

Доклад Постоянной комиссии по экологическим правам
Совета при Президенте Российской Федерации
по развитию гражданского общества и правам человека

ЗЕЛЁНЫЙ ПОВОРОТ

Изменение климата как вызов
и уникальная возможность
для технологической трансформации России
и обеспечения соблюдения
экологических прав граждан

Д.С. Бедулина, Е.А. Близнецкая, А.Л. Гусев, А.В. Давыдова, И.И. Засурский,
Н.С. Зимов, Т.А. Ланьшина, Н.А. Лемешко, И.А. Макаров,
А.М. Писаревская, Б.А. Ревич, А.А. Романовская, Г.В. Сафонов,
О.Н. Сенова, В.В. Серветник, И.А. Серебрицкий, В.А. Сидорович,
М.А. Титов, Н.Д. Трищенко, Е.И. Усов,
С.А. Цыпленков, А.В. Чернокульский, В.А. Чупров, И.А. Шмелева,
В.М. Яблоков, А.Ю. Ярошенко, В.А. Фадеев, Р.С. Эдельгериев,
В.А. Фетисов, С.А. Караганов, Д. Силинг, С. Лагуна, М. Волков,
А. Горбунова, Н. Кропачев, Е. Вартанова, Ю.С. Кузнецова, А.Г. Лапенис

doi: 10.15518/isjaee.2020.19-24.31-157

Report of the Presidential Council
for Civil Society and Human Rights

GREEN TURN

D.S. Bedulina, E.A. Bliznetskaya, A.L. Gusev, A.V. Davydova, I.I. Zasursky, N.S. Zimov,
T.A. Lanshina, N.A. Lemeshko, I.A. Makarov, A.M. Pisarevskaya, B.A. Revich,
A.A. Romanovskaya, G.V. Safonov, O.N. Senova, V.V. Servetnik, I.A. Serebritsky,
V.A. Sidorovich, M.A. Titov, N.D. Trishchenko, E.I. Usov,
S.A. Tsyplenkov, A.V. Chernokulsky, V.A. Chuprov, I.A. Shmeleva,
V.M. Yablokov, A.Yu. Yaroshenko, V.A. Fadeev, R.S. Edelgeriev,
V.A. Fetisov, S.A. Karaganov, D. Siling, S. Laguna, M. Volkov,
A. Gorbunova, N. Kropachev, E. Vartanova, Yu.S. Kuznetsova, A.G. Lapenis

doi: 10.15518/isjaee.2020.19-24.31-157

Москва, 2020



БЛАГОДАРНОСТИ

Постоянная комиссия по экологическим правам Совета при Президенте Российской Федерации по развитию гражданского общества и правам человека выражает благодарность авторам и составителям доклада: старшему научному сотруднику НИИ биологии при ИГУ, канд. биол. наук, лауреату премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники для молодых учёных **Д. С. Бедулиной**; преподавателю кафедры международных комплексных проблем природопользования и экологии МГИМО МИД России **Е. А. Блинецкой**; генеральному директору ООО «Научно-технический центр ТАТА» и ООО «Институт водородной экономики», главному редактору журнала «Альтернативная Энергетика и Экология» **А. Л. Гусеву**; старшему преподавателю СПбГУ и Европейского университета в Санкт-Петербурге **А. В. Давыдовой**; канд. филол. наук, члену Совета при Президенте Российской Федерации по развитию гражданского общества и правам человека, Президенту Ассоциации интернет-издателей, советнику ректора СПбГУ, завкафедрой новых медиа и теории коммуникации факультета журналистики МГУ им. М. В. Ломоносова, издателю платформ Climatescience.ru, «Научный Корреспондент», «Ноосфера» и «Частный Корреспондент» **И. И. Засурскому**; научному сотруднику Тихоокеанского института географии ДВО РАН **Н. С. Зимову**; научному сотруднику географического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова, доценту факультета географии и геоинформационных технологий ВШЭ **Ю. С. Кузнецовой**; канд. экон. наук, генеральному директору ассоциации «Цель номер семь», старшему научному сотруднику РАНХиГС **Т. А. Ланьшиной**; доценту кафедры климатологии и мониторинга окружающей среды Института наук о Земле СПбГУ, канд. геогр. наук, почётному работнику Гидрометслужбы, члену Русского географического общества **Н. А. Лемешко**; доценту Департамента мировой экономики факультета мировой экономики и мировой политики Высшей школы экономики, канд. экон. наук **И. А. Макарову**; руководителю климатической платформы ClimateScience.ru **А. М. Писаревской**; д-ру мед. наук, профессору, главному научному сотруднику и зав. лабораторией Института народнохозяйственного прогнозирования РАН, лауреату Нобелевской премии мира в составе Межправительственной группы экспертов по изменению климата 2007 г. **Б. А. Ревичу**; директору Института глобального климата и экологии, д-ру биол. наук, члену-корреспонденту РАН **А. А. Романовской**; канд. экон. наук, директору Центра экономики окружающей среды и природных ресурсов НИУ «Высшая школа экономики» **Г. В. Сафонову**; сопредседателю Российского социально-экологического союза, директору АНО «Друзья Балтики» **О. Н. Сеновой**; сопредседателю Российского социально-экологического союза **В. В. Серветнику**; канд. геол.-минерал. наук, действительному члену Российского минералогического общества, действительному члену Европейской Академии естественных наук, заместителю председателя комитета по Природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Администрации Санкт-Петербурга **И. А. Серебрицкому**; канд. экон. наук, генеральному директору информационно-аналитического центра «Новая энергетика» **В. А. Сидоровичу**; директору Исследовательского центра энергетической политики Европейского университета в Санкт-Петербурге **М. А. Титову**; канд. филол. наук, сотруднику кафедры новых медиа и теории коммуникации факультета журналистики МГУ имени М. В. Ломоносова, координатору проектов Ассоциации интернет-издателей **Н. Д. Трищенко**; главному редактору информационного агентства «Лайф-Информ» **Е. И. Усову**; председателю Постоянной комиссии по экологическим правам СПЧ **С. А. Цыпленкову**; канд. физ.-мат. наук, старшему научному сотруднику Лаборатории теории климата Института физики атмосферы им. А. М. Обухова РАН, учёному секретарю Научного Совета РАН по проблемам климата Земли **А. В. Чернокульскому**; бакалавру экологии, директору проектного департамента

Гринпис **В. А. Чупрову**; канд. психол. наук, доценту, ординарному доценту Института дизайна и урбанистики, руководителю Лаборатории устойчивого развития городов Университета ИТМО, директору АНО «Институт стратегии устойчивого развития» **И. А. Шмелевой**; руководителю климатической программы Гринпис **В. М. Яблокову**; руководителю лесной программы Гринпис, канд. биол. наук **А. Ю. Ярошенко**.

Постоянная комиссия также выражает особую благодарность ответственному секретарю по подготовке доклада старшему преподавателю СПбГУ и Европейского университета в Санкт-Петербурге, директору «Бюро Экологической Информации», главному редактору журнала «Экология и право», наблюдателю на переговорах ООН в области изменения климата с 2008 года **А. В. Давыдовой**.

Постоянная комиссия выражает отдельную благодарность спикерам и участникам 69-го специального заседания Совета при Президенте Российской Федерации по развитию гражданского общества и правам человека на тему «Гражданское участие в обеспечении экологической безопасности и сохранении климата», на котором был презентован настоящий доклад, и особую благодарность Советнику Президента РФ, председателю Совета по правам человека **В. А. Фадееву**; Советнику Президента РФ, Специальному представителю Президента РФ по вопросам климата **Р. С. Эдельгериеву**; Послу доброй воли Программы ООН по окружающей среде **В. А. Фегисову**; председателю комиссии СПЧ по исторической памяти **С. А. Караганову** за помощь и поддержку в организации специального заседания.

Мы также выражаем благодарность создателям платформы Наукаоклимате.рф/ Climatescience.ru — репозитория более 77 тысяч научных статей по климату и экологии, созданного в партнёрстве с компанией Clarivate analytics (управляет Web of Science). Благодарим компанию Vernsky: директора **Дмитрия Силинга**, технического директора **Станислава Лагуна** и ведущего разработчика **Михаила Волкова**. Благодарим Ассоциацию интернет-издателей и главного редактора «Частного Корреспондента» **Ангелину Горбунову** за их вклад в создание условий для подготовки доклада и наглядной иллюстрации научного консенсуса в этой области исследований.

Благодарим ректора Санкт-Петербургского государственного университета **Николая Кропачева** и декана факультета журналистики МГУ имени М. В. Ломоносова **Елену Вартанову** за их бесценную поддержку.

Выражаем благодарность российскому отделению Гринпис за организационную помощь в подготовке доклада.

Благодарим Президента России за предложение работать вместе, за доверие и уникальную возможность представить российский национальный доклад по климату «ЗЕЛЁНЫЙ ПОВОРОТ». Изменение климата как вызов и уникальная возможность для технологической трансформации России и обеспечения соблюдения экологических прав граждан».



СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
Резюме	6
1. Изменение климата — дестабилизирующий фактор, определяющий новый ход развития цивилизации.....	15
1.1. Актуальные научные данные о причинах и последствиях происходящего изменения климата	15
1.2. Советская и российская наука об изменении климата	20
1.3. Климатические угрозы особо ценным природным и культурно-историческим объектам	23
1.4. Деградация вечной мерзлоты и связанные с этим риски.....	30
1.5. Последствия для здоровья населения	36
2. Изменение климата: экономические и политические риски	39
2.1. Тренды глобального низкоуглеродного развития и их влияние на экономику РФ	39
2.2. Угольные регионы и перспективы сокращения рынка угля	48
2.3. Изменение климата и миграционные процессы	52
3. Технологическая трансформация как одно из ключевых решений для управления экономическими и политическими рисками и успешные примеры такой трансформации.....	57
3.1. Развитие ВИЭ и повышение энергоэффективности как способы управления экономическими и политическими рисками.....	57
3.2. Адаптация к негативным последствиям ИК как фактор стабилизации в условиях новой климатической реальности.....	63
4. Новая внутренняя климатическая политика государства	67
4.1. Амбициозная климатическая политика и углеродное регулирование как стимул для технологической трансформации	67
4.2. Финансово-экономические инструменты реализации новой климатической политики	75
4.3. Новые подходы в управлении лесами.....	77
4.4. Подходы в адаптации к изменению климата.....	86
5. Общественный запрос на экологическую модернизацию как условие для технологической трансформации российской экономики	97
5.1. Общественный запрос на экологическую модернизацию	97
5.2. Условия, в которых находится экологическое гражданское общество.....	104
5.3. Роль науки и образования в формировании новой климатической политики	109
6. Международная климатическая политика: роль и возможности Российской Федерации на международной арене в связи с реализацией политики технологической трансформации.....	114
Приложение.....	122



ПРЕДИСЛОВИЕ

Тема изменения климата давно перешла из исключительно научной повестки также в политическую, экономическую и общественную, и Россия здесь не исключение. На 75-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН Президент РФ Владимир Путин указал на изменение климата как одну из ключевых проблем, стоящих перед человечеством: *«В центре совместных усилий, конечно, должны оставаться и защита окружающей среды, и проблемы изменения климата. Свою актуальность в полной мере доказали соответствующие многосторонние конвенции, договоры и протоколы в рамках ООН. Призываем все государства ответственно подходить к их соблюдению, особенно по достижению целей Парижского соглашения»*¹.

Каким образом сделать так, чтобы изменение климата стало не просто вызовом современности, но и стимулом для перехода к новой модели общественного устройства, позволяющей цивилизации продолжить существовать? **Настоящий доклад, представленный серией тематически связанных научных и экспертных статей, предлагает взглянуть на проблему климата как на уникальную возможность для технологической трансформации страны.**

У нас есть все основания для того, чтобы не относиться к климатическому кризису формально или цинично: это экзистенциальный вызов, в котором человечеству потребуется объединить усилия и инвестировать огромные ресурсы для того, чтобы обеспечить выживание современной цивилизации. Изменение климата — главный вызов безопасности страны и мира, в отличие от всей предыдущей истории человечества, когда источником угрозы служили, как правило, армии противника. Ситуация требует стремительного переосмысления и безотлагательных действий. Важно правильно рассказать о проблеме обществу, наладить контакт политиков и учёных, снизить выбросы и инвестировать в технологии мониторинга и улавливания парниковых газов.

Каждый, кто прочитает этот доклад, сможет составить впечатление о масштабах грядущих проблем. К сожалению, мы не готовы к их решению сегодня: чтобы справиться с климатическим кризисом, нам необходимо тщательно исследовать все возможные способы снижения выбросов и сбора парниковых газов, исследовать эффекты положительной обратной связи и найти слабые звенья в них, чтобы их остановить. Наконец, необходимо восстановить международное сотрудничество, в том числе двусторонние отношения с США в сфере изучения и исследования климата. Даже в советское время существовала межправительственная комиссия, в составе которой была знаменитая восьмая рабочая группа, где работали академики Будыко и Израэль, а её секретарём был Андрей Лапенис, чья статья о точности (уже на протяжении 50 лет!) прогноза глобального потепления Михаила Будыко украшает доклад в качестве приложения.

Это не просто вызов, требующий alertности и мобилизации; предотвращение самых суровых последствий климатического кризиса и адаптация к неизбежным изменениям — это также игра на время. Можно сколько угодно заниматься урбанистикой, но без учёта проблемы климата эффект будет слишком недолговечным, а ресурсы будут безвозвратно потрачены на то, без чего можно было обойтись — в ущерб тому, что могло бы нам помочь. Планы развития инноваций и приоритетных технологий кажутся хрупкими умозрительными построениями, если они игнорируют проблемы выживания человечества как вида на планете Земля. Самое губительное, что может быть, — это игнорировать настоящий вызов,

¹ Владимир Путин выступил с видеобращением на пленарном заседании юбилейной, 75-й сессии Генеральной Ассамблеи Организации Объединённых Наций. — 22 сентября 2020 г. <http://www.kremlin.ru/events/president/news/64074>



пытаться сохранить статус-кво. Даже компромиссы, которые сегодня могут показаться спасительными, ретроспективно могут выглядеть как предательство. Наше поведение в этой ситуации не соответствует не только масштабу проблем, но и наших возможностей. Только через осознание и исследование всех нюансов ситуации, подготовку компетентных специалистов мы можем прийти к пониманию того, что и как нам надлежит делать. Чтобы не начинать с чистого листа, мы собрали на ClimateScience более 77 тысяч научных статей по климату, проиндексированных в Web of Science. К сожалению, помимо доступа к научной информации, есть ещё и проблема организации коммуникации на тему климата и экологии, для которой нам крайне необходимо подготовить специалистов.

Как показывает опыт пандемии, без правильно и качественно организованной коммуникации, без открытой науки и доступа к проверенной информации, без осознанности со стороны общества в целом невозможно ни выработать правильные ответы на вызовы, ни реализовать их должным образом, потому что люди будут сопротивляться тому, чего они не понимают. Поэтому основная задача доклада и связанных с ним проектов — создать платформу для подобной открытой коммуникации. Существует научный консенсус, который нельзя игнорировать, равно как существуют научные дискуссии, которые должны вестись корректно, на основе подтверждённых данных. Кому-то может казаться, что проблемы климата не являются существенными и являются результатом заговора врагов, однако думать так означает обманывать себя, а игнорирование реальности редко приводит к хорошим результатам. И наоборот, преодолев невежество, страх и отчаяние можно найти надежду и ресурсы для изменения ситуации. Время сомнений прошло, наступает момент истины — время, когда нашей стране надлежит сделать «зелёный поворот». Если кому-то он кажется слишком резким, уместно вспомнить, что правильный прогноз был у нас ещё 50 лет назад, а сегодня мы оказались там, где мы есть. Страшно подумать, что будет, если мы не сможем переломить ход событий. Однако многое уже предотвратить нельзя, необходимо готовиться к последствиям, адаптироваться к неизбежным изменениям. Для этого необходимо учесть международный опыт и сфокусироваться на этой задаче, освободив ресурсы из тех сфер, где их можно сократить, создав повод для диалога – например, остановив разработку, производство и развёртывание ядерных арсеналов, новых видов оружия массового поражения, направив ресурсы армии на решение задач по настоящим угрозам безопасности вместо фиктивных.

Мы надеемся, что настоящий доклад поможет нам собраться и сделать усилие, изменить приоритеты и увидеть по-новому будущее нашей страны.

РЕЗЮМЕ

Прогнозы новой климатической реальности были сделаны советской научной школой ещё во второй половине XX века: расчёты великого советского учёного М. И. Будыко, сделанные в 1970-х годах, находят подтверждение спустя 50 лет (разд. 1.1, 1.2). По данным мониторинга, концентрация углекислого газа в атмосфере Земли неуклонно растёт. В 2019 году она достигла очередного максимума, который в 2020 году наверняка будет превышен (разд. 1.1). При этом деградация вечной мерзлоты может привести к выбросам дополнительных объёмов метана — второго по важности парникового газа, — что ускорит процессы изменения климата, к которым наша цивилизация во многом не готова (разд. 1.4).

В России скорость климатических изменений выше, чем в среднем по миру: рост среднегодовой температуры воздуха на территории России в 1976–2019 гг. составил 0.47 °C / 10 лет, что в два с половиной раза выше скорости роста глобальной температуры (разд. 1.1). При-

мерами объектов природного и культурного наследия нашей страны, которые находятся в опасности, могут служить экосистема озера Байкал и Санкт-Петербург (разд. 1.3).

Для Санкт-Петербурга в зоне риска оказываются объекты гидросети и процессы карстообразования, из-за их особенной чувствительности к прогнозируемому росту уровня моря, возрастанию количества и интенсивности осадков, увеличению доли жидких осадков. Острой является проблема наводнений и разрушений берегов для прибрежных территорий Курортного района Санкт-Петербурга. Согласно модельным оценкам, при закрытых створах защитной дамбы максимальные уровни воды при наводнениях в Курортном районе увеличиваются примерно на 5–10 %².

Недавние исследования показали, что доминантные в бентосных сообществах Байкала виды амфипод подвержены негативному влиянию климатических изменений, так как температуры в зоне их обитания уже превышают критические физиологические пороги. В дальнейшем это может привести к миграциям или даже исчезновению отдельных видов, от которых зависит функционирование бентосных экосистем и экосистемы уникального озера в целом.

На территории распространения вечной мерзлоты (примерно 65 % территории Российской Федерации) инфраструктура находится под угрозой (разд. 1.4). Несколько anomalно тёплых и снежных зимних сезонов могут спровоцировать активное таяние мерзлоты. Даже консервативные климатические модели показывают, что как минимум 25 % инфраструктуры северных городов России может быть разрушено к 2050 году. Прямой ежегодный ущерб России от таяния вечной мерзлоты уже достигает 150 млрд рублей в год³.

Мерзлота является крупнейшим резервуаром органики: в ней законсервировано 1400–1800 млрд т углерода. При таянии мерзлоты микробы перерабатывают эту органику в углекислый газ и метан. Согласно оценкам, если глобальные выбросы парниковых газов к концу века продолжат расти и достигнут 100 млрд т CO₂-эквивалента в год, то одновременно с этим из мерзлоты в атмосферу за следующие 80 лет может поступить 800 млрд т CO₂-эквивалента. При этом поток парниковых газов может превысить антропогенные выбросы.

По расчётам норвежских учёных, если антропогенные выбросы парниковых газов сократить до нуля прямо сейчас, глобальные температуры будут продолжать расти ещё примерно в течение ста лет из-за инерционности глобальной климатической системы и самоподдерживающегося таяния арктических льдов и вечной мерзлоты⁴. По мнению учёных, существует ряд важных природных причин, которые не позволят быстро переломить тенденцию глобального потепления, в том числе рост содержания парниковых газов в атмосфере при деградации вечной мерзлоты.

