейшее экономическое развитие на устойчивой основе».

Рамочная конвенция ООН была подписана более чем 180 государствами (сейчас это число превышает 195). После ратификации Конвенции большинством государств она вступила в силу 21 марта 1994 г. В 1997 г. был подписан Киотский протокол к принятой и ратифицированной ранее Конвенции, который устанавливал конкретные ограничения на выбросы парниковых газов для каждого из государств, подписавших Протокол⁴.

К таким газам были отнесены двуокись углерода, метан, закись азота, гидрофторуглероды, перфторуглероды и гексафторид серы. За основу для дальнейших расчетов брался уровень выбросов парниковых газов за 1990 г. Каждое из государств, присоединившихся к этому Протоколу и ратифицировавших его, брало на себя определенные обязательства по сокращению эмиссии парниковых газов по отношению к выбросам 1990 г. Типичная величина сокращения эмиссии каждым государством составляла 7–8%. После ратификации

⁴ См.: Киотский протокол к Конвенции об изменении климата. UNEP / IUC International Environment House 15, Chemin des Anemones CH-1219 Châtelaine, Switzerland, 1997. С. 1–33 (далее – Киотский протокол к Конвенции об изменении климата...).

Киотского протокола Российской Федерацией и вступлением его в законную силу в 2005 г. значительная часть промышленно-развитых стран взяли на себя определенные обязательства по ограничению выбросов парниковых газов. В конце 2005 г. в Монреале были разработаны конкретные шаги по практической реализации Киотского протокола, в т.ч. и по торговле квотами на выброс парниковых газов. Предполагалось, что государства, перевыполнившие свои обязательства по ограничению эмиссии парниковых газов, смогут продавать свою квоту на эмиссию тем странам, которые не выполняют по тем или иным причинам принятые ограничения.

Все государства, образовавшиеся на постсоветском пространстве, оказались в роли потенциальных продавцов квотами, т.к. 1990 г. был последним годом перед прекращением существования СССР, который привел к сокращению эмиссии парниковых газов. Поэтому они могли присоединяться к Киотскому соглашению, практически не накладывая на себя никаких ограничений на эмиссию парниковых газов. Это касалось и Российской Федерации. Вместе с тем такие крупнейшие эмитенты парниковых газов, как, например, США и Австралия, не присоединились к Киотскому соглашению либо подписали, но не ратифицировали его. При этом они подвергли резкой критике основные принципы соглашения. Критика эта сводилась к следующим трем пунктам:

1. Научная основа Киотского протокола вызывает большие сомнения, поскольку не доказана определяющая роль антропогенного фактора в наблюдаемом потеплении нижней тропосферы.

2. Даже если наблюдаемое глобальное потепление действительно обусловлено антропогенными факторами, меры, предусмотренные Киотским протоколом, совершенно недостаточны, т.к. они в очень малой степени влияют на содержание парниковых газов в атмосфере. Следовательно, он не является эффективным инструментом сдерживания глобального потепления.

3. Киотский протокол несправедлив, т.к. подавляющее большинство слабо развитых стран игнорировали его основные принципы с самого начала переговорного процесса и никак не собираются ограничивать выбросы парниковых газов.

Справедливость первого пункта можно обсуждать (см. ниже), но необходимо подчеркнуть, что упомянутые государства подписали Рамочную конвенцию ООН по изменению климата и, следовательно, признали наличие проблемы как таковой.

Аргументация критиков Киотского протокола по второму пункту в значительной степени справедлива. Вместе с тем очевидно, что эта критика

обусловлена не принципиальными соображениями глобального характера, а сугубо экономическими причинами, важными для того или иного государства. Так, например, США, экономика которых достаточно динамично развивалась, не были заинтересованы в ограничении выбросов, поскольку это привело бы (по крайней мере на первом этапе, продолжительность которого могла составить не менее 10 лет) к экономическому спаду, увеличению уровня безработицы и, следовательно, к снижению жизненного уровня. Сторонники Киотского протокола обращали внимание на тот факт, что оправдывать бездеятельность по ограничению выбросов антропогенных газов недостаточной его эффективностью неконструктивно, поскольку Киотский протокол — это лишь первый шаг на пути радикального сокращения выбросов, демонстрирующий волю международного сообщества к совместным действиям. Они настаивали на необходимости немедленных действий, поскольку парниковый эффект характеризуется значительной инерционностью из-за значительного времени жизни углекислого газа в атмосфере и большой инерции океана. Противники, в свою очередь, упорно отстаивали необходимость согласованных, но более действенных мер по ограничению выбросов, поскольку Киотский протокол, по их мнению, не имеет никакого практического значения. Поэтому США разработали собственную программу развития энергосберегающих технологии и перехода к промышленному производству, характеризующемуся радикальным уменьшением выбросов парниковых газов. Декларация о совместных действиях в этом направлении была подписана летом 2005 г. государствами Тихоокеанского региона. Эту декларацию можно считать альтернативной Киотскому протоколу программой действий по смягчению последствий антропогенных изменений климата. Помимо США к ней присоединились Австралия, Индия, КНР, Южная Корея и Япония.

