

СОДЕРЖАНИЕ

ГЛОБАЛЬНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА – АКТУАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА СОВРЕМЕННОГО МИРА В. А. ГРАЧЕВ	4
ВКЛАД ОБЩЕСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В РЕШЕНИЕ ВОПРОСОВ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ЕГО ПОСЛЕДСТВИЙ. XXII ВСЕМИРНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ООН ПО ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА О. В. ПЛЯМИНА, А. А. ЧЕШЕВ	10
УЩЕРБ И ПРЯМЫЕ РИСКИ ОТ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА КАК ОСНОВА ПАРИЖСКОГО СОГЛАШЕНИЯ ООН А. О. КОКОРИН	14
ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПАО «ГАЗПРОМ» НА ОСНОВЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТРАНСПОРТА ГАЗА НА ПРИМЕРЕ ЭКСПОРТНЫХ КОРИДОРОВ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ РОССИИ А. Г. ИШКОВ, И. А. ЯЦЕНКО, К. В. РОМАНОВ, Н. Б. ПЫСТИНА, Г. А. ХВОРОВ, Г. С. АКОПОВА, Е. В. КОСОЛАПОВА, М. В. ЮМАШЕВ	28
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ООО «ГАЗПРОМ ДОБЫЧА АСТРАХАНЬ» НА ПУТИ РЕАЛИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ ПАО «ГАЗПРОМ» В ОБЛАСТИ СОХРАНЕНИЯ КЛИМАТА Е. В. КУДРЯВЦЕВА, С. А. ГРУНИЧЕВА, В. А. АНДРИАНОВ	34
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ ФОРМ РЕЛЬЕФА В УСЛОВИЯХ ПОЛУОСТРОВА ЯМАЛ А. В. БАРАНОВ, Е. Е. ИЛЬЯКОВА, К. Л. УНАНЯН, Э. А. КАРТУНОВ	40
ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ БИОТЕХНОЛОГИЙ В РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В. А. ЛУЖКОВ, Н. С. ХОХЛАЧЕВ, Е. Л. ЛИСТОВ	44
ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПОЧВ ТАЗОВСКОГО ПОЛУОСТРОВА В ООО «ГАЗПРОМ ДОБЫЧА ЯМБУРГ» А. К. АРАБСКИЙ, В. Н. БАШКИН, Р. В. ГАЛИУЛИН, А. О. АЛЕКСЕЕВ, О. В. МАКЛЮК, В. Р. МУРЗАГУЛОВ	48
НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НЕФТЕГАЗОВОМ КОМПЛЕКСЕ: ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ МАРКЕРНЫХ ВЕЩЕСТВ Н. Б. ПЫСТИНА, Н. В. ПОПАДЬКО, Л. В. ШАРИХИНА	52
ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ В СВЯЗИ С ЭМИССИЕЙ ПОЛЛЮТАНТОВ НА ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА А. К. АРАБСКИЙ, Д. С. НИКОЛАЕВ, В. Н. БАШКИН	58
ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ КРУПНЫХ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ И. А. ЛОМАКИН	64
ЭВОЛЮЦИЯ СВОБОДЫ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ В. А. ЯЧМЕНЕВ	72



ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА:

ГРАЧЕВ Владимир Александрович, член-корр. РАН, д.т.н., профессор, председатель редакционного совета, председатель Правления Международной экологической общественной организации «Гринлайт», президент Неправительственного экологического фонда имени В.И. Вернадского.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

НОВОСЕЛОВ Андрей Васильевич, заместитель министра экологии Челябинской области, кандидат технических наук.

ВАЛЕЕВ Марат Рустамович, заместитель начальника Управления пресс-службы и информации Правительства Челябинской области.

МЕЛЬНИКОВ Андрей Витальевич, директор института информационных технологий ЧелГУ, доктор технических наук, профессор.

ИЗДАТЕЛЬ:

БАСМАНОВА Светлана Фаискановна, директор ООО «Дигитал».

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

ЯЧМЕНЕВ Владислав Анатольевич,

заведующий кафедрой биоэкологии Челябинского госуниверситета, кандидат географических наук.

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:
НЕЧЕУХИНА Юлия Александровна.

ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР:
ИГОШЕВ Константин Юрьевич.

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ:
БАСМАНОВ Роман Евгеньевич.

ПЕРЕВОД ТЕКСТОВ:
КАРПОВА Евгения Александровна

Редакция не предоставляет справочной информации. Рукописи рецензируются и не возвращаются. Авторы публикаций выражают исключительно собственную точку зрения, которая может не совпадать с мнением редакции. Все рекламируемые в журнале товары и услуги подлежат обязательной сертификации. Ответственность за достоверность информации, содержащейся в рекламных объявлениях, несет рекламодатель.

ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС 58358
В КАТАЛОГЕ НТИ «РОСПЕЧАТЬ»



ИНДЕКСИРОВАНИЕ ЖУРНАЛА:
НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ
БИБЛИОТЕКА

[Автор А. О. Кокорин]



УЩЕРБ И ПРЯМЫЕ РИСКИ ОТ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА КАК ОСНОВА ПАРИЖСКОГО СОГЛАШЕНИЯ ООН

THE ENVIRONMENTAL DAMAGE AND DIRECT RISKS OF CLIMATE CHANGE AS A BASIS OF THE UNITED NATIONS PARIS AGREEMENT

Анализ текущего и прогноз будущего ущерба содержится во многих научных и прикладных исследованиях. На глобальном уровне они сведены в многотомный Пятый оценочный доклад МГЭИК [IPCC, 2014]. В России наиболее полным трудом является Второй оценочный доклад Росгидромета [Второй оценочный, 2014], где дана сводка уже наблюдаемых эффектов и составлены сценарные прогнозы, говорящие об уровне ущерба при различных вариантах динамики глобальных выбросов парниковых газов. В частности, там очень наглядно продемонстрировано, насколько сильно во второй половине XXI века может вырасти горимость (пожароопасность) лесов и как может снизиться климатическая урожайность в южных районах страны. Ниже дается краткое описание эффектов изменения климата, ориентированное именно на понимание контекста разработки климатической политики ведущих стран и, соответственно, Парижского соглашения ООН.

Повышение температуры климатологами однозначно признается как неоспоримый экспериментальный факт [IPCC, 2013; Второй оценочный, 2014; Доклад об особенностях климата, 2016; Груза и др., 2016], сводные данные были подготовлены, в частности, в Институте глобального климата и экологии (ИГКЭ) РАН и Росгидромета (рисунок 1).

Изменение температуры очень неравномерно, в России, особенно в Арктике, оно гораздо сильнее, чем в мире в целом. Минимальные значения потепления характерны для Антарктиды, что, впрочем, никак не противо-

речит общей теории антропогенного воздействия на климатическую систему (прежде всего, усиления парникового эффекта), а объясняется особенностями физики атмосферы и рядом вторичных отрицательных обратных связей. Также сильно неравномерно повышение температуры по сезонам (рисунок 2).

При этом подчеркивается, что рост средних температур – лишь индикатор происходящих процессов, все зависит от роста числа и силы опасных гидрометеорологических явлений (ОГЯ), наносящих ущерб, а их динамика определяет нынешние и будущие

риски. В целом глобальный ущерб от стихийных бедствий оценивается в 150-200 млрд US\$ в год (из них на застрахованный ущерб только около 50 млрд US\$ в год), при этом в 1990-е годы ущерб был в 2 раза меньше (в сопоставимых ценах 2015 г.) [Investing, 2016].