Среди важных последствий изменения климата, которые несут прямые экономические потери для экономики России, — рост количества метеорологических опасных явлений. Ущерб от опасных климатических явлений, среднее значение которых за период 2014–2018 гг. превысило аналогичное значение за 1998–2002 гг. почти в 3 раза, составляет 30–60 млрд рублей.

² Серебрицкий И. А. Опыт Санкт-Петербурга в вопросах управления адаптацией к изменениям климата и смягчения антропогенного воздействия на климатическую систему. <https://climatescience.ru/articles/5ec4ff5f8f3e1f001a9cee1a>

³ Ежегодные потери России в связи с таянием вечной мерзлоты составляют от 50 млрд до 150 млрд руб., а в дальнейшем сумма ущерба будет только расти. Об этом заявил заместитель министра по развитию Дальнего Востока и Арктики (Минвостокразвития) Александр Крутиков. Источник: <https://www.rbc.ru/economics/18/10/2019/5da9b5c79a7947a24d16714d>.

⁴ Jorgen Randers, Ulrich Goluke. An earth system model shows self-sustained melting of permafrost even if all man-made GHG emissions stop in 2020. <https://www.nature.com/articles/s41598-020-75481-z>





Необходимо отметить, что изменение климата несёт и экономические выгоды. Но эти выгоды необходимо рассматривать в комплексе с другими факторами. Например, несмотря на повышение вегетативного периода в сельском хозяйстве и, как следствие, рост биоклиматического потенциала в определённых периодах, при наихудшем сценарии в целом по России «продуктивность зерновых культур снизится на 17.6 % к концу столетия по сравнению с базовым периодом 1981–2000 гг.»⁵. Сокращение отопительного сезона и, как результат, сокращение потребления ископаемого топлива компенсируется дополнительным использованием электрической энергии для охлаждения во время волн жары, которые становятся всё продолжительнее. Например, для Южного федерального округа индекс энергопотребления к 2060 году в холодный сезон снизится примерно на 700 °С·сут, а индекс энергопотребления в тёплые сезоны вырастет на 300 °С·сут⁶.

Изменение климата влияет на все без исключения сферы жизни каждого человека и представляет угрозу для полноценного осуществления прав человека. Последствия изменения климата уже приводят или могут приводить к **нарушению следующих прав граждан**:

- Право на жизнь (дополнительная смертность в результате волн жары, риски заболеваний и дополнительной смертности в результате распространения и всплеск опасных болезней, разрушения скотомогильников в зоне вечной мерзлоты). Жаркое лето 2010 привело к пожарам и резкому подъёму смертности в европейской части России. Так, в Москве избыточное число случаев смертности достигло 11 тыс. (разд. 1.5). Во время волн жары продолжительностью более 7 дней в Москве, Твери, Мурманске, Архангельске, Якутске, Магадане дополнительная смертность вследствие ишемической болезни сердца составила 32 %, из-за цереброваскулярных заболеваний, включая инсульт, — 42 % и от всех естественных причин в целом — 26 %⁷.
- Право на благоприятную окружающую среду (ухудшение качества воздуха в результате природных пожаров).
- Право на выбор места проживания (вынужденное изменение места жительства из-за паводков, наводнений, засух и иных чрезвычайных ситуаций, разд. 2.3).
- Доступ к продуктам питания и чистой воде (потеря урожая и угроза продовольственной безопасности, загрязнение вод).

Изменение климата, которое ведёт к ухудшению качества жизни, означает **дополнительные вызовы для общественно-политической системы**. Очевидно, что потеря родственников, собственного здоровья, жилья вследствие факторов, связанных с изменением климата, приводит к напряжённости в обществе. Климатические факторы (например, смог в результате природных пожаров) могут усугублять такие сложные политические вызовы для общества и государства, как пандемии: по оценкам учёных, в некоторых городах США, Италии и других странах доказано увеличение смертности от вируса в городах с наиболее высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха.

В докладе проводятся параллели между пандемией и изменением климата. Пандемия не просто показала как может выглядеть планета, если будут внедрены зеленые технологии, а

⁵ Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. — М.: 2014, 943 с.

⁶ Там же, с. 820.

⁷ Ревич Б. А., Шапошников Д. А., Семутникова Е. Г. Климатические условия и качество атмосферного воздуха как факторы риска смертности населения Москвы в 2000–2006 гг. // Медицина труда и промышленная экология. — 2008, 7, С.29–35. Ревич Б. А. Волны жары, качество атмосферного воздуха и смертность населения Европейской части России летом 2010 года: результаты предварительной оценки // Экология человека. — 2011, № 7, С. 3–9.



воздух городов станет чище. Пандемия обострила самую необходимость внедрения зеленых технологий, так как без них человечество будет гораздо хуже проходить пандемии, когда к вирусу присоединяются смог лесных пожаров или выхлопы грязного транспорта или промышленности.

Однако ухудшение качества жизни в результате прямого воздействия не является единственным фактором, создающим дополнительную турбулентность для любой общественно-политической системы. Как показывает мировой опыт, ухудшение климатических условий может вести к **дополнительной миграции и обострению социальных конфликтов** в результате слишком быстрого с точки зрения исторического времени смешения различных субкультур, этносов в результате вынужденной миграции. Дальнейшее неизбежное ухудшение состояния окружающей среды приведёт⁸ к усилению миграционных потоков из стран Центральной Азии, при этом основное их направление — Россия. В рейтинге уязвимости⁹ к климатическим изменениям, составленном Всемирным банком, первое место среди всех стран Восточной Европы и Центральной Азии занимает Таджикистан, Кыргызстан на третьем месте, Узбекистан — на шестом, Туркменистан — на седьмом (раздел 2.3).

Помимо прямых потерь вследствие изменения климата, есть значительные **риски, связанные с трансформацией традиционных глобальных энергетических рынков, от которых зависит российская экономика**. Многие страны — экономические партнёры Российской Федерации — заявляют о переходе к низкоуглеродной модели экономики, в том числе используя сложившуюся ситуацию с эпидемией коронавируса COVID-19:

- в декабре 2019 года ЕС принял официальное решение о реализации программы «Европейский зелёный курс»¹⁰;
- в сентябре 2020 года на Генеральной ассамблее ООН Китай заявил о намерении достигнуть углеродной нейтральности к 2060 году¹¹;
- в октябре 2020 года премьер-министр Японии пообещал поставить цель добиться нулевых выбросов углерода страны к 2050 году¹²;
- в октябре 2020 года президент Южной Кореи заявил о намерении достигнуть нулевого баланса выбросов к 2050 году¹³;
- в октябре 2020 года министерство энергетики Филиппин заявило об установлении моратория на строительство новых угольных электростанций и усилении политики с целью ускоренного развития возобновляемых источников энергии¹⁴.

⁸ А. Лукьянец и др. Экономические и социальные последствия экологической миграции в странах Центральной Азии // CENTRAL ASIA AND THE CAUCASUS. Том 23 Выпуск 2 — 2020. http://испи.рф/wp-content/uploads/2020/06/cacR.2.20_13-pp.160-176.pdf

⁹ Adapting to Climate Change in Europe and Central Asia : Lessons from Recent Experiences and Suggested Future Directions // Open Knowledge Repository// World Bank Group <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/16090>

¹⁰ A European Green Deal. European Commission. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

¹¹ Китай пообещал прекратить выбросы углерода в атмосферу к 2060 году // Российская газета. — 23 сентября, 2020. <https://rg.ru/2020/09/23/kitaj-poobeshchal-prekratit-vybrosy-ugleroda-v-atmosferu-k-2060-godu.html>

¹² Япония намерена достичь углеродной нейтральности к 2050 году // Финмаркет. — 27 октября, 2020. <http://www.finmarket.ru/news/5341274>

¹³ Moon says S. Korea's 2050 carbon-neutral goal is 'heavy promise,' urges calm preparations. <http://www.koreaherald.com/view.php?ud=20201103000605&np=1&mp=1>

¹⁴ DOE Sec. Cusi declares moratorium on endorsements for greenfield coal power plants // Republic of the Philippines Department of Energy, October 27, 2020. <https://www.doe.gov.ph/press-releases/doe-sec-cusi-declares-moratorium-endorsements-greenfield-coal-power-plants>



Выполнение странами добровольных обязательств в рамках Парижского соглашения уже к 2030 г. ведет к снижению российского энергетического экспорта (в материальном объеме) на 20 %, а к 2050 г. — на 25 % по сравнению с базовым сценарием, который не учитывает Парижское соглашение (разд. 2.1). С учетом того, что в 2023 г. вклады будут пересмотрены в сторону ужесточения, а также с учетом возможности технологических прорывов (например, в технологиях накопления или передачи энергии, которые могут дать мощный толчок развитию ВИЭ, в водородной энергетике, в развитии электромобилей), снижение российского энергетического экспорта будет еще больше.

Результаты моделирования показывают, что выполнение странами добровольных обязательств в рамках Парижского соглашения приведет к падению среднегодовых темпов прироста российского ВВП на 0,2–0,3 п. п. к 2030 г. по сравнению с базовым сценарием. Дальнейшее ужесточение климатической политики в мире вызовет дополнительное **сокращение темпов прироста ВВП примерно на 0,5 п. п.** в период с 2035 по 2050 г. (разд. 2.1).

Как результат, источником дополнительных политических рисков является появление **экономически депрессивных регионов и моногородов из-за изменения конъюнктуры глобальных рынков в связи со снижением потребления или отказом от ископаемого топлива.** Например, из-за ухудшения ценовой конъюнктуры и падения мирового спроса, Кузнецкий угольный бассейн может повторить судьбу таких угольных моногородов, как Инта и Воркута (в 2018 году на добычу угля пришлось 38,2 % валового регионального продукта Кемеровской области) (разд. 2.2).

Технологическая трансформация — одно из ключевых решений для управления экономическими и политическими рисками. Текущая ситуация с изменением климата, а также планы других стран требуют кардинальной трансформации социально-экономического развития России и выстраивания новых отношений с зарубежными партнерами на основе диалога по вопросам климата и технологической модернизации. Низкоуглеродная трансформация экономики в средне- и долгосрочной перспективе позволит избежать экономических кризисов и политических рисков в будущем либо минимизировать их и, самое главное, — защитить права граждан на благоприятную окружающую среду и другие права.

В сфере энергетики стартовые условия для трансформации выглядят как непростые: около 90% потребляемой энергии страны обеспечивает ископаемое топливо; энергоэффективность экономики имеет значительный нереализованный потенциал; такие ниши для возобновляемой энергетики, как децентрализованная энергетика изолированных территорий и биогазовый цикл на основе органических отходов сельского, лесного и коммунального хозяйств, пока не имеют достаточного правового сопровождения и помощи со стороны государства. По данным Международного института устойчивого развития (The International Institute for Sustainable Development, IISD), только субсидирование потребления электроэнергии, получаемой за счёт ископаемого топлива, через заниженные тарифы на электроэнергию составляет свыше 13 млрд долл. США экв. в год¹⁵. Это создаёт проблему недоинвестирования в электрогенерацию и искажённое представление о «дороговизне» возобновляемой энергетики. Помимо прямых субсидий есть и скрытые, например, в виде низких экологических стандартов, которые приводят к тысячам нефтяных разливов ежегодно только на промысловых нефтепроводах.

Однако в стране есть примеры успешной технологической трансформации. Рыночный спрос на водосберегающие и энергосберегающие технологии (качественное сантехническое оборудование, стеклопакеты, светодиодное освещение, приборы учёта потребления

¹⁵ G20 Scorecard of Fossil Fuel Funding. Non-OECD Member Country, Russia // International Institute for Sustainable Development. — 2020. <https://www.iisd.org/system/files/2020-11/g20-scorecard-russia.pdf>

воды) помогли стабилизировать спрос на энергоресурсы, обеспечили развитие новых технологических ниш и создание новых рабочих мест.

Внедрение программы строительства объектов генерации на основе возобновляемых источников энергии (далее — ВИЭ) по договорам поставки мощности на оптовом рынке, несмотря на относительно скромные абсолютные показатели в производстве энергии (порядка 1 % от общей выработки), тем не менее позволило обеспечить технологический задел в этой перспективной отрасли (разд. 3.1).

В России принята **дорожная карта по развитию водородной энергетики**. Российские регионы запускают пилотные проекты по снижению парниковых выбросов (разд. 3.2).

В неэнергетических секторах стартовые условия для технологической трансформации также непростые. В области обращения с твёрдыми коммунальными отходами не соблюдается иерархия политики по обращению с отходами, где на первых местах должны стоять (1) максимальное использование исходного сырья и материалов и (2) предотвращение образования отходов. Однако де-факто при реализации политики обращения с ТКО на первом месте стоит их сжигание или в лучшем случае захоронение, что становится источником новых парниковых газов и новых токсических отходов более высокого класса опасности.

В лесном хозяйстве не внедряются в достаточном объёме технологии мониторинга и тушения природных пожаров; многие регионы не контролируют применение такой опасной технологии, как профилактическое выжигание травы; в совокупности это ведёт к более частым и масштабным лесным пожарам. В результате *«анализ брутто- потоков CO₂ на лесных землях свидетельствует, что пожары ежегодно приводят к потере от 25 % до 30 % поглощения, что сопоставимо с потерями углерода при лесозаготовках. Следует отметить, что такого вклада пожарных нарушений в баланс парниковых газов в лесах нет ни в одной другой развитой стране. Например, в Финляндии пожары приводят к потерям менее 1 % от ежегодного поглощения»* (разд. 4.3).

Тем не менее примеры успешных шагов по технологической трансформации есть и в неэнергетическом секторе. Так, Правительство выполнило поручение Президента РФ и утвердило особенности использования лесов на землях сельскохозяйственного назначения — открыло возможности лесовыращивания на заброшенных сельхозземлях, где выращивание сельскохозяйственных культур невыгодно в силу природных и экономических причин. Прежде владельцы таких территорий были вынуждены уничтожать выросший самостоятельно лес по итогам проверок со стороны надзорных органов. Часто уничтожение производилось путём сжигания, что вело к пожарам на соседних землях лесного фонда.

Разрешение лесовыращивания на территории до 50 млн гектаров (именно такой потенциал у неиспользуемых сельхозземель, с учётом планов Минсельхоза по возвращению заброшенных земель в оборот) позволит депонировать до 0,3 млрд тонн углекислого газа в год за счёт лесовыращивания на заброшенных сельскохозяйственных землях (для сравнения, выбросы парниковых газов в энергетике составляют порядка 1,7 млрд тонн CO₂-экв. в год). Лесовыращивание на этих землях позволит создать до 100 тыс. рабочих мест за счёт организации лесовыращивания и лесозаготовки на этих землях.

Новая климатическая политика государства является необходимым условием для технологической трансформации российской экономики. Россия предпринимает важные шаги в области охраны климата. В сентябре 2019 года Российская Федерация присоединилась к Парижскому соглашению. Для его реализации подготовлен проект стратегии долгосрочного развития экономики Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых



газов до 2050 года (далее — Стратегия). Однако проект Стратегии и другие документы стратегического планирования не учитывают значительного потенциала Российской Федерации в снижении выбросов парниковых газов и не позволяют внести необходимый вклад в удержание повышения температуры Земли в пределах 1,5–2 и даже 2,5 градуса (существующие обязательства стран ведут к повышению на 3–3,5 градуса к 2100 г.¹⁶). Более того, в настоящее время в России наблюдаются попытки ослабления экологического законодательства.

Очевидно, что для достижения целей Парижского соглашения необходима такая климатическая политика, которая обеспечит условия для технологической трансформации. Основой этой политики должно стать принятие радикально более амбициозной, чем принятая накануне, национальной цели до 2030 г., определяющей вклад в достижение целей Парижского соглашения на национальном уровне (ОНУВ), которая позволит выйти на траекторию выполнения цели углеродной нейтральности к середине столетия (разд. 4.1). Условиями выполнения ОНУВ является введение системы учёта и целевого сокращения парниковых эмиссий. Критерием успеха этой системы должно стать кардинальное снижение энергоёмкости ВВП и приоритетное развитие возобновляемой энергетики (разд. 3.1).

В качестве примеров конкретных шагов по наполнению новой климатической политики можно рассматривать предложения, которые уже формируются в бизнес-среде. Например, в рамках краудсорсингового проекта Российского социально-экологического союза и Гринпис «Зелёный курс России» было получено порядка 50 предложений со стороны российских бизнес-ассоциаций, инициативных групп, экспертиза которых охватывает различные направления «зелёного» развития России.

В части политики в отношении ископаемой энергетики необходима разработка мер по диверсификации экономики регионов и моногородов, которые зависят от добычи и экспорта ископаемого топлива, в первую очередь угля (разд. 2.2). Частью политики должны стать жёсткие ограничения с целью обеспечения экологических прав граждан на благоприятную окружающую среду, в том числе введение запрета на передачу земель сельскохозяйственного назначения для проектов по добыче угля, на добычу и перегрузку угля в черте населённых пунктов и т. д. Необходимо обеспечить контроль и улавливание шахтного метана.

Необходимо оценить перспективы рынка угля в азиатско-тихоокеанском регионе в связи с планами по декарбонизации экономик Китая, Японии, Южной Кореи и, в случае необходимости, пересмотреть планы по расширению инфраструктуры для экспорта угля в этот регион.

Условием технологической трансформации на основе климатически и экологически дружественных технологий является **общественный запрос**. Решение задачи трансформации невозможно без качественного информирования общества, обеспечения взаимодействия политиков и учёных, что само по себе может оказаться непростой задачей.

Тем не менее со стороны российского общества уже существует серьёзный запрос на технологическую трансформацию на основе экологически дружественных технологий и на более активную климатическую повестку со стороны государства. Так, результаты исследования ВЦИОМ и Фонда национальной энергетической безопасности свидетельствуют, что 43 % опрошенных полагают, что борьбу с климатическими изменениями надо вести прежде всего государству¹⁷, создавая законодательную базу и обеспечивая контроль за использованием природных ресурсов (разд. 5.1).

¹⁶ Emissions Gap Report. United Nations Environment Programme. — 2019. <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/30797/EGR2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, С. 27

¹⁷ ВЦИОМ: идеи Греты Тунберг разделяют 12% россиян. — 18 августа 2020 г. <https://tass.ru/obschestvo/9223313>

К сожалению, формирование общественного запроса на экологическую модернизацию сталкивается с рядом проблем, вызванных в том числе несовершенством государственной климатической и экологической политики. Часто общественные организации и активисты, работающие в области климата и охраны окружающей среды и формирующие запрос на технологическую модернизацию, подвергаются преследованиям. С 2012 года закон об иностранных агентах привёл к ликвидации 22 из 32 экологических НКО, объявленных иностранными агентами¹⁸. Одновременно с этим наблюдается рост конфликтов, вызванных экологическими проблемами, вплоть до уличных протестов и прямых столкновений местных жителей со строителями и частными охраняемыми предприятиями (разд. 5.2). При этом нужно понимать, что даже такие общественные кампании, как сохранение зелёных насаждений в городах борьба с природными пожарами, — это часть политики по адаптации к глобальному изменению климата.

Зачастую в таких ситуациях государство оказывается стороной конфликта, причём органы власти не столько идут навстречу озабоченным гражданам, сколько репрессируют авторов экологических кампаний и данных об экологических катастрофах, обвиняют активистов в работе на международные силы влияния, способствуя маргинализации протеста и показывая, что госаппарат и силовые структуры — не независимые арбитры, а, скорее, поддерживают загрязнителей.