Справедливость третьего пункта весьма сомнительна, поскольку душевое энергопотребление в слабо развитых странах настолько уступает потреблению энергии в промышленно развитых государствах, что первоочередное ограничение выбросов последними кажется как раз наиболее естественным требованием. Так, например, по данным Всемирного банка, первая пятерка промышленно развитых государств и государств с переходной экономикой (КНР, США, Индия, Российская Федерация и Япония), выбрасывающих наибольшее количество парниковых газов, обеспечивала в 2014 г. около 55% суммарной эмиссии, в то время как 100 слабо развитых стран выбрасывали в этот период менее 0.1% общего количества этих газов⁵.

⁵ См.: World Bank: CO2 emissions (kt). 2018.

Чрезмерная политизированность в обсуждаемом вопросе явно проявилась в процессе ратификации Российской Федерацией Киотского протокола. Роль России в Киотском процессе после выхода из него США и Австралии оказалась ключевой. Действительно, Киотский протокол 1997 г. предусматривал начало его практической реализации после ратификации соглашения государствами, ответственными не менее чем за 55% суммарных антропогенных выбросов⁶. Поэтому отказ Российской Федерации от ратификации протокола автоматически приводил бы к тому, что он не мог быть введен в действие. В конце 2003 г. в Москве состоялась Международная конференция по проблеме изменений климата. Это была грандиозная по размаху и количеству участвующих в ней ученых и экспертов конференция. На ней было принято решение о недостаточности знаний об относительной роли антропогенных и естественных факторов, влияющих на климатическую систему, и о преждевременности ратификации Киотского протокола. Однако в течение 2004 г. государствами Европейского Союза были предприняты энергичные дипломатические усилия в соответствующем направлении. В результате этого в 2005 г. Российская Федерация ратифицировала Киотский протокол, и он вступил в действие. Европейский Союз вообще является одним из мировых лидеров в вопросе о контроле за эмиссией парниковых газов и ограничением их выбросов. И это вполне естественно, поскольку «зеленые» партии, выступающие за проведение активной политики в области охраны окружающей среды и борьбе против антропогенных изменений климата, пользуются в государствах ЕС достаточно большой популярностью у избирателей.

Киотский протокол действовал до 2012 г. После окончания срока его действия большинство стран, подписавших Протокол, продолжали следовать его основным положениям до 2020 г. или до достижения следующего международного соглашения по контролю за эмиссией парниковых газов на основании поправки к Протоколу, принятой в Дохе в конце 2012 г. Некоторые авторы называют этот этап международных действий по контролю за эмиссией парниковых газов «Киото-2». Вместе с тем следует отметить, что не все крупнейшие эмитенты парниковых газов присоединились к Дохинской поправке, а Канада вообще вышла из Киотского протокола в 2012 г.

Парижское соглашение. Следующим шагом на пути реализации согласованных международных мер по контролю за эмиссией парниковых газов стало Парижское соглашение. Оно было принято

12 декабря 2015 г. в результате обсуждения, прошедшего на 21-й Конференции по Рамочной конвенции об изменении климата в Париже. В конечном счете его поддержали все 197 участников Рамочной конвенции. Делегации, представляющие эти государства, пришли к соглашению, что для предотвращения необратимых последствий для окружающей природной среды человечеству необходимо удержать рост средней температуры на планете в пределах 1.5–2 °С по отношению к температуре в доиндустриальную эпоху. Однако этому предшествовало очень сложное обсуждение. Камнем преткновения стало требование большой группы слаборазвитых стран создать специальный фонд для помощи этим государствам. Их аргументация была объективной. Они заявляли, что все проблемы с антропогенными изменениями климата вызваны безудержным ростом потребления в развитых государствах, а доля слаборазвитых государств стран в общей эмиссии парниковых газов минимальна. Поэтому эти государства отказались нести хоть какие-нибудь затраты на уменьшение выбросов парниковых газов и смягчение последствий глобального потепления. Напротив, они потребовали, чтобы им платили за ущерб, который они несут при борьбе с последствиями глобального потепления. Собственно, против этого никто из промышленно развитых стран не возражал. Проблема заключалась в размере специального «зеленого» фонда и распределении средств между государствами-донорами, а также в механизме их передачи слабо развитым странам. В конечном счете участники Парижского соглашения приняли на себя следующие обязательства⁷:

принять национальные планы по снижению выбросов парниковых газов в атмосферу и пересматривать их в сторону ужесточения каждые пять лет с тем, чтобы ограничить рост температуры по сравнению с доиндустриальным периодом полтора-два градусами;

разработать к 2020 г. национальные стратегии перехода на «зеленые» технологии и безуглеродную экономику;

ежегодно выделять в Зеленый климатический фонд 100 млрд долл. для помощи слаборазвитым и наиболее уязвимым (для последствий климатических изменений) государствам. После 2025 г. эта сумма должна быть пересмотрена в сторону увеличения «с учетом потребностей и приоритетов развивающихся стран».