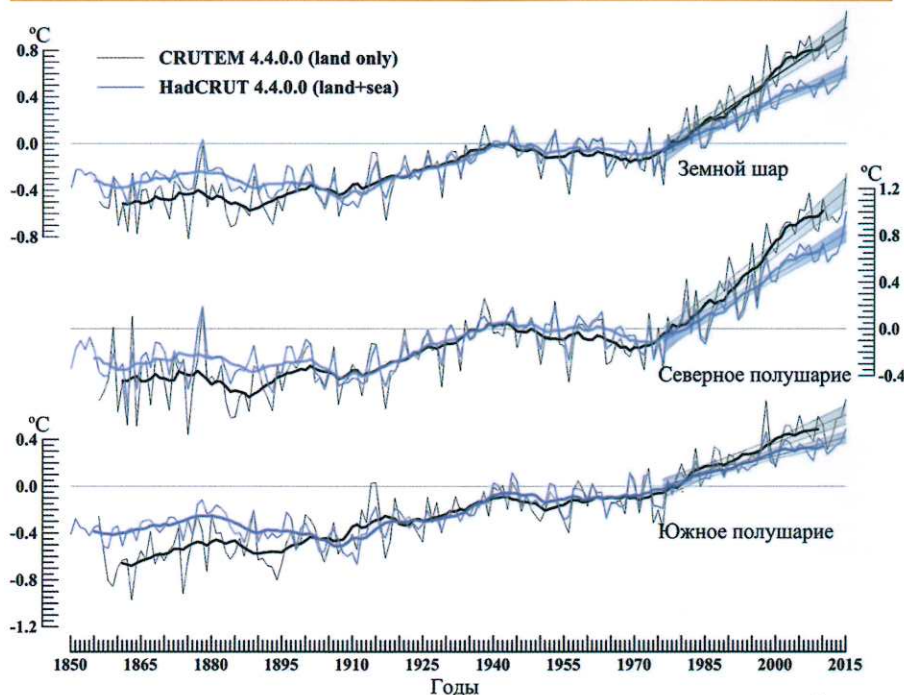
В России за последние 15-20 лет наблюдается рост числа ОГЯ примерно в два раза (рисунок 3). Заметим, что почти все явления были Росгидрометом заранее спрогнозированы, то есть дело не в неудовлетворительном прогнозе, а в объективно большем воздействии, а также в недостаточно ответственном под-

ходе к информации о надвигающемся опасном явлении. Во многих регионах наблюдается увеличение частоты и продолжительности чрезвычайно сильных дождей и снегопадов, что приводит к ущербу для объектов инфраструктуры или даже их утрате. В то же время в других регионах отмечается заметное увеличение частоты и интенсивности засух [Золина и Булыгина, 2016]. От наводнения в Краснодарском крае в 2012 году пострадали более 34 тысяч человек и погибли 172 человека. Оно было вызвано чрезвычайно сильным дождем, продолжавшимся два дня, в результате которого в разных частях пострадавшего региона выпало от 3 до 5 месячных норм осадков. Катастрофическое наводнение на реке Амур было вызвано интенсивными осадками в июне-сентябре 2013 года. В результате погибли почти 200 человек, более 860 тысяч человек пришлось переселить в новые дома. За весь период наблюдений с начала XX века это первый случай такого продолжительного периода проливных дождей в этом регионе. Анализ, проведенный с помощью моделей, показал, что повторяемость таких наводнений составляет один раз в 200-300 лет [Anisimov, 2016].

По контрасту с наводнениями в 2010 году на европейской части России и в Якутии наблюдались необычайные засухи и периоды жаркой погоды. Суммарный экономический ущерб был оценен более чем в 450 млрд руб. По данным Росгидромета, таких летних волн жары в России не было за последние 1000-5000 лет. Только в Москве по причине такой необычайно жаркой погоды было зафиксировано около 15 тысяч смертей [Второй оценочный, 2014; Anisimov, 2016].

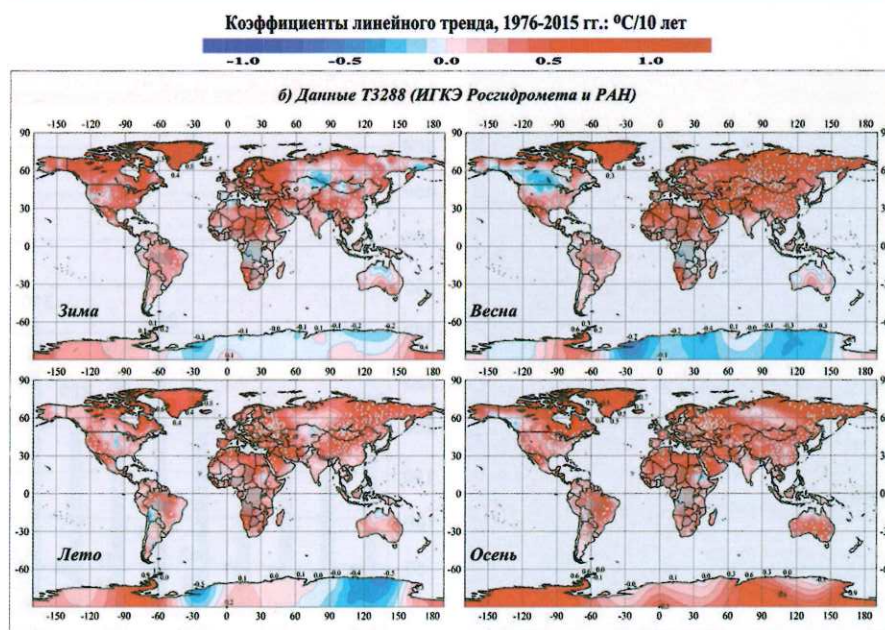
Появляется все больше свидетельств того, что продолжающиеся климатические изменения уже превысили уровень естественных колебаний, который учитывается при строительстве и использовании объектов и в норма-

Рисунок 1. Изменение среднегодовых аномалий приземной температуры, осредненных по территории земного шара, Северного и Южного полушарий, по объединенным данным над сушей и океанами (синие кривые) и по данным только над сушей (черные кривые)



Источник: данные ИГКЭ РАН и Росгидромета [Груза и др. 2016]

Рисунок 2. Среднесезонные коэффициенты линейного тренда изменения температуры за 1976-2015 гг. Белыми точками обозначены места, где были установлены температурные рекорды



Источник: Данные ИГКЭ РАН и Росгидромета [Груза и др., 2016]

АННОТАЦИЯ: В статье поднимается вопрос о способах борьбы с изменением климата в контексте климатической политики Парижского соглашения ООН.

Снижение глобальных антропогенных выбросов парниковых газов крайне необходимо, по причине того, что именно они ведут к негативным изменениям климата. Это подтверждает проведенный анализ воздействия растущих изменений климата и последующий ущерб от явлений гидрометеорологического характера. Как показывают расчеты, без существенных дополнительных мер по контролю над выбросами в ближайшие 20 лет будет практически невозможно удержать концентрацию парниковых газов в атмосфере на допустимом уровне. Поднимаются важные вопросы о роли в этих процессах как ведущих стран, так и малых, уязвимых.

Иллюстрируется, как на ход событий влияет их степень воздействия на окружающую среду и способности противостоять опасным явлениям.

Приведены заключения, связанные с наблюдаемыми изменениями климата в России.

ABSTRACT: The article raises the question of how to combat climate change in the context of the UN climate policy of The Paris Agreement. Reduction of global anthropogenic greenhouse gas emissions is essential, due to the fact that they lead to negative climate change consequences.

This is confirmed by the analysis of growing climate change impact and subsequent damage caused by hydro-meteorological character.

As it is demonstrated by calculations, that without significant additional measures to control emissions in the next 20 years, it will be almost impossible to keep the concentration of greenhouse gases in the atmosphere at an acceptable level.