Тема изменения климата в последние несколько лет стала важной для российских медиа, включая социальные сети, однако ряд российских СМИ, прежде всего федеральные телеканалы, часто однобоко освещают тему изменения климата, преимущественно представляя позицию климатических скептиков. Российское государство, признав проблему изменения климата и антропогенный фактор как его основную причину, может и должно более активно формировать климатическую повестку в СМИ через коммуникацию со стороны профильных министерств и ведомств, государственных научных институтов, поддерживая работу научных коммуникаторов и представителей общественных организаций в этой области. Одновременно с этим, необходимо отметить, что население России всё больше интересуется проблемой изменения климата, считая её одной из наиболее актуальных экологических проблем, замечая климатические изменения и расценивая их как реальную угрозу.

В системе образования тема изменения климата пока не находит должного внимания. Внедрение тем, связанных с изменением климата, в различные образовательные программы и стандарты (в том числе в программы средней и высшей школы, среднего профессионального образования, постдипломного образования) во многом обеспечит успех технологической трансформации на основе климатически и экологически дружелюбных технологий (разд. 5.3).

В области науки необходимо всеми силами стимулировать программы академического обмена, образовательные программы за рубежом для подготовки кадров и управления коммуникациями в контексте реализации мер по предотвращению наихудших климатических сценариев и внедрению новой климатической политики в целом. В частности, рекомендуется поддержка следующих направлений:

- расширения предметов и проблематики исследований;
- сбора, агрегации и проверки данных, мониторинга парниковых газов, оледенения и осадков в открытом доступе; максимального расширения доступа к информации и публикации открытых данных по климатической проблематике;

¹⁸ Список эко-НКО, признанных иноагентами с 2014 по 2020 год. <http://rusecounion.ru/ru/ecoagents>





- обеспечения коммуникации — внутри научного сообщества, между исследователями и практиками, с обществом в целом, — для максимально эффективного взаимодействия разных акторов, что также позволит сделать ситуацию понятной для населения, исключить возможность распространения ложной информации и введения граждан в заблуждение;
- создания прозрачной коммуникационной среды, доступ к которой будет у всех заинтересованных лиц, агрегация научных знаний в открытом доступе, включая сбор всех исследований, сделанных за счёт государства и фондов, а также поддержка создания и запуска новых научных медиа, в том числе работающих на основе совмещения принципов функционирования традиционных академических журналов и социальных медиа.

Для развития дальнейших исследований климата в России может быть полезно реализовать заложенную в климатической доктрине идею разработки и реализации государственной программы высокотехнологичного оснащения национальных центров климатических исследований (например, в рамках планируемой Федеральной научно-технической программы «Климат и экология»). Необходим сдвиг общественной парадигмы от реакции на происходящие события к упреждающей адаптации к изменениям, ожидаемым в ближайшие десятилетия. В случае расширения временного горизонта планирования востребованность климатических исследований будет чрезвычайно высокой.

Важной частью новой климатической политики должны стать масштабные научные исследования выхода метана в зонах распространения вечной мерзлоты и с шельфа Мирового океана. Предлагается поддержка исследований в области снижения или предотвращения масштабных выбросов метана в случае деградации вечной мерзлоты и дестабилизации океанских метангидратов. Эта задача беспрецедентна, требует международного научного и технологического сотрудничества. В международной климатической повестке контроль за выходом метана с арктического шельфа и из вечной мерзлоты является, безусловно, во многом зоной ответственности России, как и обеспечение условий для выживания арктических экосистем и предотвращение исчезновения многих видов животных.

В международной политике Россия может стать как лидером в определённых технологиях (например, производстве «зелёного» водорода), так и лидером в сфере формирования международных отношений нового типа, направленного на преодоление национального эгоизма в вопросе спасения климата.

Для этого Россия может расширить спектр реализуемых в стране климатически дружественных проектов как с развитыми, так и с развивающимися странами, для чего необходимо перейти от реализуемой на современном этапе стратегии откладывания конкретных мер, нацеленных на результат, и тактики ситуационного реагирования к **последовательной проактивной климатической политике**, соответствующей статусу России в рамках международного климатического режима и реальному положению дел в её экономике. В качестве направления международной политики могло бы быть создание российской системы торговли парниковыми газами и ее объединение с другими международными системами (разд. 6).

В области глобальной технологической модернизации Россия могла бы направить дипломатические усилия для передачи и ускоренного внедрения передовых технологий странам, которые ими не обладают, а также приоритетного межстранового финансирования климатически дружественных проектов вне зависимости от состояния политических отношений между странами, **например, в области мониторинга и изучения процессов, связанных с выходом метана из зон распространения вечной мерзлоты и с поверхности Мирового океана**¹⁹.

¹⁹ Белан Б. Д., Пташник И. В. Измерения есть, мониторинга нет. <https://climatescience.ru/articles/5f871c16d5b1620019fa6fc5>



1. Изменение климата — дестабилизирующий фактор, определяющий новый ход развития цивилизации

1.1. Актуальные научные данные о причинах и последствиях происходящего изменения климата

Причины глобального изменения климата

Усов Евгений Игоревич

Причины и последствия глобального изменения климата изучает Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК)¹, которая появилась в 1988 году по инициативе Всемирной метеорологической организации (ВМО) и Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП). В МГЭИК входят 195 стран-участниц, в том числе Россия, представители которой работают в группе со дня её основания.

Участники МГЭИК нацелены на получение максимально независимого, объективного знания об изменении климата путём анализа научных публикаций и обобщения их результатов. МГЭИК не ведёт научных исследований, а лишь анализирует и обобщает научную информацию, представленную в рецензируемых журналах и монографиях. Результатом этой работы становятся оценочные доклады, которые выпускаются раз в пять-семь лет. Пятый оценочный доклад по изменению климата вышел в 2014 году.

Перед публикацией доклад подвергается многоступенчатому рецензированию, в котором участвуют официальные представители стран-участниц, учёные из международных организаций, а также любые эксперты, которые имеют желание и компетенции для такой работы. Так, в подготовке Пятого оценочного доклада МГЭИК участвовали 830 авторов (в том числе десятки российских специалистов), а в ходе рецензирования доклада поступило около 142 тыс. замечаний. Одобрение текстов докладов происходит на основе консенсуса на пленарной сессии МГЭИК. Таким образом достигается максимально возможная степень независимости выводов.

Материалы, подготовленные МГЭИК, свидетельствуют, что изменение климата — это реальность, в которой человечество существует и к которой необходимо адаптироваться, делая всё возможное для борьбы с причинами этого изменения.

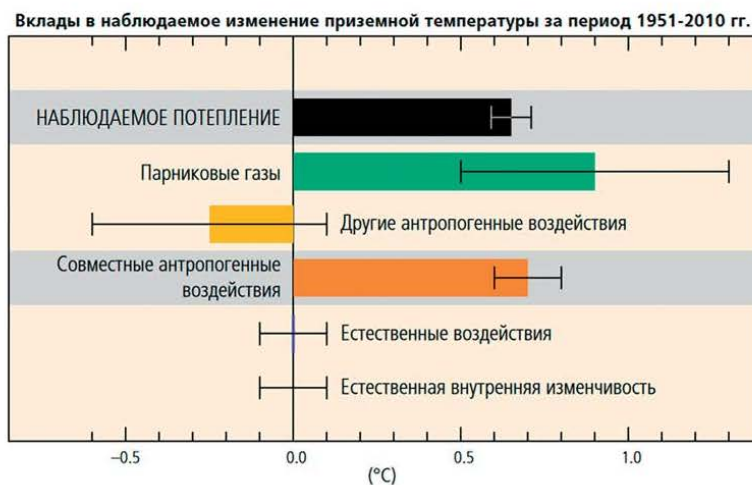
Причинно-следственные связи изменения климата и вклад различных факторов в наблюдаемую динамику изменений изучены очень глубоко. Происходящие изменения в климатической системе Земли невозможно объяснить только естественными причинами: колебаниями орбиты Земли, изменениями солнечной активности или извержениями вулканов.

Труды МГЭИК и национальные доклады разных стран однозначно указывают на значительный вклад человека в наблюдаемые изменения климата². Вклад человека формируется за счёт сжигания ископаемого топлива, животноводств, вырубки лесов, осушения болот, роста городов и так далее. Эти воздействия исследуются с 1970-х годов, когда появились

¹ The Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.ipcc.ch/>

² Изменение климата, 2014 г.: Обобщающий доклад, МГЭИК, Женева, Швейцария, 163 стр. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_ru.pdf





первые оценки будущих климатических изменений. Сейчас оправдываются прогнозы, сделанные в то время с участием академика М. Будыко и руководителя Гидрометслужбы Е. Федорова.

Рост концентрации парниковых газов в атмосфере признан основополагающим показателем проблемы. Основные виды парниковых газов — это углекислый газ, метан и оксид азота. С помощью изотопного анализа доказано, что основная часть CO_2 поступила от сжигания ископаемого топлива. Зафиксирован значительный рост содержания в атмосфере стабильного изотопа углерода ^{12}C , который содержится в ископаемом топливе. Других источников такого количества этого изотопа нет.

Около половины совокупных антропогенных выбросов за период 1750–2011 гг. произошли за последние 40 лет.

Изменение климата и Россия

Данные наблюдений говорят о том, что Россия входит в число стран, где изменение климата наиболее заметно.

В соответствии с докладом Росгидромета «Об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2019 год», средняя скорость роста среднегодовой температуры воздуха на территории России в 1976–2019 гг. составила $0.47\text{ }^\circ\text{C}/10$ лет. Это более чем в два с половиной раза больше скорости роста глобальной температуры за тот же период $0.18\text{ }^\circ\text{C}/10$ лет и более чем в полтора раза больше средней скорости потепления приземного воздуха над сушей Земного шара $0.28\text{ }^\circ\text{C}/10$ лет (оценки по данным Центра Хэдди и Университета Восточной Англии). Наиболее быстрыми темпами росла температура Северной полярной области: рост среднегодовой температуры составил здесь $0.81\text{ }^\circ\text{C}/10$ лет, то есть $2.43\text{ }^\circ\text{C}$ за 30 лет.

Очевидными индикаторами потепления служат быстрое уменьшение ледового покрова Арктики, усиливающееся протаивание вечной мерзлоты, снижение продолжительности сохранения снежного покрова.



Данные российских мониторинговых станций говорят о росте содержания CO_2 в северных широтах — в среднем 2.26 млн¹/год. В 2019 году наблюдался очередной максимум: среднегодовое значение приблизилось к 414 млн¹. Продолжает увеличиваться и концентрация метана. 2019 год оказался четвёртым среди самых тёплых с 1936 года: среднегодовая температура на 2.07 °С превысила норму³.

Основные выводы:

1. Наблюдаемое изменение климата Земли, включая глобальные и региональные аспекты, вызвано увеличением концентраций атмосферных парниковых газов вследствие хозяйственной деятельности человека.
2. Изменение климата характеризуется не только повышением температуры, но проявляется негативными тенденциями во всех компонентах климатической системы: изменение гидрологического режима и ледяного покрова морей, повышение экстремальности климата.
3. Повышение температуры на территории России связано в первую очередь с увеличением концентрации парниковых газов.

³ Росгидромет выпустил доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2019 год // Росгидромет. 12.03.2020. <http://www.meteorf.ru/press/news/20626/>

Обзор последствий изменения климата для России

Усов Евгений Игоревич

Опасные гидрометеорологические явления оказывают на человеческое общество комплексное, многофакторное влияние и усугубляют социальные, социально-экономические и социально-политические проблемы общества. Анализ последствий таких явлений и прогнозные оценки будущих рисков для России представлен в докладе Росгидромета 2017 года «О климатических рисках на территории Российской Федерации».

По данным Всемирного экономического форума (ВЭФ), экстремальные погодные явления выходят на передний план в ряду главных глобальных рисков, опережая вынужденную миграцию, стихийные бедствия, крупные теракты¹. При этом до 90 % наиболее масштабных экономических потерь приходится на паводки и наводнения, сильный ветер, ливневые дожди, град, засухи. На долю же вулканов, цунами и землетрясений приходится только 10 %.

Рост числа и масштабность экстремальных погодных явлений напрямую связана с изменением климата. Данный факт чрезвычайно актуален для России, где, согласно данным Росгидромета, потепление климата происходило быстрее и масштабнее, чем в среднем по Земному шару². С середины 1990-х в России растёт число и интенсивность (разрушительность) опасных явлений (ОЯ), наносящих значительный ущерб экономике и населению³.

¹ Global Risks Report 2017. <http://reports.weforum.org/global-risks-2017/>

² Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2016 год. — Москва, 2017. — 70 стр. <http://cc.voeikovmgo.ru/images/dokumenty/2017/doc2016.pdf>

³ Доклад о научно-методических основах для разработки стратегий адаптации к изменениям климата в Российской Федерации // РОСГИДРОМЕТ, Климатический центр Росгидромета, 2020.



Ежегодный ущерб от опасных гидрометеорологических явлений и неблагоприятных погодных условий погоды на территории России составляет 30–60 млрд рублей в год⁴. Помимо прямого экономического ущерба, ОЯ часто сопровождаются гибелью людей.

Ветер

Для всех регионов, кроме Западной Сибири, серьёзную опасность представляют сильные ветры. С ними связано 27 % ЧС⁵. В Центрально-Чернозёмных районах в 2001 г. отмечалась максимальная за весь период наблюдений скорость ветра — 28 м/с. С 2008 года аномальные ветра стали ежегодно наблюдаться в Москве. Эти явления практически невозможно предсказать, чтобы эффективно подготовиться к ним, поэтому они наносят самый большой ущерб. Наиболее уязвимыми к сильным ветрам являются энергетика, ЖКХ и транспорт⁶. Аномальные ветра приводят значительному экономическому ущербу⁷, потерям вследствие травмирования и гибели людей.

Осадки

Доля экстремальных осадков в период 1991–2018 гг. составила более 25 % от общего количества основных типов экстремальных погодных явлений. Из 580 погодных катаклизмов 2015 года 200 были связаны с сильными осадками, и на них пришлось более 55 % экономического ущерба от всех ОЯ⁸. Катастрофическое наводнение, затронувшее в 2019 году город Тулун и другие населённые пункты в Иркутской области, вызвано аномальными атмосферными процессами, которые связаны с изменением климата и вероятность повторения которых в будущем достаточно высока. По данным специалистов кафедры метеорологии и физики околоземного космического пространства географического факультета Иркутского государственного университета, эти процессы проявились на фоне наблюдаемых глобальных и региональных изменений климата¹⁰.

Температура

По всей территории России растёт число дней с аномально высокими температурами (растёт повторяемость и интенсивность волн тепла). Тепловая волна лета 2010 г. была отмечена рекордной продолжительностью периода аномальной температуры в Москве: 53 дня¹¹. Помимо экономических потерь, это аномальное явление вызвало и человеческие жертвы.

⁴ Коршунов А.А., Шаймарданов М.З., Шаймарданова И.Л. Гидрометеорологическая безопасность и устойчивое развитие экономики России для обслуживания потребителей: результаты статистического анализа опасных условий погоды // Труды ВНИИГМИ-МЦД. <https://clck.ru/SFJAX>

⁵ Доклад о научно-методических основах для разработки стратегий адаптации к изменениям климата в Российской Федерации // РОСГИДРОМЕТ, Климатический центр Росгидромета, 2020. — С. 35.

⁶ Кобышева Н. В., Акентьева Е. М., Галюк Л. П. Климатические риски и адаптация к изменениям и изменчивости климата в технической сфере — Санкт-Петербург: «Издательство Кириллица», 2015 — 256 с. <https://clck.ru/RsNGF>

⁷ Шамин С.И., Бухонова Л.К., Санина А.Т. Сведения об опасных и неблагоприятных гидрометеорологических явлениях, которые нанесли материальный и социальный ущерб на территории России. <http://meteo.ru/data/310-neblagopriyatnye-usloviya-pogody-nanjosshe-ekonomicheskie-poteri>

⁸ Путьрский В. Е., Кукушкина А. В. Динамика количественных характеристик экстремальных атмосферных осадков на территории Российской Федерации. Природообустройство, (3), 2019, 115-120. doi: 10.34677/1997-6011/2019-3-115-120

⁹ Доклад о научно-методических основах для разработки стратегий адаптации к изменениям климата в Российской Федерации // РОСГИДРОМЕТ, Климатический центр Росгидромета, 2020.

¹⁰ Аномалия, стремящаяся к постоянству // Иркутский государственный университет. 01.07.2019. <http://isu.ru/ru/news/newsitem.html?action=show&id=7268>

¹¹ Виноградова В.В. Волны тепла на территории России как фактор дискомфорта природной среды. Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2017;(4):68-77. <https://doi.org/10.7868/S0373244417040065>



По оценке UNISDR (Бюро ООН по снижению риска стихийных бедствий), волна тепла 2010 года в России вошла в первую десятку самых смертоносных бедствий на Земле за последние 20 лет (седьмое место в рейтинге 38 бедствий). По данным центра EM-Dat, вследствие жары 2010 г. в России погибли 55 736 человек¹². Повышенная температура среды негативно влияет на нервную систему человека и, помимо заметного снижения работоспособности, может способствовать росту суицидов¹³. Повышение температуры обостряет проблемы продовольственной безопасности, нехватки питьевой воды.

Аномальные температуры могут приводить к вынужденному снижению мощности энергоблоков электростанций, при том, что в это же время растёт энергопотребление, необходимое для охлаждения жилых и рабочих помещений. В этой связи наибольшие погодно-климатические риски существуют в семи регионах России с наибольшей плотностью расположения атомных и тепловых электростанций¹⁴.

Прогнозируемое сокращение периода ледостава до 15–27 суток и уменьшение толщины льда на 20–40 % на водоёмах Сибири создаёт серьёзные риски для доставки жизненно необходимых грузов в отдалённые районы.

Санитарно-эпидемиологическая ситуация

В условиях потепления расширяются ареалы и растёт активность переносчиков инфекционных болезней: клещей, малярийных комаров, грызунов. В России наблюдается рост таких заболеваний, как геморрагическая лихорадка, боррелиоз, лихорадка Лайма, лихорадка Западного Нила¹⁵. При температуре воздуха выше 5 °С повышение средненедельной температуры на один градус увеличивает заболеваемость сальмонеллёзами на 5–10 %¹⁶.

Климатически обусловленная миграция

Изменение климата создаёт миграционную опасность в связи со стремлением людей покинуть пострадавшие регионы, что может приводить к социально-экономическому напряжению.

Деграция вечномёрзлых пород

Изменения климата вызывает таяние вечной мерзлоты, которая занимает около 60 % территории России. Этот процесс оказывают значительное негативное воздействие на автомобильные и железные дороги, мосты, тоннели, портовую, жилую и иную инфраструктуру. Кроме того, снижается отдача месторождений энергоносителей: при таянии мерзлоты деформируются нефтедобывающие скважины, а после их восстановления потери добычи нефти составляют 10–20 %. Особые риски создаются в сфере трубопроводного транспорта. В России проложены сотни тысяч километров нефте- и газопроводов. Крупные и средние реки пересекают около 2000 переходов нефтепроводов, большая часть которых проектировалась и строилась в прошлом веке без учёта климатической опасности.

¹² Poverty & Death: Disaster Mortality 1996-2015 // Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. https://www.unisdr.org/files/50589_credidastermortalityallfinalpdf.pdf

¹³ Page, I. A., Hajat, S., Kovats, R. S. Relationship between daily suicide counts and temperature in England and Wales. *The British journal of psychiatry: the journal of mental science*, 191, 2007, 106–112. <https://doi.org/10.1192/bjp.bp.106.031948>

¹⁴ Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации. — Санкт-Петербург. Росгидромет, 2017 г.