4 ноября 2016 г. климатический договор вступил в силу. И практически сразу после этого администрация США заявила, что США выходят из

⁶ См.: Киотский протокол к Конвенции об изменении климата... С. 1–33.

⁷ См.: Парижское соглашение (Париж, 12.12.2015 г.) / FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1. United Nations, 2015.

него. 4 ноября 2020 г. Соединенные Штаты Америки окончательно завершили процесс выхода из Парижского соглашения по климату.

Следует отметить, что Республиканская партия США в отличие от демократов принципиально не поддерживает предусмотренные Парижским соглашением согласованные усилия мирового сообщества по контролю над эмиссией парниковых газов. Эта традиция продолжает линию республиканцев на отказ от ратификации Киотского протокола. Смена республиканской администрации на демократическую означает радикальное изменение позиции государства в этом вопросе.

Российская Федерация присоединилась к Парижскому соглашению в конце 2019 г. после подписания Постановления Правительства РФ от 21 сентября 2019 г. № 1228⁸. Необходимо обратить внимание на то, что такая формула присоединения к Парижскому соглашению (вместо его ратификации с помощью парламентской процедуры) позволяет России более гибко реагировать на последующие решения международного сообщества, касающиеся контроля над выбросами парниковых газов. Парижское соглашение вообще является более гибким международно-правовым актом по сравнению с Киотским протоколом, поскольку каждое государство само определяет свой вклад в сокращение таких выбросов и должно каждые пять лет проверять, как идет работа по реализации целей соглашения. Конечно, такая «мягкая» формулировка несет в себе опасность невыполнения основной цели соглашения. Вместе с тем Парижское соглашение предоставляет Российской Федерации значительные перспективы для развития новых технологий, связанных с низкоуглеродной («зеленой») экономикой. При этом нет необходимости прибегать к быстрым и болезненным сокращениям традиционных отраслей топливно-энергетического комплекса, поскольку после распада СССР в 1991 г. выбросы парниковых газов в России значительно снизились. Для углекислого газа они достигли исторического минимума (около 2.1 Гт CO₂, без учета лесного сектора) в 1998 г., что на 41% ниже, чем в 1990 г.⁹ С тех пор эмиссия CO₂ возросла, хотя и остается значительно ниже, чем в 1990 г.

Ратификация Парижского соглашения дает возможность Российской Федерации активно участвовать в формировании глобальной климатической повестки, и она может влиять на вводимые регуляторные меры с учетом национальных интересов государства. Именно этот принцип заложен в основу нормативно-правовых документов, которые сейчас разрабатываются. Правительством РФ утвержден

Национальный план мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата на период до 2025 года. В документе определены федеральные организационные и нормативно-правовые меры на 2020–2022 гг., порядок разработки отраслевых и региональных планов, информационное и научное обеспечение работ. За этот период нужно лучше прояснить ситуацию и приступить ко второму этапу адаптации — конкретным мерам в различных отраслях экономики и охранным мероприятиям. План предусматривает создание соответствующей организационно-правовой структуры на федеральном уровне, разработку к концу 2021 г. отраслевых планов, а также широкий спектр действий по информационному и научному обеспечению работ. В частности, в план включена подготовка к концу 2022 г. очередного «Оценочного доклада об изменении климата и их последствиях на территории Российской Федерации», включающего оценки уязвимости и сценарии адаптации. Он призван стать научной основой работ по второму этапу (на 2023–2025 гг.) и на дальнейшую перспективу. Субъектам Российской Федерации рекомендуется организовать работу по адаптации к изменениям климата и в 2022 г. утвердить свои планы. Они должны ежегодно отправлять в Минэкономразвития России отчеты о реализации соответствующих мероприятий. Предусмотрено, что Минприроды России, Росгидромет и другие ведомства разработают «Типовой паспорт климатической безопасности территории субъекта Российской Федерации». И эти мероприятия ныне реализуются.

Наблюдаемые тенденции в эмиссии парниковых газов и их влиянии на радиационный баланс атмосферы. Оценочные отчеты международной группы экспертов по изменению климата (IPCC) дают достаточно полное представление о современном состоянии знаний о величине и точности выполненных количественных оценок по эмиссии основных парниковых газов и аэрозолей, а также их влиянии на радиационный баланс нижней тропосферы¹⁰. Рисунок 1, заимствованный из последнего опубликованного отчета IPCC, показывает, что основным парниковым газом антропогенного происхождения является CO₂. Его доля в суммарных выбросах парниковых газов превышает 75%. Второй по значимости парниковый газ антропогенного происхождения — метан, доля которого составляет 16%.