Raises important questions about the role in this process of both the leading countries and small, vulnerable. Paper illustrates how the course of events influences their degree of impact on the environment and the ability to withstand natural hazards. Also presents conclusions related to the observed climate change in Russia.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

изменение климата, антропогенный фактор, оценка воздействия на окружающую среду, парниковые газы, глобальное потепление, снижение выбросов, экологические показатели

KEYWORDS: climate change, human impact, environmental impact assessment, greenhouse gas, global warming, decrease in emissions, ecological indices

ОБ АВТОРЕ:

Кокорин Алексей Олегович,

Руководитель программы «Климат и энергетика» WWF России

AUTHOR REVIEW:

Kokorin Aleksey,

Head of the WWF Russia program «Climate and Energy»

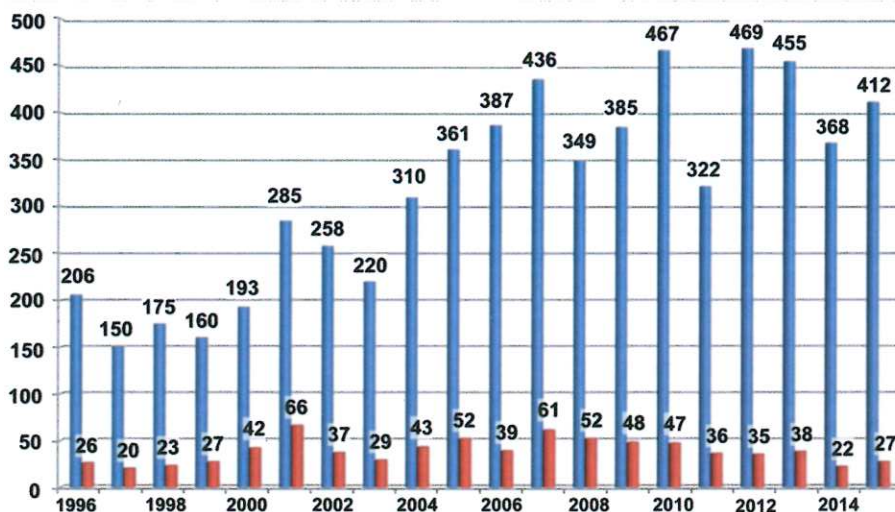
тивах, регулирующих многие виды человеческой деятельности [IPCC, 2014; Второй оценочный, 2014]. Очень показательна ситуация в зоне вечной мерзлоты, которая занимает более 60% территории России. Повышение температуры с 1970-х годов привело к снижению несущей способности вечной мерзлоты в среднем на 17%, а в отдельных местах – почти на 45%. Таяние вечной мерзлоты вызвало деформацию и нанесло ущерб многочисленным зданиям, трубопроводам, дорогам и другим объектам в северных городах. Большинство этих объектов было построено в 1960-х и 1970-х годах, и их конструкции не были рассчитаны на воздействие изменения климата. В России существует протяженная сеть

трубопроводов общей длиной около 350 тысяч километров, из которых более 71 тысячи километров проложено в зоне вечной мерзлоты. Таяние вечной мерзлоты приводит к деформации трубопроводов и наносит им ущерб, осложняет проблему поддержания их в надлежащем состоянии и повышает стоимость эксплуатации. Около 55 млрд руб. ежегодно расходуется на устранение повреждений в результате неравномерного оседания оттаивающей земли [Второй оценочный, 2014; Anisimov, 2016].

ДИНАМИКА ГЛОБАЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

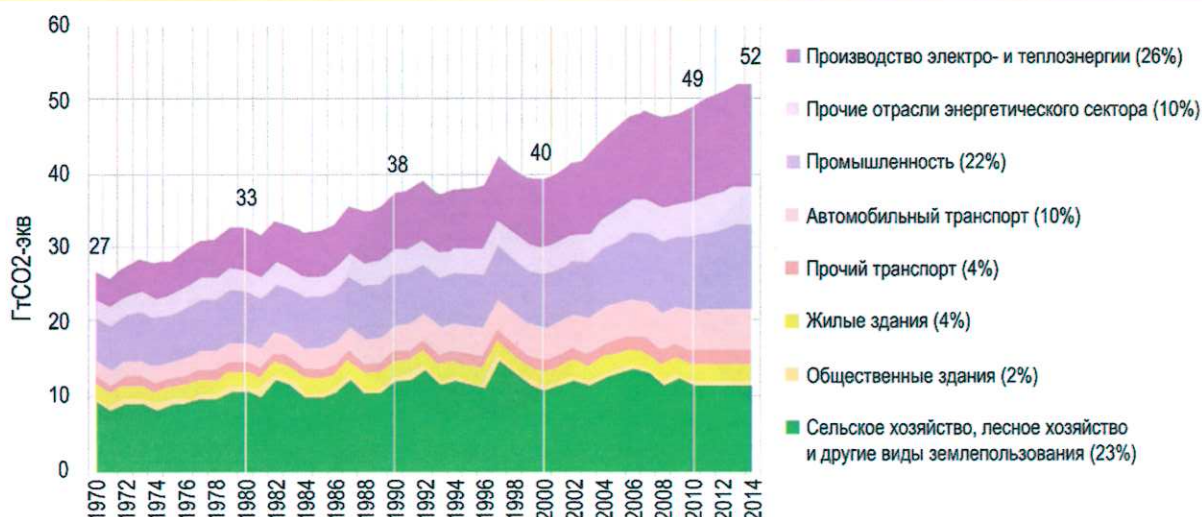
Как видно, ущерб уже значителен и возрастает, прогнозы тоже преимущественно

Рисунок 3. Распределение гидрометеорологических ОЯ по годам: общее количество (синий) и количество ОЯ, которые не были спрогнозированы (красный)



Источник: данные Росгидромета [Доклад об особенностях климата, 2016]

Рисунок 4. Рост глобальных выбросов парниковых газов



Примечание: Энергетический сектор не включает выбросы от производства электроэнергии и тепла, т.к. они отнесены к секторам конечного потребления. Доля сектора в общем объеме выбросов в 2014 г. указана в легенде. Вертикальные линии показывают общий объем выбросов.

Источник: по данным [Trends, 2016; Об экологическом развитии РФ, 2016]

негативны, но выбросы парниковых газов в мире в целом продолжают расти (рисунок 4).

Правительства ведущих стран весьма толерантно относятся к данному росту выбросов. Как будет показано ниже, в результате заключения Парижского соглашения страны, главным образом крупнейшие, приняли национальные цели на 2025-2030 гг., выводящие на путь повышения глобальной температуры (от начала XX века к концу XXI века), равного 3 °С, что не соответствует заявленной цели соглашения.

Определенный прогресс, конечно, есть. В 2010-х годах отмечается замедление роста глобальных выбросов. Роста выбросов в развитых странах практически нет, такая же ситуация и в России [Национальный доклад, 2016], есть информация о стабилизации в 2015 году глобальных выбросов CO₂ от сжигания ископаемого топлива и производства цемента [Trends, 2016]. По итогам 2015-2016 годов ряд исследователей говорит о стабилизации и даже снижении уровня выбросов в Китае, хотя это еще не имеет официального подтверждения.

Безусловно, положительным фактом является то, что нетто-выбросы (разница между выбросами и поглощением) устойчиво вышли на плато в секторе землепользования, где самой горячей проблемой все еще остается варварское сведение тропических лесов.

Отрадно, что, несмотря на рост населения планеты, снижаются выбросы от жилых и общественных зданий, их энергоэффективность (освещение, отопление, охлаждение, вентиляция и т.п.) растет

быстрее, чем увеличивается общее количество зданий.

Региональная структура выбросов меняется вместе с изменениями в мировой экономике. В 2015 г. главным источником выбросов стала Азия. Китай отодвинул США с первой позиции по объему выбросов, а Индия заняла третье место, отодвинув с него Россию. Именно страны Азии и именно в секторе производства, преобразования и транспорта энергии определили ускорение роста глобальных

Таблица 1. Среднегодовые темпы роста глобальных выбросов парниковых газов

	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2014
Всего	1,94%	1,33%	0,51%	2,19%	1,56%
Энергетический сектор	2,21%	0,78%	1,06%	2,79%	2,16%
Промышленность	2,01%	0,73%	0,55%	3,49%	3,17%
Жилые здания	2,64%	2,61%	1,09%	1,87%	-1,43%
Общественные здания	3,35%	1,51%	2,23%	2,57%	-1,23%
Транспорт	3,04%	2,27%	2,14%	1,70%	1,75%
Сельское и лесное хозяйство, другие виды землепользования	1,07%	1,19%	-1,08%	0,81%	0,00%

Источник: по данным [Trends, 2016; Об экологическом развитии РФ, 2016]

Рисунок 5. Оценка степени негативного воздействия изменений климата в 2025-2045 г. г. для различных групп стран



Источник: по данным [IMF, 2016]

выбросов. На долю Азии пришлось около 80% прироста выбросов после 1990 г. Несмотря на то что в среднем в мире и во многих его регионах удельные выбросы на душу населения снизились, в Азии они выросли и уже превысили уровень отдельных стран ЕС, например, Франции. Торможение роста глобальных выбросов парниковых газов в 2015 гг. произошло в основном за счет Китая, который начал интенсивно осуществлять переход к «зеленой» экономике [Trends, 2016].