¹⁵ Семенов С.М., Ясюкевич В.В., Гельвер Е.С., 2006: Выявление климатогенных изменений. М.: Издательский центр «Метеорология и гидрология», 324 с.

¹⁶ Shaposhnikov D., Revich B. Climate Change and Projections of Temperature-Related Mortality. In: Akhtar R., Palagiano C. (eds) *Climate Change and Air Pollution*. Springer Climate. Springer, Cham. 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61346-8_11



Влияние изменения климата на здания и сооружения

Климатические аномалии оказывают негативное влияние на здания и сооружения не только в зоне вечной мерзлоты. Экстремальные погодные условия, рост числа циклов замораживания и оттаивания, увеличение интенсивности осадков, изменение состояния грунтов, подтопления приводят к разрушению зданий и сооружений, построенных без учёта климатических рисков.

Влияние изменения климата на жизнь коренных народов

Комплексное воздействие изменения климата радикально изменяет и даже разрушает условия жизни целых народов. В первую очередь это относится к коренным народам, ведущим традиционный образ жизни. Это наиболее уязвимая часть населения России, чья жизнь напрямую зависит от климатических условий. Погодные аномалии, сдвиг сезонных изменений в природе, таяние вечной мерзлоты и т. д. ставят их на грань выживания¹⁷.

¹⁷ Социально-экономические факторы жизнедеятельности оленеводов Ямал-Ненецкого Автономного округа http://magazine.arctic89.ru/wp-content/uploads/2020/02/%D0%BD%D0%B2_4-19_a-2.pdf

1.2. Советская и российская наука об изменении климата

Развитие представлений о глобальном потеплении: исследования в СССР и России

Лемешко Наталья Александровна,

доцент кафедры климатологии и мониторинга окружающей среды Института наук о Земле СПбГУ, канд. геогр. наук, почетный работник Гидрометслужбы, член Русского географического общества

Первые работы в СССР по проблеме изменения климата появились в 60–70-е годы прошлого века. Им предшествовала огромная работа под руководством академика Михаила Будыко (Государственный гидрологический институт, Главная геофизическая обсерватория имени А. И. Воейкова) и профессора Олега Дроздова (Ленинградский государственный университет) по расчёту аномалий приземной температуры воздуха. Так, впервые была рассчитана среднегодовая температура воздуха для внетропической зоны северного полушария, аномалии которой стали использовать в качестве критерия оценки изменения состояния климатической системы. В настоящее время эта величина — главный индикатор изменения глобального климата.

Хотя до 1980-х годов климатические аномалии были не столь заметны на фоне естественных процессов в климатической системе, их изучение позволило Михаилу Будыко прийти к заключению, что процесс глобального потепления усиливается.



Основы физической климатологии и теории климата, базирующиеся на законах и механизмах поступления и расходования потоков солнечной энергии в атмосфере, были заложены в Михаилом Будыко в монографии 1971 года «Климат и жизнь» (Будыко, 1971).

Под руководством Михаила Будыко в конце 60-х годов прошлого века была создана энерго-балансовая модель, в которой климатическое распределение температуры приземного слоя атмосферы определялось из условия равновесия между поглощенной радиацией Солнца и излученной длинноволновой радиацией. Эта сравнительно простая модель положила начало физической теории климата для изучения механизма формирования его изменений, оценки роли антропогенных факторов, чувствительности климата к внешним воздействиям.

Для «выделения антропогенного сигнала» Михаил Будыко и его единомышленники изучали радиационные потоки при изменении концентрации атмосферного аэрозоля. В результате получены важнейшие данные о последствиях изменения прозрачности атмосферы, как одного из основных естественных климатообразующих факторов. (Будыко, 1971; Будыко, Пивоварова, 1967; Борзенкова, 1974).

Работы советских учёных позволили подойти к созданию полуэмпирической модели современных изменений климата (Винников, Гройсман, 1979, 1982) и оценить вклад роста концентрации парниковых газов как антропогенного фактора.

Острые споры о причинах и тренде изменений климата продолжают до сих пор: противники антропогенного фактора пытаются объяснить наблюдаемые изменения иными причинами, в частности естественными колебаниями, которые присущи климатической системе. Между тем еще Михаил Будыко первым из отечественных учёных доказал, что антропогенная составляющая, а именно изменение газового состава атмосферы за счёт поступления углерода при сжигании ископаемого топлива, является основной причиной глобального потепления. Результаты исследований Михаила Будыко и его коллег показали вклад парниковых газов, в том числе, антропогенного происхождения, в формирование климата. Этой проблематике посвящены публикации «Атмосферная углекислота и климат», 1973 г. (Будыко, 1973); «Влияние увеличения количества углекислого газа в атмосфере на климат», 1982 [8]; «Предстоящие изменения климата», 1991 г. [9] и многие другие.

Исследования советских и российских учёных подтвердили неоднородность температурных аномалий, вызванных изменением климата. В частности, кроме пространственных различий, выявлена неравномерность потепления — рост температуры воздуха только в отдельные месяцы и сезоны года. Это означает, что в одних регионах фиксируется рост температуры воздуха, например, весной, в то время как в других отмечается похолодание. В России преобладает рост температуры воздуха зимой и весной, а летом аномалии не так велики, что может вводить в заблуждение и вызывать отрицание тренда на потепление.

Региональные особенности изменения климата и изменения таких параметров климатической системы, как атмосферные осадки, циркуляция атмосферы, ветер, речной сток, ледовитость морей рассмотрены в десятках российских научных публикаций.

Российская наука внесло значительный вклад в изучение таких факторов, как экстремальные значения температуры, осадков, ветра, гидрометеорологических явлений. Такие исследования имеют не только теоретическое, но и прикладное значение, поскольку на фоне глобального потепления отмечается увеличение экстремальности климата, что приводит к увеличению опасных гидрометеорологических явлений и рисков стихийных бедствий и чрезвычайных ситуаций. В этой связи много внимания в российской науке уделяется изучению негативных последствий изменения климата и адаптации к ним. Это в полной мере



относится к развитию сельского хозяйства, к поддержанию социальной и промышленной инфраструктуры в зоне вечной мерзлоты.

По мере получения новых данных, в том числе гидрометеорологических наблюдений, мониторинга эмиссии парниковых газов, процессов в криосфере и многих других, перед российской наукой встают новые задачи.

Такой относительно новой задачей стала оценка эмиссии метана при деградации вечной мерзлоты. Исследования по данной проблеме обширны и посвящены как проблемам мониторинга эмиссии метана, так и прогнозам, в том числе высвобождения огромного количества метана.

С 1988 года работает Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК), в которой принимают участие российские специалисты, входящие в список авторов климатических Оценочных докладов, выходящих один раз в 5–6 лет.

Список литературы:

1. Будыко М. И. 1971. *Климат и жизнь*. — Л., Гидрометеоиздат, 470 с.
2. Будыко М. И., Пивоварова З. И. 1967. *Влияние вулканических извержений на приходящую к поверхности Земли солнечную радиацию*. — *Метеорология и гидрология*, № 10, с. 3-7.
3. Борзенкова И.И. 1974. *К вопросу о возможных влияниях вулканической пыли на радиационный и термический режим*. — *Труды ГГО*, вып. 307, с. 36-42.
4. Винников К.Я., Гройсман П.Я. 1979. *Эмпирическая модель современных изменений климата*. — *Метеорология и гидрология*, № 3, с. 25-36.
5. Винников К.Я., Гройсман П.Я. 1982. *Эмпирические исследования чувствительности климата*. — *Изв. АН СССР, Физика атмосферы и океана*, т. 18, № 11, с. 1159-1169.
6. Будыко М. И. 1973. *Атмосферная углекислота и климат*. — Л., Гидрометеоиздат, 32 с.
7. *Влияние увеличения количества углекислого газа в атмосфере на климат. 1982*. — *Материалы советско-американского совещания по изучению влияния увеличения количества углекислого газа в атмосфере на климат. Ленинград, июнь 1981 г.* — Л., Гидрометеоиздат, 56 с.
8. *Предстоящие изменения климата. 1991*. /Ред. М. И. Будыко и М. Маккракен. — Л., Гидрометеоиздат, 272 с.
9. *Предстоящие изменения климата. 1991*. /Ред. М. И. Будыко и М. Маккракен. — Л., Гидрометеоиздат, 272 с.



1.3. Климатические угрозы особо ценным природным и культурно-историческим объектам

Озеро Байкал и изменение климата

Бедулина Дарья Сергеевна,

старший научный сотрудник НИИ биологии при ИГУ, канд. биол. наук, лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники для молодых учёных

Изменение климата оказывает заметное негативное влияние на особо ценные природные объекты, угрожая в перспективе разрушением их экосистем. В свою очередь это приведёт к тому, что такие объекты потеряют природную, эстетическую, рекреационную, социальную и иные ценности. Наибольшую тревогу вызывают угрозы российским территориям, признанным достоянием всего человечества. Одним из показательных примеров такого рода опасности является объект всемирного природного наследия ЮНЕСКО и один из основных символов России — озеро Байкал. В настоящее время уникальная экосистема озера испытывает масштабное негативное антропогенное воздействие из-за плохо управляемого туризма, нехватки очистных сооружений, лесных пожаров, браконьерства и так далее. Происходящее на этом фоне изменение климата создаёт реальную угрозу потери озером своих уникальных и ценных для человечества свойств.

Изменение климата ведёт к комплексным нарушениям структуры биологических сообществ и несёт угрозу биоразнообразию [1, 2]. Важные для человечества пресноводные экосистемы особенно подвержены воздействию изменения температуры. Недавние исследования показали, что температура поверхностных вод озёр в летнее время увеличивается со средней скоростью 0,34 °C за десятилетие [4].

За уникальность экосистемы озеро Байкал объявлено объектом всемирного наследия ЮНЕСКО. Оно содержит около 20 % мировых запасов жидкой пресной воды [5] и в особенной степени подвержено рискам исчезновения биоразнообразия в ходе глобальных климатических изменений. К настоящему моменту в озере обитает более 2500 видов животных, 80 % из которых являются узкоспециализированными эндемиками [6].

Экосистема озера Байкал уже подвержена изменению климата, так как расположено в одной из трех областей мира, в которых происходят самые быстрые климатические изменения; два других региона — это Антарктический полуостров и северо-запад Северной Америки [7].

Все три области характеризуются длинными и холодными зимами. В районе озера Байкал зимние температуры воздуха опускаются до $-37...-40$ °C и озеро покрыто льдом от 4 до 5 месяцев в году [5]. Несмотря на огромную теплоёмкость большого водоёма, глобальное потепление вызвало рост средней температуры поверхностного слоя воды на 1,21 °C за последние 50 лет [8]. Это происходило с одновременным изменением в летней стратификации [8]. За 100-летний период максимально увеличение средней температуры (на 2,1–2,2 °C) было зафиксировано в декабре и январе, в то же время в августе, сентябре и октябре повышение средней температуры было только на 0,1–0,5 °C. Ледовый режим озера существенно изменился за последние 100 лет наблюдений [10]. Период свободный ото льда увеличился на 16 дней за время с 1868 по 1995 [8], что в два раза превышает средний глобальный показатель [11]. Это особенно важно для экосистемы озера Байкал, так как лёд, вероятно, является самым важным абиотическим драйвером в озере [8].

23



Вышеупомянутые изменения уже меняют структуру и динамику фито- и зоопланктона как увеличивая небольшие и подвижные широко распространённые виды фитопланктона в период летнего цветения, так и снижая количество чувствительный эндемичных диатомовых водорослей в период зимнего подлёдного цветения [12]. Планктонные сообщества важны для вертикального потока энергии в озере, но основная часть биоразнообразия озера находится в бентосных сообществах [6]. Литоральная и sublиторальная зоны населены наиболее разнообразными по видовому составу бентосными организмами, которые будут подвергаться существенному влиянию беспрецедентных изменений в температуре воды прибрежных районов озера Байкал.

Недавние исследования показали, что доминантные в бентосных сообществах Байкала виды амфипод уже подвержены негативному влиянию климатических изменений, так как температуры в зоне литорали превысили критические физиологические пороги для ключевых обитателей. В дальнейшем это может привести к миграциям или даже исчезновениям отдельных видов, от которых зависит функционирование бентосных экосистем и экосистемы озера в целом [13].

Источники:

1. *Parmesan C. Ecological and evolutionary responses to recent climate change / C. Parmesan // Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics. — 2006. — № 37. — pp. 637–669.*
2. *Thomas C. D. Climate, climate change and range boundaries / C. D. Thomas // Diversity and Distributions. — 2010. — 16(3). — pp. 488–495.*
3. *Thuiller W. Biodiversity: climate change and the ecologist / W. Thuiller // Nature. — 2007. — 448. — pp. 550–552.*
4. *O'Reilly C. M. Rapid and highly variable warming of lake surface waters around the globe / C. M. O'Reilly // Geophysical Research Letters. — 2015. — 42(24). — pp. — 10,773–10,781.*
5. *Kozhova O. M. Lake Baikal: Evolution and Diversity Leiden / O. M. Kozhova, L. R. Izvest'eva // Leiden : Backhuys Publishers, 1998. — 447 p.*
6. *Timoshkin O. A. Index of animal species inhabiting Lake Baikal and its catchment area / O. A. Timoshkin et al. // Novosibirsk: Nauka, 2001. — Vol. 1, pp. 74–113.*
7. *Clarke A. Introduction. Antarctic ecology from genes to ecosystems: the impact of climate change and the importance of scale / A. Clarke, N. M. Johnston, E. J. Murphy, A. D. Rogers // Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences. — 2007. — 362. — pp. 5–9.*
8. *Hampton S. E. Sixty years of environmental change in the world's largest freshwater lake—Lake Baikal, Siberia / S. E. Hampton, L. R. Izvest'eva, M. V. Moore, S. L. Katz, B. Dennis, E. A. Silow // Global Change Biology. — 14(8). — pp. 1947–1958.*
9. *Hampton S. E. The rise and fall of plankton: long-term changes in the vertical distribution of algae and grazers in Lake Baikal, Siberia / S. E. Hampton, D. K. Gray, L. R. Izvest'eva, M. V. Moore, T. Ozersky // PloS one, 9(2), e88920.*
10. *Shimaraev M. N. Trends in hydrological and hydrochemical processes in Lake Baikal under conditions of modern climate change / M. N. Shimaraev, V. M. Domysheva // Climatic Change and Global Warming of Inland Waters. — Chichester: John Wiley & Sons Ltd., Chichester, 2012. — pp. 43–66.*
11. *Magnuson J. J. Historical trends in lake and river ice cover in the Northern Hemisphere / J. J. Magnuson et al. // Science. — 289(5485). — pp. 1743–1746.*
12. *Izvest'eva L. R. Lake-wide physical and biological trends associated with warming in Lake Baikal / L. R. Izvest'eva et al. // Journal of Great Lakes Research. — 42(1). — pp. 6–17.*
13. *Jakob L. Lake Baikal amphipods under climate change: thermal constraints and ecological consequences / L. Jakob et al. // Ecosphere. — 2016. — 7(3).*



Последствия изменения климата для Санкт-Петербурга¹

Усов Евгений Игоревич

Одним из ярких примеров негативного влияния изменения климата на наиболее ценные исторические и культурные объекты всемирного наследия является Санкт-Петербург. По данным Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова, в городе наблюдается целый комплекс негативных явлений, угрожающих его историческому и культурному наследию. Они возникают вследствие роста числа и интенсивности неблагоприятных метеорологических и гидрологических явлений: экстремальных суточных сумм осадков, наводнений, гололёдных отложений, волн жары.

В Санкт-Петербурге наблюдается устойчивое повышение средней температуры и изменение режима осадков.

Рис. 1. Временной ход среднегодовых аномалий температуры приземного воздуха, осреднённых по территории Санкт-Петербурга за 1961–2017 гг. Аномалии рассчитаны как отклонения от средней температуры за 1961–1990 гг. Прямой показан линейный тренд 1881–2017 гг.

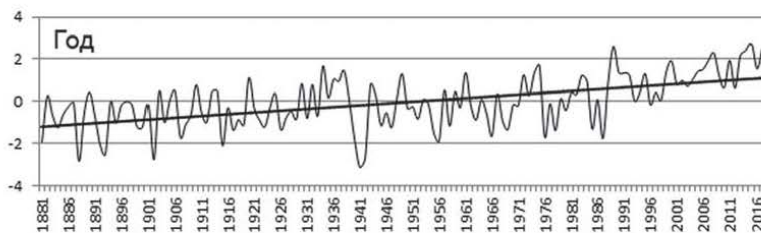
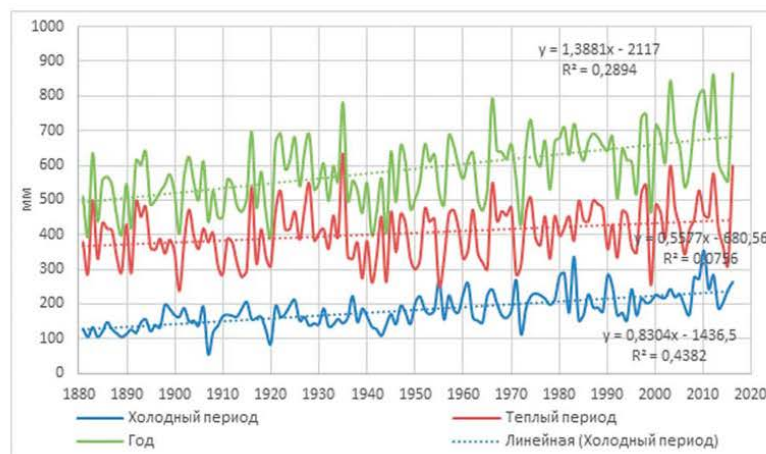


Рис. 2. Количество осадков за тёплый и холодный периоды года и в целом за год с 1881 по 2017 гг.



¹ Статья подготовлена на основе информационно-аналитической записки «Опыт Санкт-Петербурга в вопросах управления адаптацией к изменениям климата и смягчения антропогенного воздействия на климатическую систему». <http://www.infoeco.ru/index.php?id=8780>



Тревогу вызывает тенденция увеличения на 40 % числа дней с сильными осадками – более 15 мм/сутки. На последнее десятилетие пришлись рекорды: самая снежная за всю историю наблюдений в Санкт-Петербурге зима 2011 г. и самое дождливое лето 2016 г.

Одно из наиболее известных для Санкт-Петербурга бедствий – наводнения. По данным Северо-Западного управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, в XVIII столетии произошло 75 наводнений, в XIX – 77, в XX – 138. Имеющиеся наблюдения XXI века позволяют говорить о том, что частота наводнений будет возрастать.

Историческая часть города в достаточной мере защищена от наводнений комплексом защитных сооружений, но значительная часть Санкт-Петербурга расположена вне защищённой зоны, в Курортном районе.

Число зимних наводнений, которые обычно сопровождаются штормовыми условиями, увеличилось в 3 раза. При этом в Санкт-Петербурге сокращается продолжительность холодного сезона. В результате лёд встаёт в Невской губе значительно позже, а сходит раньше. При отсутствии льда шторма способствуют прогрессирующему волновому размыву берегов.



Фото: Евгений Усов

Серия штормов почти на 50 % уничтожила пляж парка 300-летия Санкт-Петербурга.