¹⁰ См.: Изменение климата, 2013: Физическая научная основа. Вклад Рабочей группы I в Пятый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата / Т.Ф. Стоккер, Д. Цинь, Дж.-К. Платтнер и др. (ред.); Изменение климата, 2014: Смягчение воздействий на изменение климата. Вклад Рабочей группы III в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата / К. Сейбот, А. Адлер, И. Баум и др. (ред.). Кембридж, Нью-Йорк, 2014.

⁸ См.: URL: <http://base.garant.ru>

⁹ См.: Федоров Б.Г. Российский углеродный баланс. М., 2017.

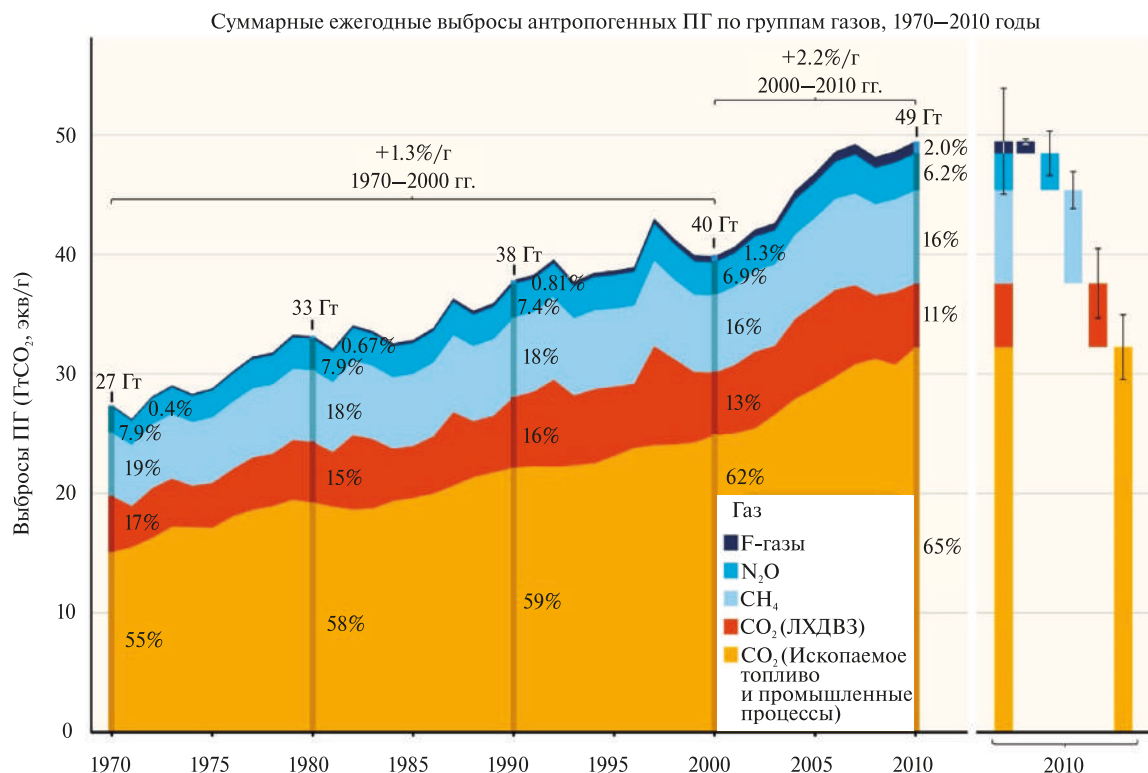


Рис. 1. Суммарные ежегодные антропогенные выбросы парниковых газов (ПГ, в ГтСО₂ экв/год) по группам газов, 1970–2010 гг.: CO₂ в результате сжигания ископаемого топлива и промышленных процессов; CO₂ как результат лесного хозяйства и других видов землепользования (ЛХДВЗ); метан (CH₄); закись азота (N₂O); фторированные газы, охваченные Киотским протоколом (F-газы). На правой стороне рисунка выбросы ПГ в 2010 г. также показаны в разбивке по этим компонентам с соответствующими неопределенностями (90%-ный доверительный интервал), показанными «усами». Неопределенности суммарных антропогенных выбросов ПГ выводятся из оценок отдельных газов. Глобальные выбросы CO₂ в результате сжигания ископаемого топлива известны в пределах 8%-ной неопределенности (90%-ный доверительный интервал). Выбросы CO₂, связанные с (ЛХДВЗ), характеризуются весьма значительными неопределенностями, находящимися в пределах $\pm 50\%$. Неопределенность для глобальных выбросов CH₄, N₂O и F-газов оценивалась в 20%, 60% и 20% соответственно. 2010 г. был самым последним годом, для которого статистика выбросов по всем газам, а также оценка неопределенностей были в основном завершены в момент окончания предоставления данных для Пятого оценочного доклада. Показатели выбросов конвертируются в эквиваленты CO₂, взятые из Второго оценочного доклада. Данные о выбросах, связанных с ЛХДВЗ, отражают наземные выбросы CO₂ в результате лесных пожаров, пожаров торфяников и разложения торфа, которые приблизительно равны чистому потоку CO₂, связанному с ЛХДВЗ. Среднегодовой показатель роста за разные периоды выделен в квадратных скобках¹².