Фактически рост выбросов определяется рядом крупнейших развивающихся стран (Индия, ЮАР, Малайзия, Иран и др.). Однако есть следующий «эшелон», преимущественно состоящий из африканских стран, выбросы которых из-за тяжелого экономического положения пока не растут, но их развитие потребует той или иной индустриализации и современной энергетики, что даже при самых современных технологиях приведет к росту выбросов.

ДВИЖЕНИЕ К ЦЕЛИ ПАРИЖСКОГО СОГЛАШЕНИЯ

Сопоставление текущей динамики выбросов и национальных целевых показателей Парижского соглашения показывает, что ограничение глобального потепления

уровнем 2 °C требует кардинальных технологических и институциональных преобразований. Расчеты показывают, что без существенных дополнительных мер по контролю над выбросами в ближайшие 20 лет будет практически невозможно удержать концентрацию парниковых газов в атмосфере на уровне около 500 ppm. Сейчас концентрация CO₂ составляет 400 ppm, а концентрация метана в CO₂-эквиваленте равна примерно 100 ppm, но при сложении CO₂ с метаном есть нюансы, связанные с небольшим временем нахождения метана в атмосфере – 10-15 лет. Поэтому в разных расчетах, когда говорится об удержании глобального потепления в пределах 2 °C к 2100 году, метан исключают. Имеется в виду, что нынешние выбросы метана в 2100м году уже не будут оказывать влияния, а антропогенные выбросы метана во второй половине XXI века можно будет свести к нулю. Есть надежда, что прочие эмиссии будут постоянны, не будут приводить к росту концентрации метана в атмосфере, но это спорное утверждение, так как оно означает, что эмиссия метана в тающей вечной мерзлоте и в тундре, а также разложение метангидратов на шельфе арктических морей будут небольшими.

Чтобы удержать уровень потепления в пределах 2 °C, необходимо снизить глобальные выбросы парниковых газов к 2050 г. на 40-70%, а к 2100 г. – практически до нуля [IPCC, 2013]. Это означает, что потребуются беспрецедентные усилия по снижению выбросов в 2030-2050 гг. или широкомасштабное применение технологий улавливания и хранения CO₂ (CCS).

Спрашивается: почему в такой ситуации ведущие страны не предпринимают срочных и радикальных усилий по снижению выбросов, как их к этому призывают экологические организации и наиболее уязвимые страны? Почему страны лишь разрабатывают подходы к стратегическому планированию будущей деятельности, а не вводят «драконовские» налоги на выбросы? Почему идея глобальных платежей за выбросы (квот и международных налогов в любой форме) в Париже была категорически отвергнута? Китай, Индия и большое число других развивающихся стран в ультимативной форме отказались даже обсуждать данный вопрос. Они твердо стоят на позиции, что выбросы парниковых газов должны регулироваться исключительно на национальном уровне, как сугубо внутренние налоги или платежи. Использование собранных средств тоже ис-

ключительно прерогатива самой страны (более детально, см. [IMF, 2016], в данном контексте очень странно выглядят заявления в СМИ против международных платежей или налогов, их появление нереально, в всяком случае до 2030 г.).

Все страны ООН едины во мнении, что необходимо сильное снижение глобальных антропогенных выбросов парниковых газов, так как именно они ведут к негативным изменениям климата [IPCC, 2013; Второй оценочный, 2014]. Это находит отражение в преамбулах документов РКИК, но не в их постановляющих частях¹. Однако крупнейшие страны, как развитые, так и развивающиеся, не планируют в 2020-2030 годах максимально быстро снижать выбросы, используя для этого все доступные финансовые и технологические ресурсы, чему есть две главные причины.

Во-первых, большой временной лаг, вызванный инерцией океана. Собственно глобальное потепление – это потепление океана [IPCC, 2013; Кокорин, 2014; Второй оценочный, 2014]. Снижая выбросы в 2010-2030-е годы, мы делаем это для наших потомков: от величины снижения прямо зависит степень изменения климата – число опасных явлений, подъем уровня океана, таяние арктических льдов и многолетнемерзлых пород и др., но только во второй половине XXI века и далее. Временной лаг намного больше периода расчета экономической рентабельности, что приводит бизнес и политиков к выводу о ненужности специальных затрат «ради климата» [Kokorin et.al., 2013; Kokorin, Korppoo, 2014].

Во-вторых, отсутствие достаточно точных расчетов величины потерь для экономик ведущих стран от недостаточно быстрых действий. Па-

радокс в том, что для малых, слабых и наиболее уязвимых стран такие оценки есть [IPCC, 2014; Кокорин, 2014; UNEP, 2014]. Более того, для некоторых островных государств уже практически неизбежна полная потеря их территории из-за подъема уровня океана.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СТРАН И ПАРИЖСКОЕ СОГЛАШЕНИЕ

По подсчетам ЮНЕП, в 2012-2013 годах на адаптацию к негативным последствиям изменений климата из государственных источников в мире в целом было выделено 23-26 млрд долларов. На будущее прогнозируется рост расходов как минимум до 70 млрд в год. Если выбросы парниковых газов не будут радикально снижаться, то через несколько десятилетий на адаптацию потребуется примерно в 3 раза больше средств. Однако главная часть ущерба или затрат придется на развивающиеся страны Африки, Азии и Америки [UNEP, 2014]. Оценки для Европы гораздо скромнее. Нидерландам для защиты побережья и адаптации к наводнениям в 2050-2100 годах нужно 0,9-1,5 млрд евро в год. В целом Европе для защиты от наводнений на реках к 2050-м годам потребуется 3,4, а к 2080-м – 7,9 млрд евро в год.

Защита морского побережья континента к 2080-м годам обойдется в 2,5-4 млрд евро ежегодно [IPCC, 2014]. Суммы большие, но не столь критичные для ЕС, как аналогичные или более крупные суммы для развивающихся стран.

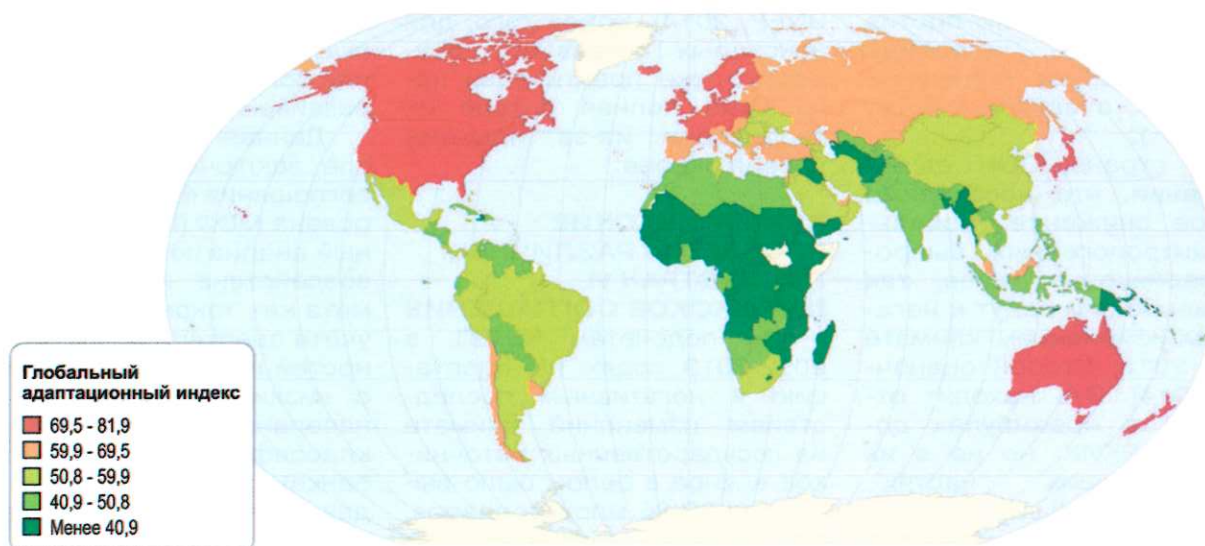
Данная проблема уже после заключения Парижского соглашения была проанализирована МВФ [IMF, 2016]. Сводный анализ показал, что даже воздействие изменений климата как таковых (то есть без учета адаптационных возможностей и ресурсов) для стран с низким доходом на душу населения (группа стран по классификации Всемирного банка) гораздо сильнее, чем для прочих стран. Это связано с их географическим расположением в «зонах риска» (тропические циклоны, низколежащие прибрежные земли, удаленные горные территории и т.п.) (рисунок 5). Более чем для половины этих стран для 2025-2045 годов воздействие оценивается как экстремально негативное, в то время как прочие страны (кроме малых государств) только на 15% попадают в такую категорию. На 2/3 развитые и крупные страны в ближайшие 30 лет будут подвержены лишь низкому или умеренному воздействию.