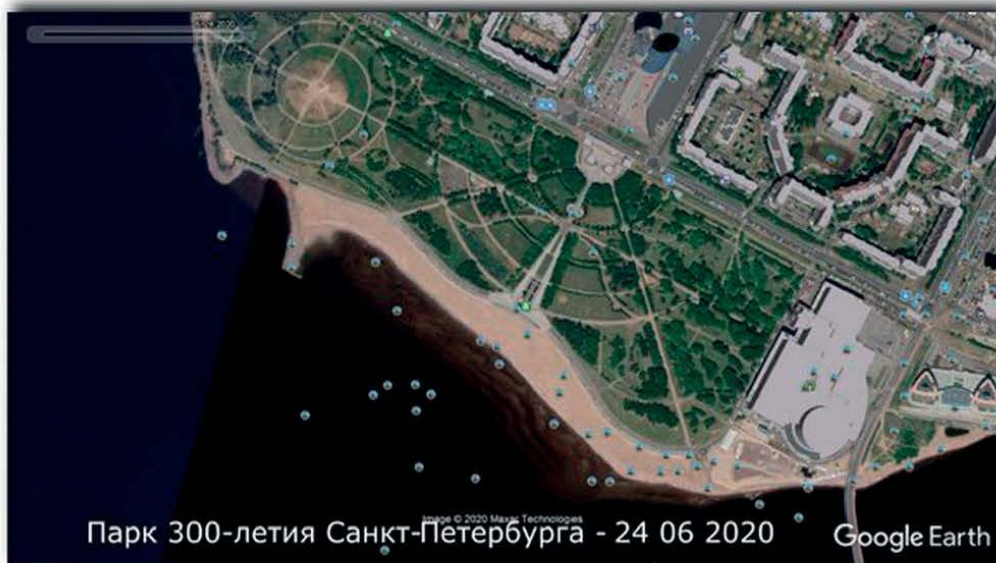


Фото: Google Earth

Более 60 % побережья Курортного района страдают от волнового размыва. Отступление береговой линии доходит до 2 м в год. Теряются наиболее ценные рекреационные территории, наносится значительный экономический ущерб.





Фото: Google Earth

Для защиты пляжей создаются берегозащитные сооружения: стенки из природного камня, бетонные откосы, глыбовые отсыпки. Однако они зачастую приводят к полной деградации пляжей, ликвидируют рекреационную ценность побережья.

Ожидаемый к середине XXI века рост уровня моря приведёт к обострению проблемы разрушения берегов. Этот процесс наблюдается и на многих водотоках (реках, каналах) Санкт-Петербурга. Ежегодно фиксируются изменения конфигурации, расширение и углубление эрозийных участков, что может вызвать неблагоприятные последствия для населения и городского хозяйства.



Подтопление территории города вызывается не только наводнениями, но также нерасчётными осадками (дождь с интенсивностью более 7,2 мм в течение 20 мин), которых стало больше. В последние 30 лет практически ежегодно наблюдаются такие нерасчётные осадки. К примеру, в 2019 г. зафиксировано 16 случаев выпадения нерасчётных атмосферных осадков. Увеличение количества осадков и их интенсивности создаёт излишнюю нагрузку на системы водоотведения. В том числе это может привести к трагичному исходу: во время сильной грозы 16 июня 2016 года на ул. Савушкина, не выдержав напора воды в коллекторе, взлетела в воздух бетонная крышка люка размером более квадратного метра. К счастью, человеческих жертв не было².

Потепление сопровождается повышением температуры водных источников, что может вызвать проблемы в обеспечении технологической безопасности, к примеру, при охлаждении агрегатов ТЭС и АЭС. Кроме того, возрастает опасность инфекционных заболеваний.

Такие неблагоприятные погодные явления, как гололёд, «косой дождь», «ледяной дождь», чередование оттепели и заморозков, способствуют нарушению деятельности и разрушению гидротехнических сооружений, линий энергоснабжения и строений.

Изменение климата способно обострить и проблему карстовых провалов, которая актуальна как минимум для Красносельского и Пушкинского районов Санкт-Петербурга. Изменение режима грунтовых вод и подземных водных объектов, связанное с колебаниями температуры, числа и интенсивности осадков, повышением уровня моря, способно увеличивать карстовую опасность, грозящую самыми негативными последствиями для густонаселённого и насыщенного потенциально опасными объектами города, каким является Санкт-Петербург.

Ещё одной актуальной для Санкт-Петербурга проблемой становится распространение чужеродных (инвазивных) видов растений и животных, и не только переносящих опасные заболевания. Невская губа и Финский залив, связанные маршрутами морских перевозок с множеством регионов мира, представляют собой классический пример системы, наиболее подверженной опасности вселения инвазивных видов. Климатические изменения создают для многих из них, завозимых с балластными водами судов, приемлемые условия для существования и размножения. К примеру, в Невской губе и восточной части Финского залива зарегистрированы чужеродные и потенциально токсичные водоросли и цианобактерии. Существует угроза их массового размножения.

С изменением климата некоторые исследователи связывают и катастрофическое распространение в Санкт-Петербурге голландской болезни вязов. Из-за потепления северные границы ареалов переносчиков этой болезни — ильмовых заболонников — сместились на север вплоть до южной части Финляндии³.

В 2017 году журнал «Окружающая среда Санкт-Петербурга» сообщил: «В парке Лесотехнического университета в период с 1995 по 2014 год погибло около 70 % вязов. В настоящее время старовозрастные вязы в исторических парках Санкт-Петербурга массово погибают (Летний сад, Екатерининский сад, Михайловский сад, Александровский парк, Таврический сад и т. д.) Голландская болезнь уничтожает деревья и в молодых посадках вязов вдоль улиц во всех районах города. В 2016 году зарегистрировано около 800 очагов голландской болезни».

² <http://rusdtp.ru/page,1,2,49686-letayuschaya-plita-upala-na-mashinu-vpeterburge.html>

³ Современное состояние вязов в парке-дендрарии Ботанического сада Петра Великого в условиях эпифитотии голландской болезни вязов. <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sostoyanie-vyazov-ulmus-l-ulmaceae-v-parke-dendrarii-botanicheskogo-sada-petra-velikogo-v-usloviyah-epifitotii-gollandskoy/viewer>



1.4. Деградация вечной мерзлоты и связанные с этим риски

Не вечная мерзлота

Зимов Никита Сергеевич,

научный сотрудник Тихоокеанского института географии ДВО РАН (ТИГ ДВО РАН)

Более 60 % территории России располагается на мерзлоте. Толщина мёрзлого слоя может составлять от нескольких сотен сантиметров до 1 300 метров. Начиная с середины прошлого века Советский Союз активно осваивал северные территории и занимался строительством инфраструктуры на мёрзлых грунтах. На решение этих задач были направлены усилия целых институтов. В результате были разработаны правила и нормативы строительства, которые позволили построить устойчивую инфраструктуру десятков городов.

Однако с конца XX века началось глобальное потепление климата. Температура в Арктике растёт в 2–3 раза быстрее, чем в среднем по планете [1]. Вслед за повышением температуры воздуха началось повышение температуры мерзлоты. Средний темп роста температур 0.3–1 градус Цельсия за 10 лет [1]. При этом в последние годы рост температуры почвы и мерзлоты ускоряется (1). Локальные процессы таяния мерзлоты были замечены в Арктике в 2017–2018 годах, после серии тёплых и снежных зим [2].

Во многих регионах России мерзлота на 50 и более процентов состоит из льда. При повышении температуры лёд тает и образуются просадки грунта. В этом случае таяние мерзлоты происходит катастрофическими темпами. Разрушаются экосистемы, формируются овраги, каньоны и термокарстовые озёра. Дома и дороги, построенные на мерзлоте, разрушаются. Этот процесс может стать саморазвивающимся и будет происходить даже в условиях неизменного климата. Наглядным примером таких разрушений может служить Батагайский кратер. Таким образом, даже в Арктической зоне сплошной мерзлоты, где в настоящий момент температура мерзлоты находится в диапазоне –3...–7 градусов Цельсия, несколько anomalно тёплых и снежных зимних сезонов могут спровоцировать активное таяние мерзлоты. Даже если опираться на консервативные климатические модели, получается, что как минимум 25 % инфраструктуры северных городов России будет разрушено к 2050 году [3].

Мерзлота — крупнейший резервуар органики: в ней законсервировано 1400–1800 млрд тонн углерода [4, 5]. При таянии мерзлоты микробы перерабатывают эту органику в углекислый газ и метан, которые являются парниковыми газами. Согласно экспертной оценке, если человечество пойдёт по сценарию роста выбросов парниковых газов (RCP8.5), то до конца XXI века мерзлота высвободит более 200 млрд тонн органического углерода в виде парниковых газов [6]. Что в пересчёте на годовую эмиссию составляет более 20 % от нынешней антропогенной эмиссии. Однако с момента формирования данной экспертной оценки появляется всё больше данных, свидетельствующих о том, что катастрофический характер таяния мерзлоты значительно увеличит поток парниковых газов [7]. Также недостаточно оценена доля метана в суммарной эмиссии парниковых газов из мерзлоты [8]. При рассмотрении парникового эффекта во временном масштабе XXI века, метан в 33 раза более сильный парниковый газ, чем CO₂, и если 10–20 % мерзлотного резервуара углерода будет преобразовано в метан, это может значительно ускорить глобальное потепление. Глобальное потепление в свою очередь дополнительно ускорит таяние мерзлоты. Также следует учитывать, что при гниении органики вырабатывается тепло, и в случае микробной активности в толще, богатой органикой, продуцированного тепла будет достаточно для оттаивания нижележащей мерзлоты даже при стабильном климате [9].

30



Таким образом, вопреки консервативным прогнозам и моделям, ожидающим планомерное отступление мерзлоты начиная с её южной границы, можно уже в ближайшие три десятилетия ожидать таяния мерзлоты на больших территориях, которое будет сопровождаться разрушением инфраструктуры и значительным потоком парниковых газов в атмосферу.

В этой связи необходимо разрабатывать и внедрять инженерные решения по стабилизации мерзлоты под существующими объектами инфраструктуры. При строительстве новых объектов необходимо учитывать понижение несущей способности грунтов в связи с таянием мерзлоты.

Особое внимание стоит уделить геотехническим подходам к решению проблемы глобального потепления. В качестве примера таких подходов можно привести ревайлдинговый проект «Плейстоценовый парк». Этот научный проект ставит целью восстановить высокопродуктивные пастбищные экосистемы в Арктике и через это повлиять на климат и температуру мерзлоты [10]. Показано, что на северных пастбищах поверхность лучше отражает солнечное тепло. В почве лучше накапливается органический углерод, а животные через вытаптывание снега позволяют сильнее охлаждать мерзлоту [10].

Литература

1. Richter-Menge, J. *The Arctic* [in "State of the Climate in 2019"] / J. Richter-Menge, Matthew L. Druckenmiller et al. // *Bull. Amer. Meteor. Soc.* — 2020. — 101 (8). — pp. 239–285. DOI: <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-20-0086.1>.
2. Anisimov O. *A Methane Emission in the Russian Permafrost Zone and Evaluation of Its Impact on Global Climate* / O. A. Anisimov, S. A. Zimov, E. M. Volodin, S. A. Lavrov // *Russian Meteorology and Hydrology*. — 2020. — Vol. 45, No. 5. — pp. 377–385. DOI: [10.3103/S106837392005009X](https://doi.org/10.3103/S106837392005009X).
3. Shiklomanov N. I. *Climate Change and Stability of Urban Infrastructure in the Russian Permafrost Regions: Prognostic Assessment Based on GCM Climate Projections* / N. I. Shiklomanov, D. A. Streletskiy, T. B. Swales, V. A. Kokorev // *Geographical Review*. — 2017. — Vol. 107:1. — pp. 125–142. DOI: <https://doi.org/10.1111/gere.12214>.
4. Tarnocai C. *Soil organic carbon pools in the northern circumpolar permafrost region* / C. Tarnocai, J. G. Canadell, E. A. G. Schuur, P. Kuhry, G. Mazhitova, S. Zimov. // *Global Biogeochemical Cycles*. — Vol. 23, GB2023. — 11 p. DOI, doi:[10.1029/2008GB003327](https://doi.org/10.1029/2008GB003327).
5. Hugelius G. *Estimated stocks of circumpolar permafrost carbon with quantified uncertainty ranges and identified data gaps* / G. Hugelius, J. Strauss, S. Zubrzycki, J. W. Harden // *Biogeosciences*. — 2014. — 11(23). — pp. 6573–6593. DOI: [10.5194/bg-11-6573-2014](https://doi.org/10.5194/bg-11-6573-2014).
6. Schuur E. A. G. *Expert assessment of vulnerability of permafrost carbon to climate change* / E. A. G. Schuur, B. W. Abbott et al. // *Climatic Change*. — 2013. — 119. — pp. 359–374. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0730-7>.
7. Turetsky M. R. *Permafrost collapse is accelerating carbon release* / M. R. Turetsky et al. // *Nature*. — 2019. — Vol. 569. — pp. 32–34. DOI: <https://doi.org/10.1038/d41586-019-01313-4>.
8. Anthony K. W. *21st-century modeled permafrost carbon emissions accelerated by abrupt thaw beneath lakes* / Katey Walter Anthony et al. // *Nature Communications*. — 2018. — 9. — 11 p. DOI: [10.1038/s41467-018-05738-9](https://doi.org/10.1038/s41467-018-05738-9).
9. Khvorostyanov D. V. *Vulnerability of permafrost carbon to global warming. Part I: model description and role of heat generated by organic matter decomposition* / D. V. Khvorostyanov, G. Krinner, P. Ciais, M. Heimann, S. A. Zimov // *Tellus B: Chemical and Physical Meteorology*. — 2008. — Vol. 60:2. — pp. 250–264. DOI: [10.1111/j.1600-0889.2007.00333.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0889.2007.00333.x).
10. Zimov S. A. (2005). *Pleistocene Park: Return of the Mammoth's Ecosystem* / S. A. Zimov // *Science*. — Vol. 308 Iss. 5723. — pp. 796–798. DOI: [10.1126/science.1113442](https://doi.org/10.1126/science.1113442).



Усиление климатических рисков для Российской Федерации в ближайшее десятилетие

Засурский Иван Иванович,

канд. филол. наук, завкафедрой новых медиа и теории коммуникации факультета журналистики МГУ им. М. В. Ломоносова, основатель проектов *Climatescience (Наукаоклимате.рф)*, «Частный Корреспондент», «Научный Корреспондент», «Федеральная резервная система банков знания», регистратора «Ноосфера» и конкурса «Путьвнауку.рф», президент Ассоциации интернет-издателей

Сценарий взрывного выхода метана может привести к климатической катастрофе уже в 2030–2040 годах. На сегодняшний день быстрые темпы глобального потепления и потепления на территории России в целом соответствуют первому прогнозу изменений глобального климата, данному М. И. Будыко (М. И. Будыко 1972). Данный прогноз также предполагает полное исчезновение морских многолетних льдов в Арктике к 2050 г. Останутся только однолетние льды, зимой они будут покрывать почти всю Арктику, но летом быстро таять, а в сентябре Арктика всё чаще будет свободной от льда. На сегодня этот прогноз также оправдывается. Согласно последним данным IPCC, спутниковые наблюдения фиксируют быстрое исчезновение арктических многолетних льдов. По нескольким сценариям IPCC, где выбросы парниковых газов максимальны, оставшиеся льды должны исчезнуть в период между 2050–2100 гг., если не раньше (Newton et al., 2016).

Такое развитие событий хорошо вписывается в наиболее агрессивный на сегодняшний день сценарий увеличения атмосферной концентрации углекислого газа, именуемый в IPCC как RCP 8.5, «business as usual» или сценарий с минимальным контролем выбросов. К настоящему моменту повышение температуры приповерхностного слоя воздуха также соответствует этому сценарию, с оговоркой на точность математических моделей, которые отличаются друг от друга по основному критерию чувствительности к удвоению атмосферного CO₂. Сейчас весь спектр этого параметра варьирует между 1.8 до 5.6 градусов потепления (Zelinka et al., 2020). На территории России это среднее глобальное повышение усиливается примерно с коэффициентом 2.5.

В последнее время появилась новая информация, которая была недоступна М. И. Будыко и детально не анализировалась IPCC (2014). Прежде всего это пересмотр суммарных оценок запасов метана в вечной мерзлоте, которые на сегодняшний день составляют 1670–1850 Пг (1 Пг = 1015 г, или миллиард тонн) углерода (AMAP, 2017; 10, Schuur et al., 2015; 6, Lenton et al., 2019). Если предположить единовременное высвобождение 10 % от общего углерода вечной мерзлоты в форме метана в атмосферу (сейчас эта доля 2–3 %, но потенциально она может увеличиться), это приведет к усилению парникового эффекта планеты до такого же уровня, как и увеличение атмосферной концентрации CO₂ в 7–8 раз. Конечно, это будет лишь краткосрочный эффект, так как время жизни метана в атмосфере примерно 12 лет. Это будет резкий всплеск температуры, пока метан не разложится, а океан не поглотит «лишнее» тепло и система не достигнет некоего равновесного состояния. При этом пусть гипотетически, но можно ожидать увеличения средней температуры примерно на 10 градусов, что за тысячелетия уберет устойчивое состояние оледенений Гренландии и Антарктиды. При этом, возможно, что Земля пропустит следующий ледниковый период, это возможно при таком парниковом эффекте. Тогда в течение тысяч лет на Земле будет климат как в позднем Меловом периоде примерно 65–100 миллионов лет назад.

Российские учёные склоняются к тому, что скорость поступления метана в атмосферу продолжит свое увеличение в том числе и из-за таяния вечной мерзлоты и потепления в Арктике (Анисимов и др., 2020). Те же авторы предупреждают, что уже в ближайшие десятилетия

эмиссия метана только из многолетнемерзлых грунтов (ММГ) может сравниться с современным его суммарным антропогенным поступлением в атмосферу или даже превысить его. Более того, некоторые исследования не исключают возможность «взрывного» выхода этого парникового газа в атмосферу (Turetsky et al., 2020). Много шума наделала новость о начале выхода метана из океана, зафиксированная экспедицией на судне «Академик Келдыш» в этом году, однако до возвращения корабля в порт у учёных нет доступа к полным данным экспедиции. Система мониторинга метана в РФ ограничена несколькими пунктами, среди них Тикси. Пока измерения показывают лишь сезонный ход, а пики меньше, чем на станции Новый Порт, расположенной в зоне влияния традиционной добычи газа (Росгидромет, 2020). Кроме этих наблюдений измерения проходят по инициативе зарубежных партнёров. Мониторинг и рост финансированием исследований крайне важны сегодня.

Гипотетическое предположение о взрывном выходе метана на 2 % площади вечной мерзлоты в северном полушарии приведёт к таким же последствиям, как и постепенное увеличение атмосферной концентрации углекислого газа по наиболее нежелательному сценарию из принятых экспертами ООН: IPCC RCP 8.5 (Turetsky et al., 2020). В отличие от RCP 8.5, где увеличение температуры до 5 градусов Цельсия ожидается только к 2100 г., такой пусть гипотетический, но очень негативный сценарий взрывного выхода метана может привести к такому же росту парникового эффекта уже в 2030–2040 годах.

С практической точки зрения, для РФ повышение глобальной температуры на 5 и выше градусов является катастрофическим в полном смысле этого слова. Большая часть территории страны находится в северных широтах и Арктике, где увеличение температуры будет происходить быстрее, чем в более низких широтах, и негативно скажется на коммуникациях, включая железные дороги и трубопроводы. В дополнение к повышению температуры, модели предсказывают увеличение частоты и продолжительности засух в центральных и южных районах страны, что также негативно скажется на сельском хозяйстве юга РФ (Росгидромет, 2017). Усиление температуры в зоне бореальных лесов приведёт к увеличению площади и частоты мегапожаров (пожары с площадью более 1000 га), особенно в Восточной Сибири (Natole et al., 2020). Арктическое потепление полностью откроет Северный Морской Путь, который сможет функционировать круглый год. Ожидаемая тёплая погода и усиление атмосферных осадков в Арктике при её потеплении усилят биологическую продукцию естественных экосистем, включая леса, что может частично компенсировать потери от пожаров. Следует иметь в виду, однако, что на коротком интервале времени после взрывного выхода метана экономические потери будут проявляться практически мгновенно, а экономические выгоды (например прирост лесов) потребуют определенного периода ожидания. Кроме того, уход многолетнего льда может привести к коллапсу экосистем Арктики и исчезновению их обитателей.