Общая эмиссия парниковых газов антропогенного происхождения оценивалась для 2010 г. в 49 Гт (в CO₂ эквиваленте). Возникает вопрос: много это или мало по сравнению с естественными глобальными источниками и стоками углерода в природной среде? В соответствии с опубликованными оценками, обобщенными, например, в работе¹¹, эта величина на порядок меньше, чем ежегодная продукция углерода наземными и океаническими экосистемами, а изменения этой продукции от одного года к другому одного порядка с приведенной выше цифрой. Казалось бы, антропогенное воздействие на климатическую систему во всяком

случае пока относительно невелико. Но это только на первый взгляд.

Конечно, за один год выбросы парниковых газов в приведенном объеме и соответствующий им радиационный эффект невелики. Но ведь они накапливаются. Углекислый газ — один из долгоживущих атмосферных газов. После попадания в атмосферу он остается там на протяжении многих десятилетий. Таким образом, продолжающиеся антропогенные выбросы приводят к кумулятивному эффекту, а аномалии интенсивности углеродного обмена

¹¹ См.: Полонский А. Б. Указ. соч.

¹² Заимствовано из доклада: Изменение климата, 2013: Физическая научная основа. Вклад Рабочей группы I в Пятый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата / Т.Ф. Стоккер, Д. Цинь, Дж.-К. Платтнер и др. (ред.).