Заметим, что воздействие на малые страны в целом (МВФ относит к ним государства с населением не более 1,5 миллиона человек) тоже существенно



¹ Документы РКИК ООН см. на официальном сайте www.unfccc.int, решения конференции ООН в Париже см.: http://unfccc.int/meetings/paris_nov_2015/session/9057.php.

Рисунок 6. Оценка возможностей адаптации для различных стран (более высокий индекс означает лучшие возможности)



Источник: [Global Adaptation, 2016]

сильнее, чем на прочие страны (не малые и не с низким доходом на душу населения). Для крупных государств воздействие неравномерно по территории и в среднем может быть относительно не велико, хотя и там могут быть регионы с сильным воздействием, например, Российская Арктика и Россия в целом.

Результирующее действие негативных изменений климата на экономику, население и

природу любой страны зависит как от отмеченной выше степени воздействия, так и от способности противостоять опасным явлениям. Сопротивляемость, в свою очередь, зависит как от объективных возможностей найти выход из положения (например, наличия земельных ресурсов для переселения людей из зон затопления), так и от финансовых возможностей государства, бизнеса и насе-

ления (например, средств на возведение домов для переселенцев). Существующее и прогнозируемое на ближайшие десятилетия результирующее действие в настоящее время выражается в виде тех или иных адаптационных индексов полуколичественного характера. Часто используется ND-GAIN (Global Adaptation Index, рассчитываемый Университетом Нотр-Дам в штате Индиана, США), на базе широкого спектра климатических, финансовых, экологических и социальных факторов [Global Adaptation, 2016]. Подобное ранжирование имеет немало недостатков, но в целом отражает глобальную картину и объясняет «пассивность» ведущих стран, как развитых, так и развивающихся в деле быстрого снижения выбросов парниковых газов (рисунок 6).

Уязвимые развивающиеся страны, которых более ста, в последние годы ведут себя иначе, чем ранее. Они осознали прямую угрозу изменений климата как таковых и срочную необходимость адаптации. Возникло противостояние этих стран и крупнейших стран мира (рисунок 7). Ино-



гда его трактуют как противостояние стран, требующих финансовых средств, и стран, не спешащих их дать. Однако это не полное объяснение. Объективно одни страны уже видят огромные масштабы ущерба для себя во второй половине XXI века, а другие, крупнейшие страны, столь большого ущерба пока не видят. Для них действительно гораздо сложнее оценить ущерб, особенно когда главным моментом воздействия является сложно просчитываемый рост ОГЯ [Оценка.., 2011; Второй оценочный, 2014; Национальный доклад, 2016].

В сложившейся ситуации ведущие страны настояли на построении нового соглашения по схеме «снизу-вверх», когда каждая страна подает в ООН свои национально определяемые цели как вклады² в глобальные действия, что сводит к минимуму необходимость делать что-то, выходящее за пределы их сегодняшних экономических задач.

До конференции в Париже крупнейшим странам нужно было выяснить, какой на практике может быть траектория глобальных выбросов до 2030 г., и убедиться, что такая динамика ведет к относительно небольшим для них рискам и потерям. Нужно было посчитать, что произойдет, если все страны мира при решении уже стоящих перед ними задач будут всегда делать выбор в пользу более высокотехнологичных решений. Под задачами здесь понимаются экономическое развитие, геополитические устремления (например, к независимости от импортируемых энергосистем), чистота воздуха (там, где его загрязнение достигло неприемлемых уровней, например, в Пекине), ликвидация бедности и т.п. Задачи снижения выбросов как первичного драйвера своих внутренних планов

² В ООН для обязательств стран введен термин «вклады», которые включают, прежде всего, национальные цели по снижению или ограничению выбросов парниковых газов, но также могут включать действия по адаптации и финансам (см.: Решение РКИК 1/CP.21, www.unfccc.int).

страны практически не ставят. Это возможно только после признания необходимости снижения выбросов как самоцели [Кокорин, 2016; Kokorin et al., 2013]. Фактически речь идет о том, что власти побуждают бизнес к ускоренному освоению новых технологий, которое чисто коммерчески, вероятно, и так было бы выгодно, но несколько позже.

С «геополитического» уровня экономического рассмотрения картину можно обрисовать таким образом. Во-первых, Парижское соглашение выгодно, например, 1 млн компаний и организаций по всему миру (цифра условная), которые связывают свой бизнес с ускоренным обновлением технологий, но не выгодно 0,5 млн компаний, которым было бы выгодно «заморозить» ситуацию. Конференция показала, что первые выигрывают, но вторые оказывают немалое сопротивление, обвиняя «Париж» в заговоре, нацеленном на то, чтобы люди «выбросили старое, чтобы купить новое и

дать заработать его производителям». Здесь уместно повторить слова одного из руководителей делегации Франции на конференции в Париже: «Изменение климата – это про ЭКОсистемы, переговоры по проблеме изменения климата – это про ЭГОсистемы».

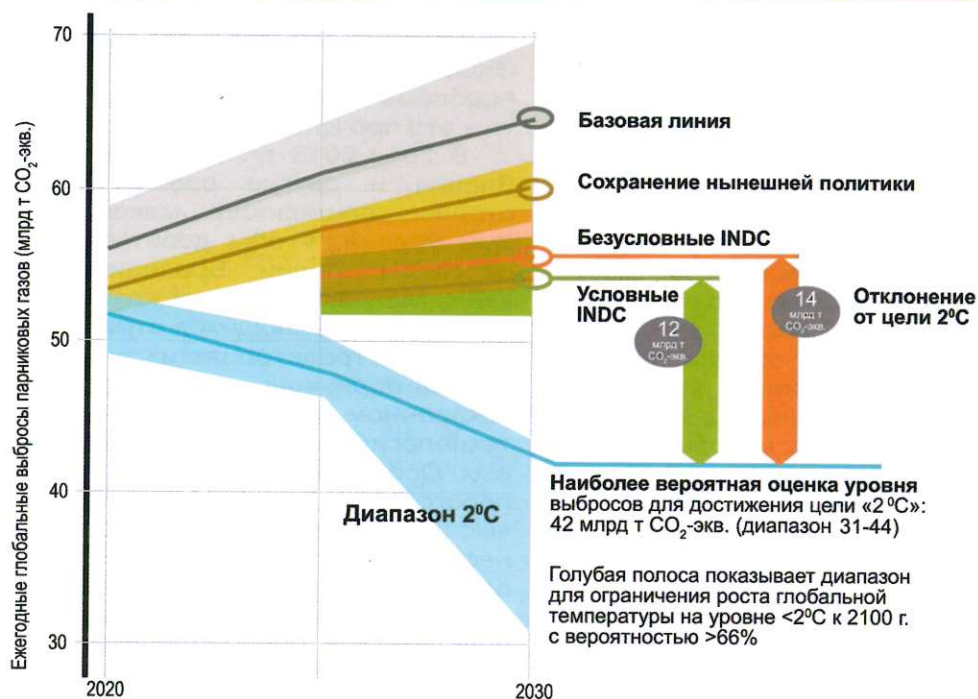
В 2014-2015 гг. ЕС, США, Япония и другие развитые страны приложили максимум усилий, чтобы добиться от Китая, Индии, Бразилии, ЮАР, Мексики и других крупнейших развивающихся стран данных о траекториях их выбросов парниковых газов при ускоренном уходе от старых технологий и внедрении новых. Особенно важными были переговоры США и Китая на высшем уровне. Состоялось несколько их раундов, после чего на основании более высокотехнологичных и инновационных сценариев взаимовыгодного и весьма скорординированного развития эти страны определили параметры по парниковым газам.