Точка зрения мирового климатологического сообщества

На настоящий момент мировое климатическое сообщество пришло к единой позиции в отношении причин глобального потепления, связанных с деятельностью человека, однако ещё далеко до консенсуса по поводу вероятности осуществления описанного выше сценария взрывного выхода метана, который при условии наложения на сценарий RCP 8.5 мы могли бы назвать «Самым плохим сценарием» 2030, или, используя сложившуюся терминологию, RCP 8.5+. Действительно, как показано выше, такой сценарий может привести к росту температуры на несколько градусов практически мгновенно, за несколько лет. По словам климатолога из Государственного университета штата Нью-Йорк Андрея Лапениса, разработка Самого плохого сценария, подразумевающего быстрый выход метана в атмосферу, сделает классический сценарий RCP 8.5 отнюдь не самым катастрофическим.



Недавние пожары поставили вопрос об ответственности стран за происходящие на их территории процессы с новой остротой. Однако можно утверждать, что привлекательность стратегий по уменьшению выбросов окажется несколько сниженной в ближайшем будущем из-за крайней доступности углеводородов вследствие обвала цен на нефть на мировых рынках. Ситуация осложняется тем, что в самых опасных с точки зрения изменения климата юрисдикциях, среди которых, судя по объёмам вечной мерзлоты, Россия занимает почётное первое место, не ведётся достаточно массового мониторинга выхода парниковых газов там, где это действительно необходимо. Мы очень мало знаем о том, что происходит с метаном в районах болот и на обширных арктических территориях.

Предлагаемые меры по определению вероятности сценария взрывного потепления и по усилению позиций РФ в мировой политике как основного действующего лица в борьбе с глобальным потеплением:

1. Необходимы интенсивные и безотлагательные меры, направленные на установление реальной ситуации по возможному взрывному выходу метана из вечной мерзлоты, включая возможный «отклик» арктических озёр и болот. Такую работу невозможно провести в сжатые сроки на имеющейся научной базе. Например, необходимо нарастить выпуск самолётов-лабораторий, способных проводить высокоточные измерения метана в атмосфере на больших территориях. В настоящее время имеется (на всю РФ) один такой самолёт в Институте оптики атмосферы в Томске (РАН), у которого, к сожалению, не осталось лётного ресурса. Для мониторинга одной только Восточной Сибири на первом этапе измерений нужно по крайней мере порядка 10 машин-лабораторий, оснащённых самым современным измерительным оборудованием. Впрочем, даже 10 летающих лабораторий, вероятно, не позволят получить реальной картины, которую могли бы дать, допустим, 10 тысяч аэростатов или миллион гравитационно-нейтральных дронов, снабжённых необходимым оборудованием для постоянного мониторинга выхода метана в атмосферу. Развёртывание подобной системы позволило бы в корне переломить ситуацию и с лесными пожарами.

Разумеется, параллельно необходимо увеличить в несколько раз наземные замеры поступления метана из почвы в атмосферу по всему периметру Российского сектора Арктики. Последнее возможно при увеличении полевого штата профильных институтов (ААНИИ, ГГИ, ГГО). Также имеет смысл организовать точечные приглашения ведущих мировых учёных (включая соотечественников) на проекты в РФ по модели мегагрантов, нацеленных на эту конкретную проблему.

2. Полученные данные помогут российским учёным получить, а затем представить в ИРСС новую важную информацию.
3. Только кардинальное усиление исследований может создать условия, необходимые для реальной мобилизации научного сообщества для решения задач, важность которых, с точки зрения человечества, гораздо выше, чем у «атомного проекта», ради которого пришлось создать целую индустрию. Также необходимо развивать и международное сотрудничество: в ближайшем будущем тема предотвращения худших сценариев климатической катастрофы и адаптации к её последствиям станет главной. Многие представители научной школы академика Будыко стали звёздами современной климатологии.
4. Необходимо в сжатые сроки усилить национальные предложения по реальному сокращению выбросов парниковых газов. Такие разработки есть в Институте глобальной экологии имени Ю. А. Израэля. Правительство должно научиться сопротивляться напору сырьевых и государственных бизнесов, для которых экономия на издержках и стратегическом развитии является основной стратегией поддержания «стабильности» в ради-



кально меняющихся условиях. Такая «прибыль» обернётся колоссальными убытками для всех, однако специфика управления российскими активами с номинальными собственниками, коррупционными артелями и товариществами, провоцирует стратегическое сопротивление и безответственность управленцев, для которой в условиях климатической катастрофы нет и не может быть никаких оправданий.

Образ России как «оплота реакции» в вопросах климата, закреплённый указом с символическим номером (666), формальное соблюдение Парижского соглашения, означают неминуемое введение ограничений на внешних рынках, справиться с которыми могла бы только яркая и убедительная стратегия, направленная на выполнение поставленных выше задач в целях снижения выбросов и предотвращения превращения климатического кризиса в глобальную природную катастрофу.

5. России надо занять достойное место в борьбе с изменением климата. Для этого необходимо перейти от формального подхода к реальным шагам:

— индустрия должна быть не препятствием, а ключевым стейкхолдером в процессе снижения выбросов, рисков и ликвидации последствий выхода метана.

— снижение выбросов должно стать реальным приоритетом в сфере исследований и разработок и ключевым критерием госфинансирования индустрии и программ технологической модернизации, а также критерием верности мер по стимулированию экономики.

Список литературы

1. Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic // AMAP Report to the Arctic Council, chapter 4. — Oslo: 2017. — 269 pp. DOI: <https://doi.org/10.1029/2002WR001512>.
2. Hammond A. L. Inadvertent Climate Modification. Report of the Study of Man's Impact on Climate (SMIC) / A. L. Hammond. — Cambridge: M. I. T. Press., 1971. — 308 pp. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.176.4030.38-a>.
3. Hausfather, Z. Emissions — the 'business as usual' story is misleading / Z. Hausfather, G. P. Peters // Nature. — 2020. — 577. — 618–620 DOI: <https://doi.org/10.1038/d41586-020-00177-3>.
4. Emissions: world has four times the work or one-third of the time. New synthesis shows what a wasted decade means for the climate pact made in Paris / N. Höhne et al. // Nature. — 2020. — 577. — pp., 25–28.
5. Climate Change 2014: Synthesis Report / [Core Writing Team, R. K. Pachauri and L. A. Meyer (eds.)] // IPCC, Geneva, Switzerland. — 151 pp. — DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324>.
6. Lenton T. M. Climate tipping points — too risky to bet against / T. M. Lenton, J. Rockström, O. Gaffney, S. Rahmstorf, K. Richardson, W. Steffen, H. J. Schellnhuber // Nature. — 2019. DOI: <https://doi.org/10.1038/d41586-019-03595-0>.
7. Manabe S. Thermal Equilibrium of the Atmosphere with a Given Distribution of Relative Humidity / S. Manabe, R. T. Wetherald // Journal of the Atmospheric Sciences. — 1967. — DOI: [https://doi.org/10.1175/1520-0469\(1967\)024<0241:TEOTAW>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0469(1967)024<0241:TEOTAW>2.0.CO;2).
8. Natole M. Jr. Machine Learning Algorithms Identified Climate Warming as Principle Control of Forest Mega-Fires in East Siberia / M. Jr. Natole, Y. Ying, A. Buyantuev, M. Stessin, A. Lapenis // Global Biogeochemical Cycles (in preparation), 2020.
9. Newton R. White Arctic vs. Blue Arctic: A case study of diverging stakeholder responses to environmental change / R. Newton, S. Pfirman, P. Schlosser, B. Tremblay, M. Murray, R. Pomerance // Earth's Future. — 2016. — № 4. — pp. 396–405. DOI: <https://doi.org/10.1002/2016EF000356>.
10. Climate change and the permafrost carbon feedback / E. A. G. Schuur et al. // Nature, — 2015. — № 520. — pp. 171–179. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature14338>.
11. Causes of Higher Climate Sensitivity in CMIP6 Models. / M. D. Zelinka et al. // Geophysical Research Letters. — 2020. DOI: <https://doi.org/10.1029/2019GL085782>.
12. Будыко М. И. Влияние человека на климат. — Л.: Гидрометеорологическое издательство. 1972. — 46 с.
13. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2019 год // Росгидромет. — Москва, 2020. — 97 с. URL: <http://www.meteorf.ru/press/releases/20628/>.
14. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2016 год // Росгидромет. — Москва, 2017 — 70 с. — URL: http://www.meteorf.ru/upload/pdf_download/Доклад2016.pdf.



1.5. Последствия для здоровья населения

Оценка последствий климатических изменений на здоровье граждан и санитарно-эпидемиологическое обстановку

Ревич Борис Александрович,

д-р мед. наук, профессор, главный научный сотрудник и заведующий лабораторией Института народнохозяйственного прогнозирования РАН, лауреат Нобелевской премии мира в составе Межправительственной группы экспертов по изменению климата, 2007 г.

1. **Оценка последствий изменения климата на здоровье городского населения.** Одно из основных последствий изменений климата — увеличение числа дней с экстремально высокой температурой, учащение волн жары и сильных осадков. Происходит рост не только числа таких волн, но и их продолжительности. По оценкам ВОЗ, климатические изменения становятся причиной от 1 до 10 % смертей в старших возрастных группах в Европе, в мире возможно до 150 тыс. дополнительных смертей и 5,5 млн лет нетрудоспособности в год, что составляет 0,3 % общего числа смертельных исходов и 0,4 % общего числа лет нетрудоспособности. Экономический ущерб от дополнительной смертности в результате климатических изменений в мире в целом составляет от 6 до 88 млрд долларов в год. Жаркое лето 2010 привело к пожарам и резкому подъёму смертности в европейской части России, в Москве избыточное число случаев достигла 11 тыс. Из этого числа 40 % было связано с аномально высокой температурой, 29 % — с воздействием загрязнённого атмосферного воздуха и 31 % — с суммарным влиянием этих двух факторов. В период этой жары число вызовов скорой медицинской помощи по поводу инсультов возросло в 2,5 раза, пневмонии — в 5 раз. Периоды аномальной жары на российской территории наблюдаются ежегодно, в том числе в Сибири и на Дальнем Востоке.
2. **Прогнозные оценки последствий изменения климата с точки зрения ухудшения качества воздуха и его влияния на здоровье.** В России оценить перспективы качества воздуха в будущем крайне затруднительно, так как существуют различные векторы развития этой ситуации. С одной стороны, декларируется развитие угольной промышленности, что может привести к дальнейшему загрязнению атмосферного воздуха, особенно в Сибири; с другой стороны, реализуется федеральный проект «Чистый воздух», направленный на уменьшение загрязнения воздуха в 12 городах, и планируется увеличение числа таких городов, имеющих специальное федеральное финансирование в рамках национальных проектов.
3. **Прогнозные оценки последствий изменений климата с точки зрения его влияния на здоровье городского населения.** К 2050 году ВОЗ ожидает дальнейшее увеличение числа смертельных исходов в Европе, кроме северных стран, вызванных потеплением климата, примерно на 1,0–1,5 % по сравнению с началом XXI столетия. В городах российского Арктического макрорегиона (Мурманске, Архангельске и Якутске) к 2090–2099 гг. по сравнению с 1990–1999 гг. ожидается некоторое (на 3,2–4,5 %) снижение смертности в зимний период.
4. **Оценка последствий изменений климата с точки зрения санитарно-эпидемиологической обстановки и их влияния на здоровье на территориях многолетней мерзлоты.** Постепенное потепление климата в Арктике и летняя аномально жаркая погода при-



водят к постепенной деградации многолетней мерзлоты, в результате чего возможно разрушение скотомогильников. Из-за этого в 2014 году на территории ЯНАО произошла вспышка сибирской язвы. Наиболее высок популяционный риск от разрушения скотомогильников на территории Якутии и Таймырского АО. Нарушение многолетней мерзлоты влечёт также повреждения фундаментов зданий и инженерных сооружений, в том числе водопроводно-канализационных систем. В таких аварийных ситуациях может оказаться до 1 млн человек, причём одно из последствий этого — инфицирование воды и увеличение числа кишечных инфекционных заболеваний.

В Арктике наиболее уязвимая группа населения — коренные народы, которым приходится менять традиционные устои жизни и питания. Увеличение числа аномальных погодных явлений, свойственных потеплению климата, может привести к нарушению традиционного природопользования, транспортным проблемам. При ограничении привычных способов охоты, рыбной ловли и передвижения возможны перебои в привозе продовольствия и других товаров. Повышение температуры воздуха в традиционных местах хранения продуктов питания может стать причиной возникновения острых кишечных инфекций.

Таяние многолетней мерзлоты, изменения в распространении снежного покрова и наблюдаемое в последние годы более раннее таяние и более позднее образование речного льда приводят к нарушению традиционных путей миграции северных оленей между зимними и летними пастбищами. Изменения миграционных путей диких оленей и их кормовой базы, уменьшение поголовья морских животных могут выразиться в сокращении традиционных промыслов коренных малочисленных народов Арктики. В ряде стран уже предприняты адаптационные меры по переселению малых народов в специальные поселения. Однако это заставляет их изменить образ жизни, что приводит к психологическим стрессам, и впоследствии очень немногие представители коренных народов будут способны вернуться к сложной и продуманной модели кочевого оленеводства и культурным традициям.

5. **Оценка последствий изменений климата с точки зрения ухудшения санитарно-эпидемиологической обстановки и его влияния на здоровье.** Потепление климата привело к повышению заболеваемости климатозависимыми инфекциями. На южных территориях (Астраханская и Волгоградская области) значительно увеличилось число случаев заболеваний лихорадкой Западного Нила; в Волгоградской, Ростовской областях и Калмыкии — Крымской лихорадкой; возможно появление этих заболеваний и в центре европейской части России. На побережье Черного моря обнаружены размножающиеся популяции комаров — переносчиков других лихорадок. Отсутствие популяционного иммунитета определяет особенно тяжёлый характер течения инфекций и высокую летальность. Дальнейшее опустынивание южных регионов (Калмыкии, Ставропольского края и других) может привести к возрастанию числа болезней, передающихся через недоброкачественные воду и пищевые продукты. Увеличение масс пыли, перемещаемой с пустынных и полупустынных территорий на селитебные территории, может стать причиной дополнительной заболеваемости и смертности, особенно от сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний

На европейском севере потепление климата способствует смещению границы распространения иксодовых клещей — основных переносчиков клещевого энцефалита на северо-восток — и удлинению периода их активности. В Архангельской области и Республике Коми произошло продвижение на север клещевого энцефалита. При дальнейшем потеплении возможно расширение ареала клещей — переносчиков вируса клещевого



энцефалита — в северном направлении на территории Республики Карелия, Архангельской области и Республики Коми, а также продвижение на территории Сибири и Дальнего Востока в северном и северо-восточном направлениях. Изменения климата в Арктике приводят также к изменениям среды обитания животных и риску заражений для людей, например, бешенством.

6. **Оценка последствий изменений климата для здоровья населения с учётом сочетанного воздействия загрязнённого атмосферного воздуха и вируса COVID-19.** В 2020 году в некоторых городах США, Италии, Испании, Китая и других странах доказано увеличение заболеваемости и смертности от вируса в городах с наиболее высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха. Это связано с тем, что присутствие в атмосферном воздухе повышенных концентраций мелких взвешенных частиц способствует переносу вирусов на большие расстояния от инфицированного источника. Кроме того, частицы усиливают воспалительную реакцию организма от воздействия вируса на органы дыхания, а также снижение иммунитета.

Литература

1. *Comunian S. Air Pollution and Covid-19: The Role of Particulate Matter in the Spread and Increase of Covid-19's Morbidity and Mortality / Silvia Comunian, Dario Dongo, Chiara Milani, Paola Palestini // Int J Environ. Res. Public. Health. — 2020. — 17 (12). — 20 p. DOI: 10.3390/ijerph17124487.*
2. *Dutheil F. COVID-19 as a factor influencing air pollution? / F. Dutheil, J. Baker, V. Navel // Environmental Pollution. — 2020. — 263 (Part A). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114466>.*
3. *Guojun He. COVID-19, City Lockdown, and Air Pollution: Evidence from China / He. Guojun, Y. Pan, T. Tanaka // Nature Sustainability. — 2020. DOI: <https://doi.org/10.1101/2020.03.29.20046649>.*
4. *Wu X. «COVID-19 PM2.5 A national study on long-term exposure to air pollution and COVID-19 mortality in the United States» [Электронный ресурс] / Xiao Wu, Rachel C. Nethery, M. Benjamin Sabath, Danielle Braun, Francesca Dominici // URL: https://projects.iq.harvard.edu/files/covid-pm/files/pm_and_covid_mortality.pdf.*
5. *Zhu Y. Association between short-term exposure to air pollution and COVID-19 infection: Evidence from China / Zhu Y, Xie J, Huang F, Cao L. // Sci Total Environ. — 2020. — 727:138704. DOI: 10.1016/j.scitotenv.*



2. Изменение климата: экономические и политические риски

2.1. Тренды глобального низкоуглеродного развития и их влияние на экономику РФ

Тренды глобального низкоуглеродного развития и их влияние на РФ: анализ рисков и возможностей для российского экспорта углеводородов

*Макаров Игорь Александрович,
доцент Департамента мировой экономики факультета мировой экономики
и мировой политики Высшей школы экономики, канд. экон. наук*

Усилия мирового сообщества по сокращению выбросов парниковых газов представляют собой вызов для стран, зависящих от производства и экспорта ископаемого топлива. Декарбонизация означает реализацию мер по переходу к более чистым источникам энергии, энергосбережению и повышению энергоэффективности, что негативно сказывается на спросе на ископаемое топливо. В России в 2017 г. нефть и газ были источником примерно 40 % доходов федерального бюджета¹, на них приходилось 70 % российского экспорта². В Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года «изменение структуры мирового спроса на энергоресурсы и структуры их потребления, развитие энергосберегающих технологий и снижение материалоемкости, развитие «зелёных технологий» отнесено к числу вызовов и угроз экономической безопасности³.

Ключевым инструментом координации усилий разных стран по сокращению выбросов парниковых газов является Парижское соглашение. Его стороны установили национальные цели по сокращению выбросов в формате определяемых на национальном уровне вкладов (Nationally Determined Contributions — NDC) — в основном на 2030 г. Перечень вкладов ведущих стран приведён в таблице 1. Предполагается, что каждые пять лет с 2023 г. NDC будут пересматриваться в сторону ужесточения. Таким образом, если мы даём прогноз усилий мирового сообщества по сокращению выбросов парниковых газов на ближайшие десятилетия, то можем рассматривать NDC стран как минимальную планку ожидаемых усилий по декарбонизации.

¹ По данным Министерства финансов РФ.

² По данным Федеральной таможенной службы.

³ Указ Президента Российской Федерации «О Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года» от 13 мая 2017 г. № 208.