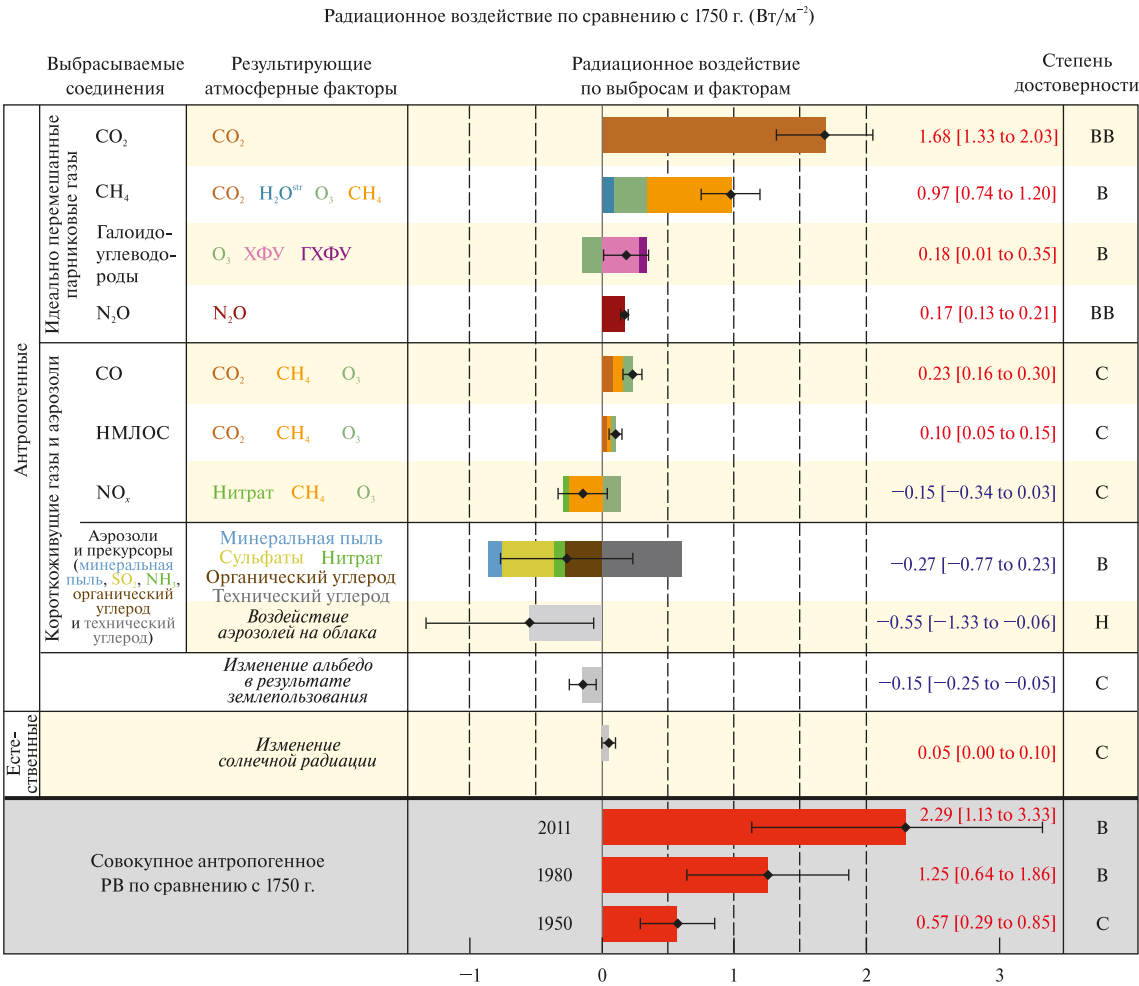


Рис. 2. Оценки радиационного воздействия в 2011 г. по сравнению с 1750 г. и агрегированные неопределенности основных факторов изменения климата. Значения показывают глобальное среднее радиационное воздействие в разбивке по выбрасываемым соединениям или процессам, что дает комбинацию факторов. Наилучшие оценки чистого радиационного воздействия показаны черными ромбами с соответствующими интервалами неопределенности; численные значения приводятся в правой части рисунка, наряду со степенью достоверности чистого воздействия (BB – весьма высокая, B – высокая, C – средняя, H – низкая, VH – весьма низкая). Воздействие, обусловленное снижением альbedo из-за технического углерода на снегу и льду, включено в «полосу» аэрозолей и технического углерода. Незначительные воздействия от конденсационного следа и второстепенных парниковых газов (в общей сложности 0.08 Вт/м²) не показаны. Вулканическое воздействие не учитывается, поскольку его эпизодический характер затрудняет сравнение с другими механизмами воздействия. Значения совокупного антропогенного радиационного воздействия предоставляются за три разных года в сопоставлении с 1750 г.¹³

в естественных экосистемах знакопеременны. В результате за 10 лет суммарное антропогенное воздействие на радиационный баланс атмосферы окажется уже далеко не пренебрежимо малым, а за 100 лет – весьма существенным.

С точки зрения величины интегрального радиационного эффекта основным парниковым газом также является CO₂. Для 2011 г. радиационный эффект

углекислого газа для нижней тропосферы оценивался в 1.68 Вт/м². Другие парниковые газы играют меньшую роль из-за их значительно меньшей концентрации в атмосфере. Из всех этих газов более или менее значимое воздействие на радиационный баланс нижней тропосферы оказывает метан (рис. 2).

Аэрозоли, выбрасываемые в атмосферу, в основном, приводят к уменьшению суммарного притока тепла в нижнюю тропосферу. Причем не меньшую (а большую) роль играет не прямое воздействие аэрозольных частиц на радиационный баланс, а косвенный (вторичный) аэрозольный эффект. Он проявляется в том, что атмосферные аэрозоли

¹³ Заимствовано из работы: Изменение климата, 2014: Смягчение воздействий на изменение климата. Вклад Рабочей группы III в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата / К. Сейбот, А. Адлер, И. Баум и др. (ред.).

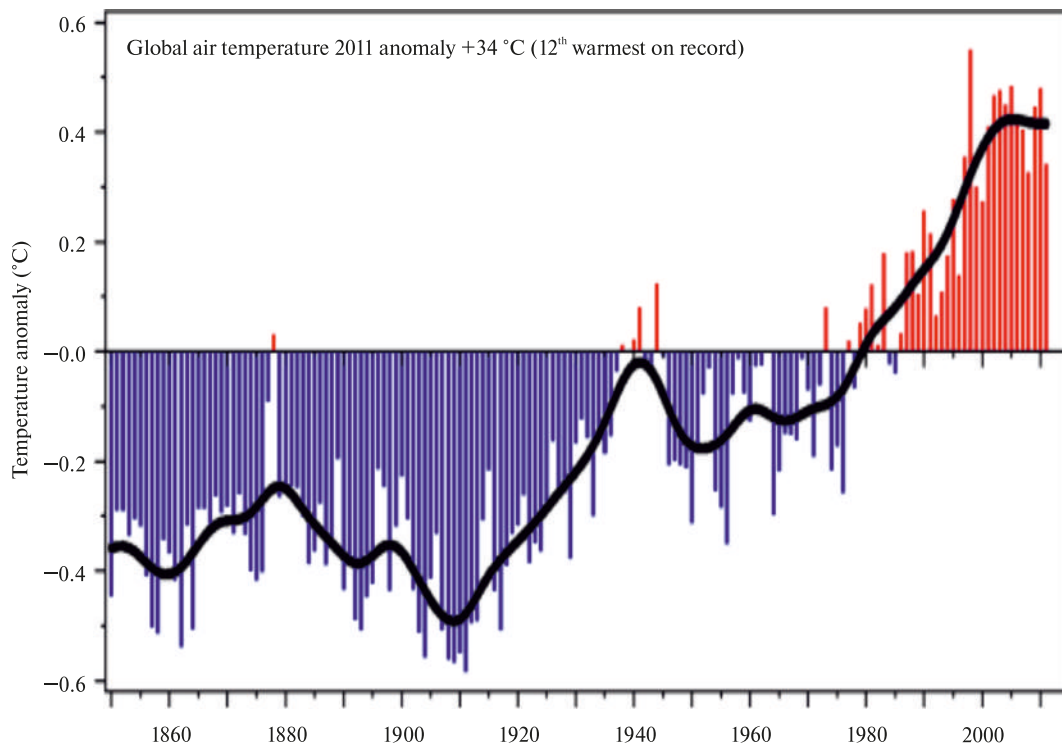


Рис. 3. Временной ход аномалий глобальной приземной температуры воздуха, полученный в Университете Восточной Англии¹⁵.