В Парижском соглашении

Рисунок 7. Противоречие между ущербом и возможностями различных стран и его выражение в Парижском климатическом соглашении ООН

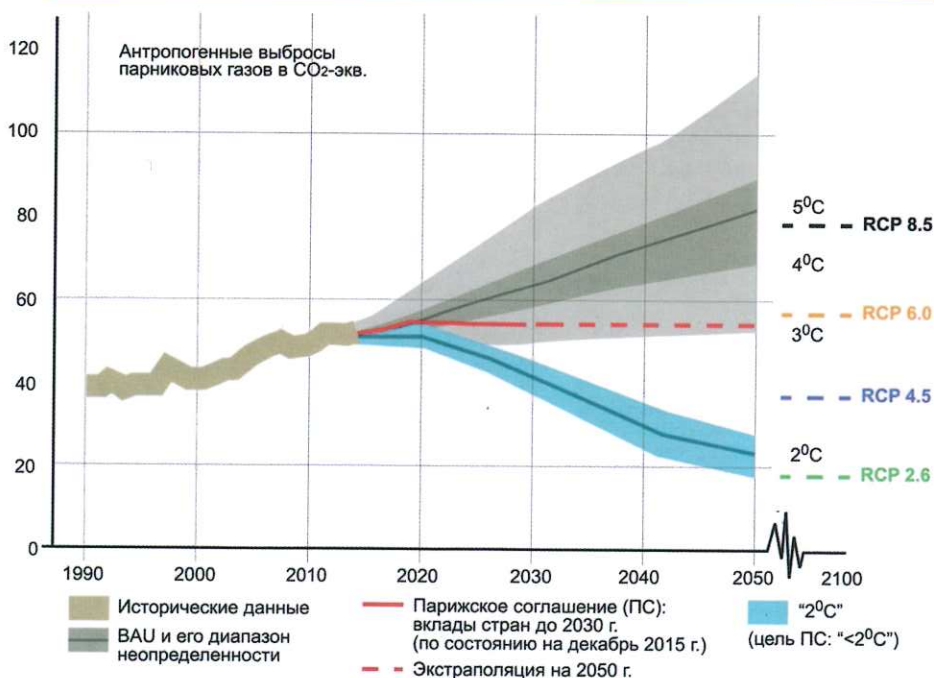


Рисунок 8. Суммарная оценка вкладов стран в глобальные усилия в период до 2030 года, поданные ими до конференции ООН в Париже



Источник: [UNEP, Emission Gap Report, 2015]

Рисунок 9. Оценка динамики выбросов парниковых газов и глобального повышения приповерхностной температуры воздуха к концу XXI в. от доиндустриального уровня, RCP – прогностические сценарии, используемые Россией и мировым сообществом



Источник: по данным [UNEP, 2015; IPCC, 2014]

эти параметры получили название «вкладов». Для многих стран было рассчитано несколько вариантов «вкладов» – в зависимости от того, будут ли привлечены внешние инвестиции и международные грантовые средства. Крупнейшие государства на двусторонней основе детально прорабатывали вопросы экономического сотрудничества и торговли, что внушает доверие к полученным цифрам. Гораздо менее глубокими были расчеты многих малых развивающихся стран, но их вклад в глобальные выбросы незначителен. Россия в своем «вкладе» планирует развиваться без роста выбросов.

До конференции в Париже все страны подали свои национальные цели по снижению или ограничению выбросов парниковых газов³. Национальные цели по выбросам развитые страны дали в абсолютных значениях, но в процентах от уровней за разные годы. Большинство развивающихся стран дали в процентах изменения удельных показателей (выбросы на единицу ВВП и т.п.) или же как отклонения от сценария «бизнес как обычно» (BAU). Поэтому снижение удельных показателей Китая на 60% на деле – рост и выход на плато по абсолютным значениям, а снижение удельных показателей Индии – рост выбросов, но замедленный.

ПРОТИВОРЕЧИЕ МЕЖДУ ЦЕЛЬЮ СОГЛАШЕНИЯ И ЕГО РЕАЛИЗАЦИЕЙ ДО 2030 г.

К конференции в Париже Лондонская школа экономики (LSE), UNEP и ряд других организаций сделали расчеты глобального итога всех «вкладов» [UNEP, 2015]. Получилось, что эти планы на период до 2030 г. – INDC – «ведут» глобальное потепление по пути «3 °C» (к 2100

³ Вся информация имеется на сайте РКИК ООН (специальный портал по вкладам стран в глобальные усилия, в частности, по снижению выбросов парниковых газов) http://unfccc.int/focus/indc_portal/items/8766.php.

году на уровне около 3. °С от доиндустриального уровня) с диапазоном неопределенности от «2,7» до «3,3 °С». Этот диапазон зависит как от неопределенностей самих расчетов климатических параметров (они показаны в виде более светлых полос, обрамляющих сплошные линии на рисунке 8), так и от наличия или отсутствия у ряда развивающихся стран финансовой поддержки. Траектория без поддержки названа «безусловной», а траектория с поддержкой – «условной».

Конечно, температура приповерхностного слоя воздуха – лишь некий индикатор. За его значением кроются серьезные последствия – число и сила опасных метеорологических явлений, засух, наводнений, штормов, подъем уровня моря и затопление низменных территорий и т.п.

В сумме поданные цели развеяли имевшиеся опасения самого худшего развития событий. Согласно целям стран, траектория глобальных выбросов к 2030 году выходит на плато примерно в 60 млрд т CO₂-эквивалента (сейчас выбросы равны 50 млрд т CO₂-эквивалента). Серьезные опасения о пути «4. °С» не оправдались [Turn Down the Heat, 2012]. Для этого пути доклады МГЭИК и Росгидромета дают очень негативные прогнозы на конец века, в частности, по опасности пожаров в лесной зоне и засухам в южных районах России [IPCC, 2014; Второй оценочный, 2014]. Страны сумели существенно отклониться от сценария «бизнес как обычно» (BAU), оценки говорят об отклонении в 10-15%, или на 5-10 млрд т CO₂-эквивалента.

С другой стороны, эта траектория не соответствует пути «менее 2. °С», заявленной как цель соглашения. Для «2. °С» на 2030 год выбросы должны быть не 60, а 40 млрд т CO₂-эквивалента. Получается явное противоречие. Объяснить его можно «бюрократически», указав, что примерно противоречия нет. Ничто не мешает странам пересматривать свои цели каждые 5 лет (такой про-

цесс предусмотрен в Парижском соглашении) и постепенно приближать цели к пути «2. °С» как до 2030 года, так и после.

Условные «3. °С» – много или мало? Международные и российские оценки негативных эффектов и потерь выражены не в градусах Цельсия, а в виде четырех «стандартных» сценариев, так называемых репрезентативных путей изменения концентрации пар-

никовых газов в атмосфере (Representative Concentration Path, RCP). Такой подход позволяет существенно снизить неопределенности расчетов [IPCC, 2013; Кокорин, 2014]. Принят сценарий RCP 2.6 (цифра отражает состояние баланса потоков энергии на верхней границе тропосферы на конец XXI века), соответствующий немедленному радикальному снижению выбросов. Другой сценарий – RCP 8.5 – факти-



чески отсутствие низкоуглеродных мер и экстенсивное развитие мировой энергетики и экономики в целом (именно для него даются очень негативные прогнозы пожаров и засух [IPCC, 2014; Второй оценочный, 2014]. Между ними лежат сценарии RCP 4.5 и RCP 6.0. Их примерное соответствие глобальному прогреву в градусах Цельсия дано на рисунке 9.

Путь «3. °С», а не «4. °С» означает, что крупнейшие страны будут подвержены не столь сильным климатическим рискам и понесут гораздо меньшие расходы на адаптацию. С другой стороны, при следовании путем «3. °С» и после 2030 года климатическая уязвимость и потери небольших стран остаются очень се-

рьезными. Для них важно выйти на траекторию «2. °С».

Для более уязвимых развивающихся стран путь «3 °С» чреват очень большими потерями. В самом широком смысле проблемы связаны с водой. На обширных территориях, где и сейчас отмечается дефицит воды, ситуация сильно ухудшится. С другой стороны, низменные территории, малые островные государства сильно пострадают от наводнений, нагонных явлений, подъема уровня Мирового океана, который именно в тропической зоне будет гораздо больше, чем, например, в Арктике или в Финском заливе [IPCC, 2014]. Ориентировочно можно сказать, что в случае движения по пути «3 °С» от проблем воды в середине века в мире будет

страдать около 3 млрд человек, а при более благоприятном выполнении цели Парижского соглашения («2 °С») только – 300-500 млн человек. Там требуются радикальные меры адаптации. Особенно в тяжелом положении оказались малые островные государства. Чтобы спасти их от затопления, нужен путь «1,5 °С» [IMF, 2016].