Таблица 1. Определяемые на национальном уровне вклады ведущих стран, задекларированные в рамках подготовки Парижского соглашения⁴

Страна	Содержащиеся в INDC цели по сокращению выбросов
Китай	Достичь пика выбросов CO ₂ к 2030 г., снизить углеродоёмкость ВВП на 60–65 %
США	Снизить выбросы ПГ на 26–28 % ниже уровня 2005 г. к 2025 г. (вышли из Парижского соглашения, но с высокой вероятностью вернуться)
ЕС	Снизить выбросы ПГ на 40 % ниже уровня 1990 г. к 2030 г.
Индия	Снизить углеродоёмкость ВВП на 33–35 % ниже уровня 2005 г. к 2030 г.
Япония	Снизить выбросы ПГ на 25 % ниже уровня 2005 г. к 2030 г.
Корея	Снизить выбросы ПГ на 37 % ниже уровня ВАУ в 2030 г.
Канада	Снизить выбросы ПГ на 30 % ниже уровня 2005 г. к 2030 г.
Бразилия	Снизить выбросы ПГ на 37 % ниже уровня 2005 г. к 2025 г.
Мексика	Снизить выбросы ПГ на 25 % ниже уровня ВАУ в 2030 г.
Индонезия	Снизить выбросы ПГ на 29 % ниже уровня ВАУ в 2030 г.
Австралия	Снизить выбросы ПГ на 26–28 % ниже уровня 2005 г. к 2030 г.

Сокращение выбросов сторонами Парижского соглашения невозможно без сокращения потребления ими ископаемого топлива. Определим спрос на российское ископаемое топливо на 2030 и на 2050 гг. с учётом выполнения странами целей, поставленных в Парижском соглашении по следующим сценариям⁵:

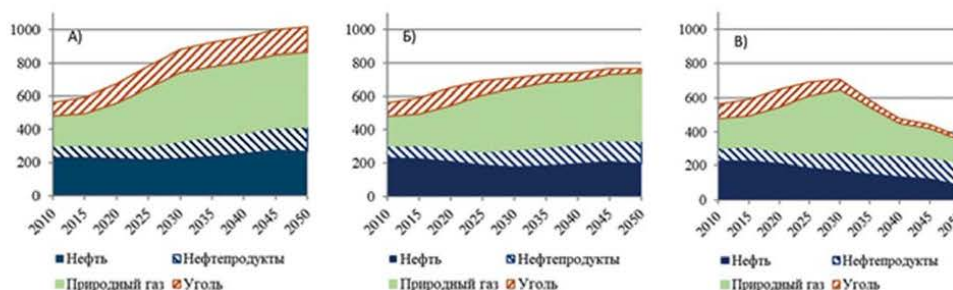
1. Базовый, при котором страны не предпринимают никаких усилий по сокращению выбросов — даже тех, которые задекларированы ими в рамках подготовки Парижского соглашения.
2. Сценарий «INDC» (Intended Nationally Determined Contributions), при котором страны к 2030 г. выполняют свои национальные вклады, задекларированные в процессе подготовки Парижского соглашения в 2015 г. После 2030 г. никаких дополнительных мер по сокращению выбросов странами не предпринимается.
3. Сценарий «2 градуса», при котором до 2030 г. страны полностью придерживаются своих национальных вкладов, а после этого предпринимают значительные дополнительные меры, позволяющие к 2050 г. удержать рост температуры 2 °С.

⁴ Источник: Farid M., Keen M., Papaioannou M., Parry I., Pattillo C. and Ter-Martirosyan A. After Paris: Fiscal, macroeconomic, and financial implications of climate change // IMF Staff Discussion, 2016, Note, 16(1).

⁵ Для симуляции сценариев используется модель EPPA (Economic Projection and Policy Analysis), разработанная в Массачусетском технологическом институте, в её шестой модификации.



Рисунок 1. Российский экспорт энергоносителей А) в базовом сценарии; Б) в сценарии «INDC»; В) в сценарии «2 градуса» (миллионов тонн нефтяного эквивалента)⁶



Симуляция по трём сценариям показывает, что выполнение странами мира Парижского соглашения оказывает значимое негативное влияние на российский энергетический экспорт. В сценарии «INDC» (Рисунок 1Б) он уже к 2030 г. на 20 % ниже, а в 2050 г. на 25 % ниже, чем в базовом сценарии, который не учитывает Парижское соглашение. В то время как в базовом сценарии (Рисунок 1А) экспорт всех энергоносителей растёт, в сценарии «INDC» резко снижается экспорт угля (к 2050 г. почти в 6 раз по сравнению с базовым сценарием), экспорт нефти остается относительно стабильным, а экспорт природного газа растёт, практически удваиваясь к 2050 г. по сравнению с 2010 г. Экспорт нефтепродуктов и природного газа в сценарии «INDC» растёт, но этот рост медленнее, чем в базовом сценарии.

В сценарии «2 градуса» (Рисунок 1В) существенно сокращается российский экспорт всех видов ископаемого топлива. По сравнению со сценарием «INDC», экспорт нефтепродуктов падает не слишком сильно, а вот экспорт сырой нефти снижается почти вдвое к 2050 г. Российский экспорт угля и природного газа в сценарии «2 градуса» по сравнению со сценарием «INDC» сокращается на 65 и 49 % соответственно.

Уголь вид топлива, наиболее уязвимый перед лицом мер по сокращению выбросов. Предполагается, что уже в среднесрочной перспективе спрос на уголь будет снижаться практически во всём мире. Так, МЭА утверждает, что если с 2000 по 2016 год угольные мощности в мире выросли на 900 ГВт, то с 2017 по 2040 год прирост ожидается лишь на уровне 400 ГВт, и то в основном за счёт мощностей, которые были спланированы или начали строиться до Парижского соглашения⁷.

В целом в отношении угля наблюдается явление, известное как «зелёный парадокс». Суть его состоит в том, что производители угля, ожидая тяжёлые времена в будущем, пытаются всеми силами нарастить производство и продажи сейчас, пока уголь ещё востребован⁸. Для инвесторов, напротив, уголь становится токсичным активом. Они не верят в будущее угольной отрасли и опасаются, что вложения в неё могут повредить их имиджу. Набирает ход движение дивестиций из угольной отрасли, к которому присоединились уже тысячи институциональных инвесторов. Более двух десятков стран объявили об отходе от угля

⁶ Источник: Макаров И. А., Чен Х., Пальцев С. В. Последствия Парижского климатического соглашения для экономики России // Вопросы экономики, 2018, № 4, с. 76–94.

⁷ EA. World Energy Outlook 2017. Paris, 2017.

⁸ Kotlikoff L. J., Polbin A. and Zubarev A. Will the Paris Accord Accelerate Climate Change? (No. w22731) // National Bureau of Economic Research, 2016.

к 2030 г. Совместное воздействие этих двух явлений таково, что можно ожидать некоторого увеличения использования угля в краткосрочном периоде и довольно резкого падения в дальнейшем⁹.

Перспективы экспорта российского угля будут определяться этими же тенденциями. После небольшого роста в начале 2020-х, он будет значительно снижаться и в сценарии «INDC», и тем более в сценарии «2 градуса». Это касается и европейского, и азиатского рынка, которые в настоящий момент ключевые для российских производителей угля. На этих рынках будет проходить постепенное замещение угля возобновляемыми источниками энергии и природным газом (в первую очередь в Азии), иногда энергией атомных электростанций (Китай и Япония).

С экспортом природного газа ситуация иная. ЕРРА предсказывает рост его мирового потребления в сценарии «INDC». Даже в Европе к 2050 г. оно будет на 25 %, а в Азии и вовсе на 60 % выше уровня 2015 г. Для российского природного газа сценарий «INDC» не несёт серьезных проблем. В то же время в сценарии «2 градуса» потребление природного газа в мире сокращается за счёт расширения использования ВИЭ.

Специфика рынка нефти в том, что спрос определяется в первую очередь её использованием в транспортной сфере, а не в энергетике. Климатическая политика разных стран, стимулируемая в том числе и Парижским соглашением, предполагает ужесточение стандартов сжигания автомобильного топлива и развитие систем общественного транспорта. Это приводит к тому, что в развитых странах рост спроса на нефть практически остановился. В развивающихся странах, где число автомобилей по-прежнему увеличивается, спрос на нефть продолжает расти¹⁰. Ключевым фактором развития рынка нефти в будущем станут новые технологические решения, в первую очередь электромобили¹¹. Однако остается неясным, когда эти решения будут массово воплощаться в жизнь.

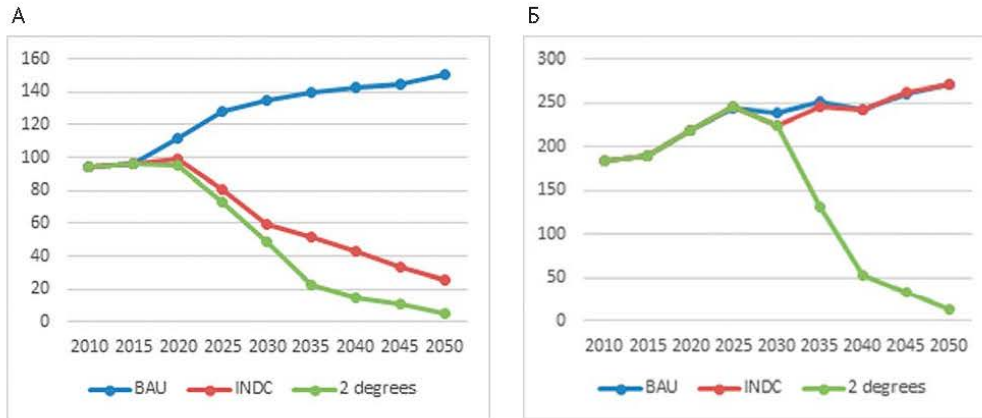
Наиболее быстрые изменения для российского экспорта энергоносителей ожидаются на рынке ЕС. В случае выполнения странами объединения задекларированных в рамках Парижского соглашения целей (снижение выбросов ПГ на 40 % ниже уровня 1990 г. к 2030 г.) российский экспорт угля сократится на 55 %, а природного газа — на 6 % по сравнению с базовым сценарием (Рисунок 2, сценарий «INDC»). Сокращение парниковых эмиссий на 55 % к 2030 году, что сейчас обсуждается в ЕС, приведёт к ещё большему снижению российского экспорта ископаемого топлива. Зелёный курс» ЕС, предполагающий достижение нулевых нетто-выбросов к середине XXI в., корреспондирует с целью ограничения роста глобальной температуры не более чем на 2 градуса к середине 21 века. Это означает почти полное прекращение экспорта российского ископаемого топлива в страны ЕС к 2050 г. (Рисунок 2, сценарий «2 degrees»).

⁹ Bauer N., McGlade C., Hilaire J. and Ekins P. Divestment prevails over the green paradox when anticipating strong future climate policies // Nature Climate Change, 2018, 8(2), p.130.

¹⁰ IEA, Oil Market Reports <https://www.iea.org/oilmarketreport/omrpublic/>

¹¹ Там же.

Рисунок 2. Экспорт российского ископаемого топлива в Европу в различных сценариях:
 2А) уголь, млн тонн; 2Б) ископаемый газ, млрд кубических метров
 («BAU» — Базовый сценарий; «INDC» — сценарий INDC, основанный на ОНУВ стран ЕС в рамках Парижского соглашения; «2 degrees» — сценарий, основанный на цели ограничения роста глобальной температуры в пределах 2 °C)¹²



ЕРРА, как и любая вычислимая модель общего равновесия, не предполагает технологических рывков, а следовательно, и каких-то революционных изменений на рынке нефти. Так, даже сценарий «INDC» предполагает рост экспорта российской нефти и нефтепродуктов к 2050 г. по сравнению с текущим уровнем, хотя этот рост менее быстрый, чем в базовом сценарии. В сценарии «2 градуса» ожидаемые объёмы экспорта российской нефти и нефтепродуктов к 2050 г. на треть ниже текущих значений и почти вдвое значений в базовом сценарии. Впрочем, при интерпретации данных сценариев необходимо помнить, что в случае с нефтью основные риски для производителей и экспортёров связаны с научно-технологическим прогрессом, который в модели существенно зависит от заданных предпосылок, которые достаточно консервативны.

Результаты моделирования показывают, что в сценарии «INDC» будет происходить падение среднегодовых темпов прироста российского ВВП на 0,2–0,3 п. п. к 2030 г. по сравнению с базовым сценарием. Дальнейшее ужесточение климатической политики в мире вызовет дополнительное сокращение темпов прироста ВВП примерно на 0,5 п. п. в период с 2035 по 2050 г. Выбор значений ВВП базового периода в пределах разумного интервала (от 1 до 3 %) не окажет существенного влияния на эти оценки.

Построенные в модели сценарии не являются прогнозами. Базовый сценарий фактически нереален и дан лишь для того, чтобы сравнивать результаты симуляции по другим сценариям со случаем «что было бы, если бы не было Парижского соглашения». Сценарии «INDC» и «2 градуса» следует рассматривать скорее как задающие нижнюю и верхнюю планку диапазона реалистичных прогнозных оценок. С одной стороны, весьма вероятно, что страны выполняют свои INDC. Более того, в 2023 г. вклады будут пересмотрены в сто-

¹² Makarov I., Y. H.H. Chen and S. Paltsev Impacts of climate change policies worldwide on the Russian economy // Climate Policy, 2020, 20(10), pp. 1242–1256.



рону ужесточения. Ряд NDC уже пересмотрены, например, странами ЕС. Очевидно, что и после 2030 г. стороны Парижского соглашения усилят меры климатической политики. Таким образом, предложенный сценарий «INDC» является для российского энергетического экспорта излишне оптимистичным.

С другой стороны, цель 2 °С многими рассматривается как невыполнимая, и этот сценарий, как следствие, для производителей ископаемого топлива чересчур пессимистичен. Реальные усилия по сокращению выбросов до 2050 г. будут лежать между этими двумя вариантами.

Следует также иметь в виду, что модель учитывает только постепенный научно-технический прогресс и игнорирует возможности технологических прорывов (например, в технологиях накопления или передачи энергии, которые могут дать мощный толчок развитию ВИЭ, в водородной энергетике, в развитии электромобилей). Такие прорывы в целом абсолютно не исключены, с учётом огромных инвестиций, которые вкладываются в НИОКР в области чистых технологий во всём мире.

Риски сохранения традиционной экономической структуры и Зелёный курс России

Татьяна Александровна Ланьшина,

канд. экон. наук, генеральный директор ассоциации «Цель номер семь», старший научный сотрудник РАНХиГС

В 2019–2020 гг. многие крупные экономики мира пообещали принять или уже приняли официальные решения о сокращении выбросов парниковых газов до нуля к 2050–2060 гг. Список стран, которые перейдут к углеродной нейтральности, включает ЕС, Великобританию, Китай, Японию, Южную Корею. Предвыборная программа избранного в ноябре 2020 года президента США Джо Байдена включала в себя переход на чистую электроэнергетику к 2035 году и достижение углеродной нейтральности к 2050 году. В ЕС переход к углеродной нейтральности предусмотрен в рамках более широкой программы экономической трансформации под названием «Европейский зелёный курс», принятой в декабре 2019 года. Переход к углеродной нейтральности и реализация программы зелёного курса в крупнейших экономиках вызовет беспрецедентную трансформацию глобальной экономической системы и поставит в центр этой системы зелёный сектор и возобновляемые источники энергии. Эти изменения требуют ответной реакции от России. Сохранение традиционной экономической модели с ориентацией на добычу и экспорт ископаемого топлива сократит доходы страны, снизит влияние России в мире и затруднит её участие в глобальных процессах.

В сентябре 2020 года российское отделение Greenpeace совместно с крупнейшими бизнес-ассоциациями, экологическими НКО и экспертами разработало рамочную программу реформирования российской экономики под названием «Зелёный курс России»¹. Данная программа ставит перед Россией такую же цель, какую поставили или собираются поставить перед собой крупнейшие экономики: нулевые чистые выбросы парниковых газов к 2050 году.

¹ Greenpeace (2020). Зелёный курс России. URL: https://greenpeace.ru/wp-content/uploads/2020/11/%D0%97%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D1%8B%D0%B9GC_A4_november_2020_002%D0%BF%D0%BF-1-1.pdf



В качестве промежуточной цели в Зелёном курсе России предложено снижение выбросов парниковых газов к 2030 году до 40 % по сравнению с уровнем 1990 года с учётом землепользования, изменения в землепользовании и лесного хозяйства (ЗИЗЛХ). Такую же цель предлагается закрепить как первый определяемый в рамках Парижского соглашения на национальном уровне вклад в глобальное реагирование на изменение климата к 2030 году. В указе Президента РФ от 4 ноября 2020 года № 666 «О сокращении выбросов парниковых газов» предусмотрено сокращение выбросов к 2030 году до 70 % от уровня 1990 года с учётом максимально возможной поглощающей способности лесов и иных экосистем. При этом в 2018 году выбросы парниковых газов в России с учётом ЗИЗЛХ составили 52,4 % от уровня 1990 года². То есть Россия планирует существенно увеличить свои выбросы, и это необходимо предотвратить.

Основной источник парниковых газов — сжигание ископаемого топлива. В России в 2018 году оно стало причиной 79 % выбросов³. Это означает, что достигать климатической нейтральности необходимо прежде всего за счёт отказа от традиционной энергетики и её замены на ВИЭ и новые низкоуглеродные энергоносители, такие как зелёный водород⁴. Оставшиеся выбросы распределены между промышленными процессами (11 %), сельским хозяйством (6 %) и управлением отходами (4 %). Снижение выбросов парниковых газов в этих секторах требует внедрения принципов циклической экономики — экономики, в которой образование отходов и добыча природных ресурсов минимальны, а отходы одних производств являются сырьём для других.

Зелёный курс России предусматривает сокращение чистых выбросов парниковых газов до нуля к 2050 году через полный переход на (1) чистую энергетику и (2) циклическую экономику, а также через (3) компенсацию выбросов, которые будет невозможно избежать, за счёт естественных поглотителей, таких как леса. В документе предложено 12 количественных и качественных целей и 100 мер в этих трёх сферах.

Переход к чистой энергетике до 2050 года предполагает увеличение доли ВИЭ до 100 % в производстве электроэнергии, отоплении и охлаждении и транспорте. Атомная энергетика, включая термоядерный управляемый синтез, не является подходящей альтернативой ввиду её высокой стоимости, длительных сроков строительства АЭС, риска аварий и нерешённой проблемы радиоактивных отходов. Технологии улавливания и хранения углерода также не рассматриваются как приемлемый способ декарбонизации, поскольку они не снижают выбросы от ископаемого топлива до уровней ниже, чем от ВИЭ, а также по причине их экономической неэффективности и значительного ущерба окружающей среде при добыче нефти, газа и угля. Ещё одна важная цель в области чистой энергетики — снижение энергоёмкости ВВП России до среднемирового уровня. В 2018 году значение этого показателя для России было на 46 % выше, чем в среднем в мире⁵.

В сфере циклической экономики предусмотрен переход к углеродно-нейтральному производству металлов, цемента и бетона, а также к углеродно-нейтральному сельскому хозяйству, внедрение устойчивых рационов питания (содержащих больше растительных

² Экология и экономика: динамика загрязнения атмосферы страны в преддверии ратификации Парижского соглашения (2019), Аналитический Центр при Правительстве РФ. URL: <https://ac.gov.ru/archive/files/publication/a/23713.pdf>.

³ Романовская и др. (2020). Национальный кадастр антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990–2018 гг. URL: <http://www.igce.ru/performance/publishing/reports/>.

⁴ Зелёный водород — водород, произведенный путём электролиза воды с использованием энергии ВИЭ.

⁵ Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации // Минэкономразвития, 2019. URL: <https://www.economy.gov.ru/material/file/d81b29821e3d3f5a8929c84d808de81d/energyefficiency2019.pdf>.