оказывают непосредственное влияние на облачность, т.к. они могут служить ядрами конденсации для капель, образующих облачные скопления. При этом они влияют на микрофизику облаков и изменяют свойства облачного покрова, который, в свою очередь, влияет на радиационный (и тепловой) баланс климатической системы. Вторичный аэрозольный эффект характеризуется также самым высоким уровнем неопределенности. Погрешность количественных оценок этого эффекта достигает почти 100%, но большинство экспертов считают, что дополнительные выбросы аэрозолей все-таки уменьшают величину радиационного притока тепла в нижнюю тропосферу, т.е. их действие на тепловой баланс тропосферы прямо противоположно действию парниковых газов.

Суммарное радиационное воздействие на приземную атмосферу всех антропогенных компонентов оценивается (для 2011 г.) величиной, близкой к 2.3 Вт/м^2 . Диапазон вероятных изменений при этом составляет от 1.13 до 3.33 Вт/м^2 . Таким образом, дополнительное радиационное форсирование нижней тропосферы, приводящее к ее потеплению — это экспериментально установленный факт.

Критики этой концепции в качестве одного из аргументов, доказывающих ее несостоятельность приводят следующий факт. Несмотря на постоянно увеличивающиеся на протяжении многих десятилетий выбросы парниковых газов в результате

хозяйственной деятельности человечества, изменение температуры приземного воздуха немонотонно. Если считать, что парниковый эффект от антропогенных выбросов — это главная причина изменения температуры на временных масштабах от нескольких десятилетий до одного-двух столетий, это должно приводить к непрерывному росту глобальной приземной температуры. Действительно, за последние полтора столетия эта температура выросла в среднем по планете Земля на 0.9°C . Но тогда т.н. «паузы в глобальном потеплении» (т.е. периоды времени, когда рост глобальной температуры прекращается) должны быть следствием других процессов, явно не антропогенного происхождения. Таких пауз за последние 150 лет было три (рис. 3). Первая из них отмечалась в конце XIX — начале XX в., вторая — в середине XX в. и третья — в конце XX — начале XXI в. Причем вторая и третья паузы (в отличие от первой) были неплохо задокументированы и нет практически никаких сомнений в их реальности. Но только последняя пауза в глобальном потеплении вызвала такие ожесточенные дискуссии, которые даже привели к международному разбирательству¹⁴. В действительности ничего нового в последней паузе в глобальном потеплении нет. Но куда девается «потерянное»

¹⁴ См.: Полонский А. Б. Указ. соч.

¹⁵ Приводится по данным работы: Полонский А. Б. Указ. соч.

тепло, поступающее в нижнюю тропосферу в результате парникового эффекта, совершенно очевидно. Оно идет на нагрев океана. Только не верхних его слоев (которые довольно хорошо обеспечены современными измерениями), а промежуточных и глубинных (которые по-прежнему слабо обеспечены наблюдениями). Причем этот нагрев происходит неравномерно по акватории Мирового океана. Главные центры, через которые тепло «закачивается» в глубину — это области формирования Североатлантической глубинной водной массы и Южный океан. Таким образом, никакой «паузы в глобальном потеплении» на самом деле нет. Просто в одни периоды времени сильнее нагревается нижняя тропосфера, а в другие — Мировой океан (причем не только верхний его слой, но и более глубоководные горизонты).

Что касается последствий глобального потепления, то большинство из них носит негативный характер. Вот основные из них: увеличение повторяемости особо опасных и катастрофических гидрометеорологических явлений, деградация вечной мерзлоты, повышение общей стоимости ресурсов, обеспечивающих кондиционирование воздуха в летний период, рост количества масштабных лесных пожаров, отрицательные последствия климатических изменений для здоровья населения, быстрое смещение ландшафтных зон и уменьшение биоразнообразия. Вместе с тем далеко не все последствия глобального потепления негативного характера. У этого процесса есть и позитивные следствия. Среди них улучшение условий мореплавания по Северному морскому пути, увеличение зеленой биомассы (особенно выраженное в бореальных лесах), понижения энергозатрат на отопление в зимний период и др. Тем не менее в целом, как показывают интегральные оценки, проведенные экспертами ИРСС¹⁶, негативные последствия преобладают над позитивными. Поэтому необходимы целенаправленные усилия по смягчению воздействий на изменения климата антропогенного происхождения, начатые подписанием Рамочной конвенции ООН в Рио-де-Жанейро в 1992 г. и регулируемые рамочным Парижским соглашением 2015 г.¹⁷