ЗАДАЧА АДАПТАЦИИ К ИЗМЕНЕНИЯМ КЛИМАТА

При значительной неопределенности будущих изменений климата адаптация является процессом, а не разовым набором мероприятий [Липка, Кокорин, 2016]. Через несколько десятилетий вызовы и возможности для адаптации будут иными. То, что мы делаем сейчас, находится в пределах двух-трех десятилетий, т.е. совпадает с периодом стратегического планирования стран и регионов. Если говорить о масштабах планеты и о возможностях саморегуляции глобальной климатической системы, то адаптация

во всех сферах деятельности должна позволить «выиграть время», пока мировая экономика перейдет к кардинальному снижению выбросов парниковых газов.

Важную роль в снижении глобальных выбросов играют леса. В масштабе столетий они не могут внести большой вклад в компенсацию антропогенных выбросов CO₂ (баланс сформировавшихся устойчивых лесных экосистем близок к нулю), но в масштабе нескольких десятилетий посадки, грамотные рубки и противопожарные меры имеют большое значение, особенно в России, т.к. позволят увеличить поглощение CO₂ из атмосферы и предотвратить выбросы в результате лесных пожаров и экологически неграмотных рубок [Замолодчиков, Грабовский, 2014; Романовская, Федеричи, 2015].

Во многих случаях адаптационные возможности видов и экосистем велики и в принципе покрывают ожидаемый диапазон изменений. Однако изменения происходят слишком быстро для полноценной естественной адаптации, следовательно, требуется помощь человека, чтобы «выиграть время» и приспособиться к новым условиям или мигрировать. Очень наглядным представляется сопоставление максимальной скорости, с которой виды могут изменить местообитания, с прогнозом сдвига изотерм по различным сценариям RCP. Путь RCP 6.0 или «30 °С» вполне приемлем для крупных млекопитающих, растительных насекомых и даже пресноводных моллюсков, но он неприемлем для мелких животных, а особенно деревьев и растений (рисунки 10).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: АДАПТАЦИЯ И ОТЛОЖЕННЫЙ ХАРАКТЕР СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ

При наличии достаточно уверенных знаний по самой проблеме антропогенного воздействия на климатическую систему, с одной стороны, есть масса неопределенностей объективного ха-

рактера, а с другой стороны, есть кардинальное отличие в уязвимости стран к климатическим эффектам. Для большинства крупных стран требуется не менее 10-15 лет, чтобы численно и надежно оценить ущерб от недостаточно быстрого снижения выбросов, особенно когда главным моментом воздействия является не относительно хорошо предсказываемые подъем уровня моря или дефицит воды, а гораздо более неопределенный рост числа ОГЯ. Для России именно такая ситуация: главное – ОГЯ – наводнения и засухи, волны жары, шторма и т.п. [Оценка..., 2011; Второй оценочный..., 2014, Национальный доклад..., 2014].

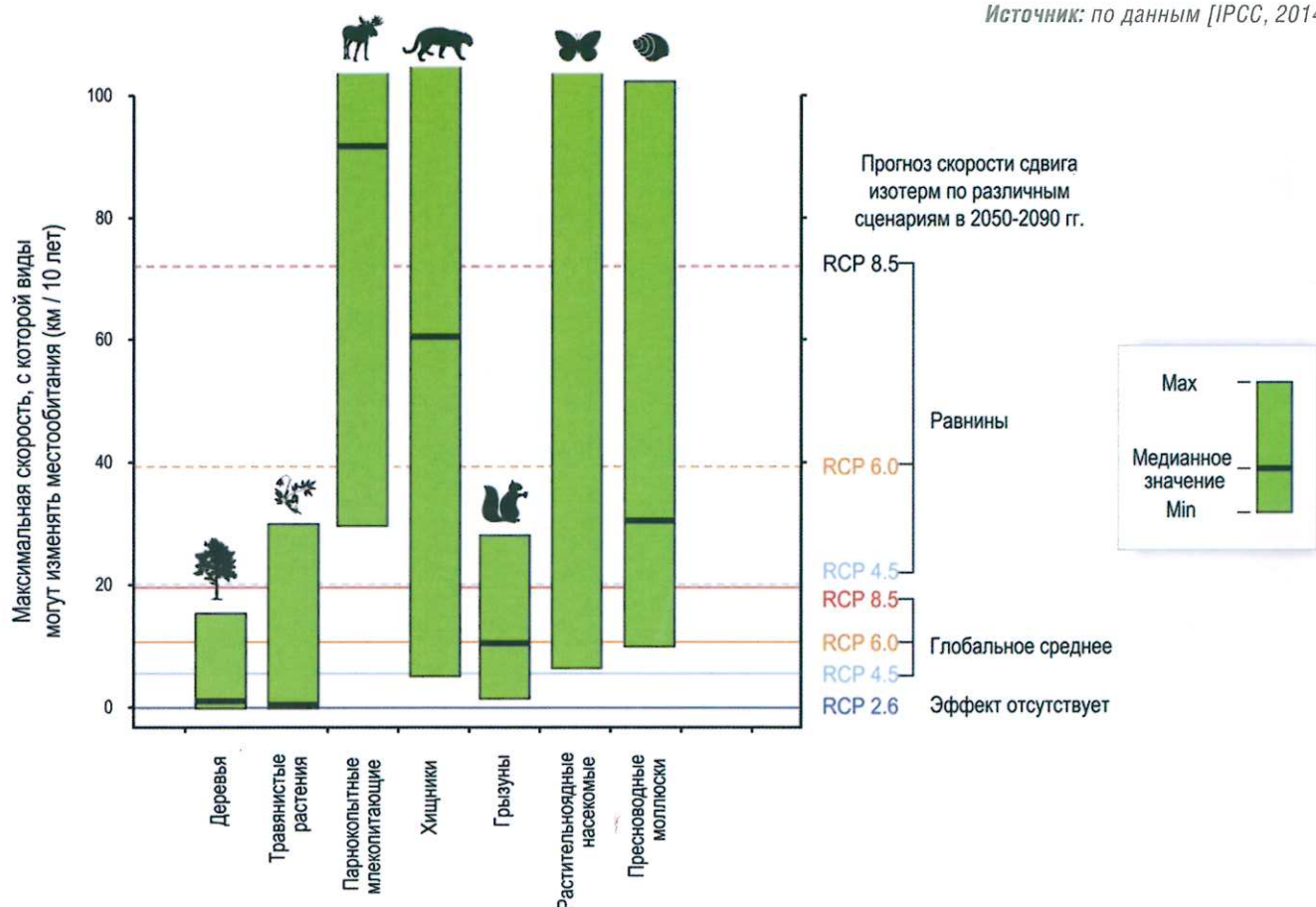
Можно заключить, что крупнейшие страны не игнорируют проблему воздействия человека на климатическую систему Земли и предпринимают действия, объективно отражающие сложившуюся ситуацию. Пока данные страны не увидят своих больших экономических потерь от недостаточно быстрого снижения выбросов, причем не только в натуральных параметрах числа ОГЯ, а просчитанных в денежном выражении, преждевременно ждать постановки в качестве приоритетной задачи снижения выбросов парниковых газов. Однако ситуация постепенно изменяется, и все страны все более четко осознают, что, вероятно, наступит момент, когда нужно будет принимать меры, направленные исключительно на сильное снижение выбросов как таковых.

Поэтому Парижское климатическое соглашение ООН содержит двоякое решение. С одной стороны, оно не требует от стран обязательств по снижению выбросов парниковых газов. Не вводится никаких глобальных платежей за выбросы, эта идея была категорически отвергнута. С другой стороны, соглашение ставит очень сильную долгосрочную цель на XXI век (действия стран до 2030 года ей не соответствуют и переносят более активное снижение вы-



Рисунок 10. Оценка скорости перемещения видов в сопоставлении с прогнозами скорости сдвига изотерм

Источник: по данным [IPCC, 2014]



бросов на будущее), а также требует от стран разработки долгосрочной стратегии низкоуглеродного развития, согласующейся с целью соглашения.

Резюмировать глобальную ситуацию можно следующим образом.

Страны вводят относительно мягкое национальное регулирование выбросов парниковых газов как стимула высокотехнологичного развития, поскольку понимают, что именно за ним успешное будущее.

Одновременно они стараются ответить на опасения, что в 2030-е годы ситуация изменится и выбросы надо будет снижать принудительно. Это воздействует на долгосрочные инвестиционные планы в целом.

Понимая, что текущее и планируемое на ближайшие десятилетия снижение выбросов недостаточно для пред-

отвращения сильных негативных эффектов изменения климата, страны реализуют меры адаптации. Одновременно оказывается помощь наиболее слабым и уязвимым государствам.

Исходя из этого, российские министерства и ведомства уже разработали рабочий план, принятый Распоряжением правительства⁴. В него, в частности, входит подготовка проекта национального плана адаптации к неблагоприятным изменениям климата (июль 2018 г.); проекта стратегии долгосрочного развития с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года (декабрь 2019 г.); проекта федерального закона о государственном регулировании выбросов парниковых газов (декабрь 2019 г.). Одновременно правительство подготовило для внесения в Госу-

⁴ Распоряжение правительства от 03 ноября 2016 г. № 2344.

дарственную Думу поправки в Федеральный закон «Об охране окружающей среды», которые определяют нормативно-правовой статус парниковых газов и отчетности по их выбросам.

В долгосрочной перспективе действия в ближайшие годы – лишь переходный этап, когда уже ясно, как и за какую стоимость можно снизить выбросы [Башмаков, 2014; IEA, 2016], но еще не понятно, зачем снижать быстрее, чем это сейчас экономически выгодно. После 2030 года ситуация может измениться, когда все страны, а не только наиболее уязвимые, осознают неизбежность значительного ущерба для себя от недостаточно быстрого снижения выбросов парниковых газов, найдут оптимум затрат на снижение выбросов и на адаптацию/покрытие рисков негативных последствий изменения климата.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Башмаков И. А. Затраты и выгоды низкоуглеродной экономики и трансформации общества в России. Перспективы до и после 2050 г. М.: ЦЭНЭФ. 2014. 178 с.
2. Будыко М. И. Влияние человека на климат. Л.: Гидрометеорологическое издательство. 1972. 46 с.
3. Второй двухгодичный доклад Российской Федерации, представленный в соответствии с Решением 1/CP.16 Конференции Сторон Рамочной Конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата. М.: Росгидромет. 2015. 31 с.
4. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М.: Росгидромет. 2014. 1008 с.
5. Груза Г. В., Ранькова Э. Я., Рочева Э. В., Самохина О. Ф. Климатические особенности температурного режима у поверхности Земли в 2015 г. // *Фундаментальная и прикладная климатология*, 2016, №1, с. 104-136
6. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2015 год. М.: Росгидромет. 2016. 110 с.
7. Замолодчиков Д. Г., Грабовский В. И. Прогнозные оценки лесных стоков на период до 2050 года и вклад лесного сектора в обязательства Российской Федерации по новому климатическому соглашению // *Использование и охрана природных ресурсов в России, Лесные ресурсы*. 2014. № 3. С. 23-34.
8. Золина О.Г., Булыгина О.Н. Современная климатическая изменчивость характеристик экстремальных осадков в России // *Фундаментальная и прикладная климатология*, 2016, № 1, с. 83-103
9. Кокорин А. О. Изменение климата: обзор пятого оценочного доклада МГЭИК. М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF). 2014. 80 с.
10. Кокорин А. О. Новые факторы и этапы глобальной и российской климатической политики // *Экономическая политика*. 2016. Т. 11. № 1. с. 157–176 DOI: 10.18288/1994-5124-2016-1-10
11. Комплексный план реализации Климатической доктрины Российской Федерации на период до 2020 г. Утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации 25 апреля 2011 г. № 730-р.
12. Липка О.Н., Кокорин А.О. Адаптация к изменениям климата для сохранения биоразнообразия // *Использование и охрана природных ресурсов в России*, 2016 №1 (145), стр. 54-60. <http://priroda.ru/lib/detail.php?ID=11379>
13. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990 – 2014 гг. Росгидромет. 2016. Таблицы общего формата отчетности (13.10.2016) базы данных РКИК ООН. http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/9492.php
14. http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/9492.php
15. Об экологическом развитии Российской Федерации в интересах будущих поколений. 2016. Башмаков И.А. (ред.). М.: ЦЭНЭФ. 246 с.
16. Оценка макроэкономических последствий изменений климата на территории Российской Федерации на период до 2030 года и дальнейшую перспективу / Под ред. В. М. Катцова и Б. Н. Порфирьева. М.: Д'АРТ, Главная геофизическая обсерватория, Росгидромет. 2011. 252 с.
17. Романовская А.А., Федеричи С. Квота на выбросы и роль лесного сектора в национальных обязательствах Российской Федерации в новом климатическом соглашении // *Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства*. 2015. №1. С 20-38. www.journal.spb-niil.ru
18. Anisimov O. Challenges of the Changing Climate: A Case Study of Russia. *Russian analytical digest*. № 185, 20 June 2016. pp. 2-5. http://www.css.ethz.ch/content/specialinterest/gess/cis/center-for-securities-studies/en/publications/rad/rad-all-issues/details.html?id=/n/o/1/8/no_185_climate_changenr_185_climate_chan
19. Global adaptation index, viewed 31st august, 2016, <http://chartsbin.com/view/39291> Notre Dame University global adaptation initiative. South Bend, Indiana, USA.
20. IEA WEO 2016: *World Energy Outlook*. Paris: OECD, International Energy Agency, 684 pp.
21. IMF 2016: Mai Farid, Michael Keen, Michael Papaioannou, Ian Parry, Catherine Pattillo, Anna Ter-Martirosyan. *After Paris: Fiscal, Macroeconomic, and Financial Implications of Climate Change*. IMF SDN/16/01, January 2016, 46 pp. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/sdn/2016/sdn1601.pdf>
22. *Investing in Resilience, ClimateWise*, Cambridge Univ., 2016, 40 pp. www.cisl.cam.ac.uk/climatewise
23. IPCC, 2013: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*/ T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, P. M. Midgley (eds.). Cambridge, United Kingdom and New York, USA: Cambridge University Press. 1535 pp.
24. IPCC, 2014: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* / V. R. Barros, C. B. Field, D. J. Dokken, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, T. E. Billir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, L. L. White (eds.). Cambridge, United Kingdom and New York, USA: Cambridge University Press. 688 pp.
25. Kokorin A. O., Gritsevich I. G., Gordeev D. S. *Greenhouse Gas Emission Scenarios for Russia and Rest of the World // Review of Business and Economic Studies (ROBES)*. 2013. vol. 1, issue 1. P. 55-66.
26. Kokorin A., Korppoo A. *Russia's greenhouse gas target 2020: Projections, trends and risks // Friedrich Ebert Foundation. Study*. Berlin: Friedrich Ebert Foundation. 2014. 18 pp.
27. Korppoo A., Kokorin A., *Russia's 2020 Greenhouse Gas Emissions Target: Emission Trends and Implementation // Climate Policy*, 2015, 20 pp. DOI: 10.1080/14693062.2015.1075373
28. *Trends in global CO₂ emissions, 2016 report*, EC Joint Research Center, PBL Netherlands. http://edgar.jrc.ec.europa.eu/news_docs/jrc-2016-trends-in-global-co2-emissions-2016-report-103425.pdf
29. *Turn Down the Heat. Why a 4°C Warmer World Must be Avoided*. 2012, Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analytics for World Bank. <http://climatechange.worldbank.org> 4°C
30. *The Pathways to Deep Decarbonization*. Paris: Sustainable Development and International Relations. 2014. 232 pp.
31. UNEP 2014. *The Adaptation Gap Report 2014*. Nairobi, Kenya: United Nations Environment Programme 88 pp.
32. UNEP 2015. *The Emissions Gap Report 2015*. Nairobi, Kenya: United Nations Environment Programme. 97 pp.