Заключение. Как ясно из приведенных выше данных, глобальное потепление в современную климатическую эпоху — это экспериментально

установленный факт. Несмотря на сложность климатической системы и наличие естественных климатических вариаций значительной амплитуды, растущая эмиссия парниковых газов, соответствующее радиационное форсирование и общее потепление нижней тропосферы на временных масштабах от нескольких десятков до сотни лет указывают на антропогенный характер роста глобальной температуры приземного слоя. Ныне его величина с большой вероятностью оценивается в диапазоне от 0.7 до 1.1 °C за 100 лет. Процесс глобального потепления сопровождается большим количеством как отрицательных, так и положительных последствий для современной цивилизации. В глобальном плане преобладают отрицательные последствия, но для отдельных государств потепление сопровождается улучшением состояния окружающей среды и экономически выгодны. Ясно поэтому, что проблема глобальных и региональных изменений климата затрагивает интересы различных общественных, финансово-промышленных и политических структур. В связи с этим научно обоснованное принятие решений по дальнейшим мерам по контролю за выбросами парниковых газов глобального характера должно регулироваться законодательными актами. Таким образом, проблема климатических изменений далеко выходит за рамки чисто научной задачи. Она представляет собой глобальную цивилизационную проблему современности. Разрешение этой проблемы или по крайней мере смягчение негативных последствий климатических изменений до приемлемого уровня невозможно без согласованных усилий мирового сообщества, которые должны сопровождаться принятием законодательных актов. Причем действие этих актов должно распространяться на большую часть развитых государств и государств с переходной экономикой, ответственных за основную долю общей эмиссии парниковых газов и атмосферных аэрозолей.

(Окончание в следующем номере)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Изменение климата, 2013: Физическая научная основа. Вклад Рабочей группы I в Пятый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата / Т.Ф. Стоккер, Д. Цинь, Дж.-К. Платтнер и др. (ред.). Кембридж, Нью-Йорк, 2013.
2. Изменение климата, 2014: Смягчение воздействий на изменение климата. Вклад Рабочей группы III в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата / К. Сейбот, А. Адлер, И. Баум и др. (ред.). Кембридж, Нью-Йорк, 2014.

¹⁶ См.: Изменение климата, 2013: Физическая научная основа. Вклад Рабочей группы I в Пятый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата / Т.Ф. Стоккер, Д. Цинь, Дж.-К. Платтнер и др. (ред.); Изменение климата, 2014: Смягчение воздействий на изменение климата. Вклад Рабочей группы III в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата / К. Сейбот, А. Адлер, И. Баум и др. (ред.).

¹⁷ Обсуждению этих усилий и их юридически обязывающего характера посвящена вторая часть настоящей работы (см.: Государство и право. 2021. № 5).

3. *Полонский А.Б.* Изменения климата: мифы и реальность. Севастополь, 2020.
4. *Федоров Б.Г.* Российский углеродный баланс. М., 2017.
2. *Climate Change, 2014: Mitigating the Impacts of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / K. Seibot, A. Adler, I. Baum, et al. (ed.). Cambridge, New York, 2014 (in Russ.).*
3. *Polonsky A.B.* Climate change: myths and reality. Sevastopol, 2020 (in Russ.).
4. *Fedorov B.G.* Russian Carbon balance. M., 2017 (in Russ.).

REFERENCES

Сведения об авторах

ПОЛОНСКИЙ Александр Борисович — член-корреспондент РАН, член-корреспондент НАН Украины, профессор, научный руководитель Института природно-технических систем Российской академии наук; 299011 г. Севастополь, ул. Ленина, д. 28; заведующий кафедрой «Мониторинг и теория климата» Севастопольского государственного университета; 299053 г. Севастополь, ул. Университетская, д. 33; заведующий кафедрой «География океана» в филиале МГУ им. М.В. Ломоносова в г. Севастополе; 299001 г. Севастополь, ул. Героев Севастополя, д. 7

ПЕКАРНИКОВА Марина Евгеньевна — помощник директора по правовой работе Института природно-технических систем Российской академии наук; 299011 г. Севастополь, ул. Ленина, д. 28

Authors' information

POLONSKY Alexander B. — Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Corresponding Member of the NAS of Ukraine, Professor, Scientific Director of the Institute of Natural and Technical Systems of the Russian Academy of Sciences; 28 Lenin str., 299011 Sevastopol, Russia; Head of the Department "Monitoring and climate theory" of Sevastopol state University; 33 Universitetskaya str., 299053 Sevastopol, Russia; Head of the Department of Ocean Geography at the branch of Lomonosov Moscow state University in Sevastopol; 7 Geroev Sevastopolya str., 299001 Sevastopol, Russia

PEKARNIKOVA Marina E. — assistant Director for legal work of the Institute of Natural and Technical Systems of the Russian Academy of Sciences; 28 Lenin str., 299011 Sevastopol, Russia