продуктов, чем продуктов животного происхождения), снижение объёмов образования твёрдых коммунальных отходов в расчёте на одного жителя на 60 % к 2050 году в сравнении с 2020 годом, а также обеспечение переработки образующихся отходов на уровне не менее 80 %. Сокращение выбросов от промышленных процессов — самая сложная задача, поскольку при производстве ряда материалов углерод участвует в химических процессах, и его не всегда можно заменить. Тем не менее для выплавки стали можно использовать дуговые электропечи, обеспечивая их электроэнергией от ВИЭ, содержание углеродоёмкого клинкера в цементе можно сокращать, в том числе используя заменители, применение аммиачных удобрений в сельском хозяйстве можно снижать за счёт развития органического земледелия и т. д.

В области восстановления и охраны лесов основным качественным достижением должен стать переход от освоения оставшихся диких лесов к интенсивному лесному хозяйству на ранее освоенных землях и плантационному лесовыращиванию.

Несмотря на попытки диверсификации российской экономики, предпринятые за последнее десятилетие, топливно-энергетический комплекс до сих пор играет важнейшую роль в экономике России. По оценкам Всемирного банка, на ренту от ископаемого топлива в 2018 году пришлось около 14 % российского ВВП, и топливо обеспечивало 52 % всего товарного экспорта страны⁶. Доля нефтегазовых доходов в федеральном бюджете за 2018 год составила 46 %, за 2019 год — 29 %⁷. Пандемия оказала резко негативное воздействие на российский энергетический сектор. В апреле-мае 2020 года российские доходы от нефти и газа снизились на 43 % по сравнению с аналогичными периодом 2019 года, в период с января по май снижение составило 30,1 %⁸. Очевидно, что вопросы дальнейшего развития энергетического сектора являются по сути вопросами развития всей российской экономики, и они требуют решительных действий.

⁶ World Bank (2020b). DataBank. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/>.

⁷ Минфин России (2020). Краткая информация об исполнении федерального бюджета URL: https://minfin.gov.ru/ru/statistics/fedbud/execute/?id_65=80041-vezhegodnaya_informatsiya_ob_ispolnenii_federalnogo_byudzheta_dannye_s_1_yanvarya_2006_g.#.

⁸ World Bank (2020c). Russia: recession and growth under the shadow of pandemic. URL: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/34219/Russia-Recession-and-Growth-Under-the-Shadow-of-a-Pandemic.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.

Сельское хозяйство и изменение климата в России

Сафонов Георгий Владимирович,

*директор Центра экономики окружающей среды и природных ресурсов
НИУ «Высшая школа экономики»*

Климатические изменения уже происходят и негативно отражаются на сельскохозяйственном производстве в России. Прогнозы на перспективу до 2050 года и дальше дают крайне настораживающие результаты: климат в России будет меняться значительно сильнее и быстрее, чем это было в последние 100–150 лет. Это скажется не только на росте температуры поверхности земли, но и на изменении режима осадков, увеличении частоты опасных гидрометеорологических явлений — наводнений, засух, тепловых «волн», волн холода, нетипичных заморозков в вегетационный период и т. д.



Сельское хозяйство России уже столкнулось с первыми проявлениями климатических изменений. В 2010 и 2012 годах масштабные засухи привели к резкому сокращению производства зерна в стране (на 33 % и 25 % соответственно)¹, росту цен на зерновые культуры, возрастанию задолженности агропромышленных предприятий. Суммарный ущерб только от падения урожайности зерновых составил в эти годы более 300 миллиардов рублей². При этом большая часть ущерба была компенсирована населением за счёт роста цен на хлеб, а основной удар пришёлся на малообеспеченные слои населения.

Климатические изменения не признают границ. Во время засух пострадали практически все ведущие регионы — производители зерна в России. Но ущерб понесли не только отечественные агропромышленники. В 2010 году производство зерна сократилось в Европе, США, Канаде, Австралии и других странах, в результате запасы зерна в мире снизились на 25 %³. Это привело к росту цен и на мировом рынке.

Готовы ли сельскохозяйственные предприятия страны к вызовам, связанным с изменением климата? Обеспеченности техническими, энергетическими, финансовыми ресурсами явно недостаточно для устойчивого развития сельского хозяйства в России в условиях меняющегося климата. Кредиторская задолженность предприятий отрасли растёт, финансовое положение более 30 % крупных и средних агропредприятий неустойчиво, техническая база сокращается, социальное положение на селе ухудшается. В таких условиях сложно рассчитывать, что предприятия смогут самостоятельно эффективно противостоять неблагоприятным воздействиям климатических изменений.

При отсутствии адекватных мер по адаптации сельского хозяйства к изменению климата, ожидаемый ежегодный экономический ущерб от снижения климатообусловленной урожайности в России оценивается в 3,5 млрд долл. США к 2020 г. и более 3,9 млрд долл. США к 2050 г.⁴.

Меры по адаптации существенно различаются по регионам страны. В Алтайском крае ярко выражены проблемы ветровой и водной эрозии почв, воздействие засухи, нетипичных заморозков и выпадение снега в вегетационный период и другие климатические аномалии. Алтайские сельхозпроизводители несут огромные потери от снижения урожайности, а главное — возобновившиеся чёрные бури в перспективе могут уничтожить плодородный слой в степных территориях края, где расположены основные зернопроизводственные районы. Другой пример — Воронежская область, один из немногих регионов, которому удалось за счёт грамотной политики и мер противостоять засухам 2010 и 2012 годов. Однако и здесь к 2020 году ожидается аридизация климата и значительное сокращение урожайности, если не будут предприняты дополнительные адаптационные меры. Климатообусловленный ущерб для производства зерновых культур, например, в Воронежской области может составить 46 млн долл. США в 2020 г. и 114 млн долл. США⁵.

¹ Итоги года: зерновой коллапс // Агроинвестор. — 2012. — URL: <https://www.agroinvestor.ru/analytics/article/15155-itogi-goda-zernovoy-kollaps/>

² Сафонов Г. В., Сафонова Ю. А. Экономический анализ влияния климатических изменений на сельское хозяйство России: национальный и региональный аспект. — Оксфорд: Оксфам Хауз, 2013. — URL: https://grow.oxfam.ru/attach_files/file_public_1028.pdf.

³ The impact of natural hazards and disasters on agriculture, food security and nutrition // FAO. — 2015. — URL: <http://www.fao.org/3/a-i5128e.pdf>.

⁴ По данным ВНИИСХМ, снижение климатообусловленной урожайности зерновых культур в 2020 г. составит 11,9 млн т, а в 2050 г. — 17 % или 13,4 млн т зерновых. Оценки экономического ущерба даны по средним ценам на зерно в 2012 г.

⁵ По данным Обобщённого информационного отчёта за 2010 г. по Программе совместных исследований Межгосударственного совета по гидрометеорологии стран СНГ на период 2006–2010 гг.





Меры по адаптации должны носить системный и комплексный характер, они должны быть встроены в стратегию развития сельского хозяйства с учетом и национальной климатической политики. Необходимо учитывать не только непосредственное воздействие погодноклиматических факторов на производство сельхозпродукции (урожайность культур), но и риски, связанные с воздействием климатических изменений на транспортную инфраструктуру, энергетические объекты, перерабатывающие мощности, социальную сферу и т. д.

По имеющимся оценкам, ежегодные затраты на адаптацию сельского хозяйства в мире необходимы на уровне 7 миллиардов долларов, из них не менее 200 миллионов долларов должно вкладываться в Европе и Средней Азии, включая Россию⁶.

Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы (постановление Правительства от 14 июля 2012 года №717) предусматривает расходы на сумму около 15,3 млрд долларов США, в том числе на меры по снижению рисков для агропроизводителей, мелиорацию, внедрение новых сельскохозяйственных культур и т. д. Адаптационные мероприятия могли бы выполняться в рамках этой программы, а также мер по реализации Климатической доктрины и Национального плана адаптации к климатическим изменениям, принятого в декабре 2019 года. Отраслевые стратегии, в том числе в сельском хозяйстве, должны быть разработаны к 3-му кварталу 2021 года, а к 4-му кварталу 2022 года субъекты Российской Федерации должны подготовить региональные стратегии адаптации.

⁶ Climate Change. Impact on Agriculture and Costs of Adaptation // International Food Policy Research Institute. — 2009. — URL: <http://ebrary.ifpri.org/utils/getfile/collection/p15738coll2/id/130648/filename/130821.pdf>.

2.2. Угольные регионы и перспективы сокращения рынка угля

Регионы с угольной моноспециализацией и возможности их справедливого энергетического перехода

Ланьшина Татьяна Александровна,

канд. экон. наук, генеральный директор ассоциации «Цель номер семь», старший научный сотрудник РАНХиГС

Российская угольная отрасль в последнее время находится в кризисе. В Кузбассе, где добывается 60 % российского угля, объём добычи в 2019 году снизился на 2 %¹. Сокращение является небольшим, однако это произошло впервые за последние 20 лет. Основные причины — низкие экспортные цены и сложности с поставками. Областной бюджет Кемеровской

¹ Администрация Правительства Кузбасса (2020). В 2019 году угольщики Кузбасса добыли 250,1 миллиона тонн каменного угля. URL: <https://ako.ru/news/detail/v-2019-godu-ugolshchiki-kuzbassa-dobyli-250-1-millionov-tonn-kamennogo-uglya>.



области на 2020 год будет исполнен с дефицитом в 16,5 % от расходов². Ранее, в 2017 и 2018 гг., бюджет Кузбасса был профицитным, в 2019 году он был исполнен с незначительным дефицитом (0,6 % от расходов)³.

Но основные проблемы у российской угольной отрасли ещё впереди. В последние годы она развивалась прежде всего за счёт экспорта, и сейчас более половины российского угля идёт за рубеж. Основным потребителем до сих пор была Европа (Германия, Украина, Польша, Нидерланды), остальное отправлялось на восток. В декабре 2019 года ЕС принял официальное решение перейти к углеродной нейтральности (нулевым чистым выбросам парниковых газов) к 2050 году, и это означает, что он практически откажется от ископаемого топлива. В Нидерландах последняя угольная электростанция закроется к концу 2029 года, в Германии — не позже 2038 года. Польша планирует сократить долю угольной генерации с 74 % в 2019 году до 11–28 % к 2040 году⁴.

Россия намерена перенаправить европейский экспорт в Азию, но это требует увеличения провозной способности БАМа и Транссиба. При этом РЖД уже много лет перевозит экспортный уголь в разы дешевле, чем металлы, нефть и другие товары. В 2019 году уголь обеспечил 20,8 % дохода и 30 % погрузки РЖД⁵. То есть другие отрасли вынуждены субсидировать экспорт угля. Субсидировать транспортировку угля придётся и государству. Так, в Программе развития угольной промышленности России до 2035 года на развитие железных дорог выделено 80 млрд руб. средств Фонда национального благосостояния, на развитие портовой инфраструктуры — 46,6 млрд руб. из федерального бюджета. При этом все российские угольные компании частные.

В 2019 году крупнейшими потребителями российского угля в Азии были Китай, Япония и Южная Корея — на них приходилось соответственно 13 %, 11,8 % и 9,8 % всех экспортных поставок⁶. В Китае в 2019 году был разработан план по объединению пяти крупнейших компаний угольной генерации с сокращением их мощностей на треть⁷. В 2020 году доля угольной генерации в Китае сократилась с 70 % в январе до 60 % в июле⁸. В сентябре 2020 года Китай заявил о намерении стать углеродно нейтральным к 2060 году. Южная Корея летом 2020 года начала разрабатывать Новый зелёный курс — антикризисную политику до 2030 года, которая сосредоточится на развитии ВИЭ и других зелёных отраслей. В октябре 2020 года президент страны Мун Чжэ Ин заявил о намерении перейти к углеродной нейтральности к 2050 году. Ранее Южная Корея неоднократно останавливала свои угольные ТЭС из-за сильного загрязнения воздуха⁹. В сентябре 2020 года стало известно, что Южная

² Интерфакс (2020a). Доходы и расходы бюджета Кузбасса увеличены на 2 %, дефицит остался в пределах 17 % расходов. URL: <https://www.interfax-russia.ru/siberia/main/dohody-i-rashody-byudzheta-kemerovskoy-oblasti-uvlicheny-na-2-deficit-ostalsya-v-predelah-17-rashodov>.

³ Интерфакс (2020b). Кемеровская область в 2019 г исполнила бюджет с дефицитом 0,6 % от расходов. URL: <https://www.interfax-russia.ru/siberia/main/kemerovskaya-oblast-v-2019g-ispolnila-byudzhets-deficitom-0-6-ot-rashodov>.

⁴ Financial Times (2020). Poland plans \$40bn nuclear push to cut reliance on coal. URL: <https://www.ft.com/content/1ed55036-24b0-4734-9901-76133cfd3c3b>.

⁵ Ведомости (2020). Угольщики не могут выполнить поручение правительства. URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2020/03/03/824384-ugolschiki-vipolnit>.

⁶ PWC (2020). На сломе трендов: какое будущее ждёт российский угольный экспорт. URL: <https://www.pwc.ru/ru/industries/mining-and-metals/na-slome-trendov-kakoe-budushchee-zhdet-rossijskij-ugolnyj-eksport.pdf>.

⁷ Reuters (2019). UPDATE 1-China to slash coal-fired power capacity at big utilities by merging assets -document. URL: <https://www.reuters.com/article/china-coal-debt/update-1-china-to-slash-coal-fired-power-capacity-at-big-utilities-by-merging-assets-document-idUSL4N28C1Y9>.

⁸ IEA (2020c). Covid-19 impact on electricity. URL: <https://www.iea.org/reports/covid-19-impact-on-electricity>.

⁹ CNN (2019). South Korea is shutting down a quarter of its coal generators this winter to tackle air pollution. URL: <https://edition.cnn.com/2019/11/29/asia/south-korea-coal-plants-pollution-intl-hnk/index.html>.



Корея планирует закрыть 10 угольных электростанций к 2022 году и ещё 20 к 2034 году¹⁰. Япония в ближайшее время может принять официальное решение о переходе к климатической нейтральности до 2050 года¹¹.

Среди всех азиатских стран у России сейчас есть перспективы наращивания угольного экспорта только в Индию. Однако в 2019 году по этому направлению было отправлено лишь 3,7 % российского экспортного угля, и потребности Индии в угле сейчас обеспечивают Австралия и Индонезия, которые занимают первое и второе места по экспорту угля в мире (Россия на третьем месте). Кроме того, во время пандемии в Индии, как и в Китае, наблюдалось замещение угольной генерации ВИЭ: её доля сократилась с более чем 75 % в январе почти до 60 % в сентябре 2020 года¹².

На внутреннем рынке перспективы угля в России тоже ограничены. Это отмечено даже в Программе развития угольной промышленности на период до 2035 года: «На внутреннем рынке в условиях перераспределения топливного баланса в пользу более дешёвого и экологичного газового топлива потребление угольной продукции практически не увеличивается». Более того, по имеющимся оценкам, до конца этого десятилетия эксплуатировать все угольные электростанции в России станет дороже, чем построить новые электростанции на ВИЭ, причем с накопителями энергии¹³.

Уголь долгое время считался самым дешёвым источником энергии. Однако в последнее время благодаря развитию технологий стоимость солнечной и ветряной генерации стремительно снижалась и уже опустилась ниже угольной. Согласно исследованию Rocky Mountain Institute, Sierra Club и Carbon Tracker, сейчас экономически выгоднее закрыть 39 % имеющихся в мире угольных электростанций и построить вместо них электростанции на ВИЭ с накопителями энергии. Доля неконкурентоспособных угольных электростанций достигнет 60 % в 2022 году и 73 % в 2025 году¹⁴.

Несмотря на эти тенденции, в июне 2020 года в России была утверждена Программа развития угольной промышленности на период до 2035 года. В документе к 2035 году прогнозируется рост спроса на уголь на внешних рынках на 7–15 % по сравнению с уровнем 2018 года. Экспорт по восточному направлению возрастёт в 2–2,5 раза, а по западному направлению — снизится на 37 % при реализации консервативного сценария и возрастёт на 18 % при реализации оптимистического сценария. В общей сложности стратегия ожидает роста объёмов экспорта угля на 22–86 % по сравнению с уровнем 2018 года. Добыча угля увеличится с 439,3 млн тонн в 2018 году до 485–668 млн тонн в 2035 году (на 10–52 %). Те же планируемые объёмы добычи и экспорта указаны в утверждённой в июне Энергетической стратегии России до 2035 года.

Угольные предприятия часто являются градообразующими и могут иметь важное значение для местных экономик. Так, в 2018 году на добычу угля пришлось 38,2 % валового регио-

¹⁰ The Korea Herald (2020). Moon vows to shut down 30 more coal plants to bring cleaner air and battle climate change. URL: <http://www.koreaherald.com/view.php?ud=20200908000676>.

¹¹ Japan Times (2020). Suga to declare Japan will go carbon neutral by 2050 in policy speech. URL: <https://www.japantimes.co.jp/news/2020/10/22/national/suga-carbon-neutral-2050/>.

¹² IEA (2020c). Covid-19 impact on electricity. URL: <https://www.iea.org/reports/covid-19-impact-on-electricity>.

¹³ Rocky Mountain Institute, Sierra Club, Carbon Tracker (2020). How to Retire Early. Making Accelerated Coal Phaseout Feasible and Just. URL: <http://rmi.org/wp-content/uploads/2020/06/How-to-retire-early-June-2020.pdf>.

¹⁴ Rocky Mountain Institute, Sierra Club, Carbon Tracker (2020). How to Retire Early. Making Accelerated Coal Phaseout Feasible and Just. URL: <http://rmi.org/wp-content/uploads/2020/06/How-to-retire-early-June-2020.pdf>.

нального продукта Кемеровской области¹⁵. Но не следует переоценивать роль угля во всей российской экономике. В 2018 году на угольную ренту пришлось 0,5 % российского ВВП, в то время как на нефтяную ренту — 10 %, на газовую — 3,7 %¹⁶.

Чтобы избежать грядущего экономического упадка и неизбежного социального взрыва в регионах добычи угля и в первую очередь в Кемеровской области, необходимо уже сейчас разработать стратегию их справедливого энергетического перехода. Под справедливым энергетическим переходом принято понимать трансформацию, при которой учитываются социальные, экологические и экономические аспекты перехода к энергосистеме со 100 % ВИЭ. При таком переходе государство оказывает поддержку регионам, в которых закрываются угольные предприятия, и работникам этих предприятий.

Для угольных регионов характерна моноспециализация, при которой значительная часть населения зависит от угольной отрасли, а развитие альтернативных отраслей осложнено низкой инвестиционной привлекательностью территорий ввиду негативной экологической обстановки. Для улучшения экологической ситуации в этих регионах следует реализовать меры, предложенные в докладе «Экозащиты!» в октябре 2020 года¹⁷:

- полный запрет на передачу сельскохозяйственных земель под добычу угля;
- обеспечение выполнения угольными компаниями норм о санитарно-защитной зоне;
- запрет на продажу угольных разрезов без оценки способности покупателя провести рекультивацию;
- проведение комплексной и полной оценки экологической ситуации в регионе;
- введение ответственности угольных компаний за причинённый ущерб;
- запрет на добычу и перегрузку угля в черте населённых пунктов.

Принятие этих мер поможет создать условия для развития традиционных для Кемеровской области и других угольных регионов видов деятельности, например, сельского хозяйства. Помимо этого, в угольных регионах необходимо уделить внимание малому и среднему бизнесу. В Кузбассе на 10 тысяч человек приходится всего 111 малых и средних предприятий (МСП), в то время как в среднем по России — 181. Развитие МСП повысит экономическую активность населения и создаст новые рабочие места. В некоторых регионах Кемеровской области возможно развитие туризма, востребованно и в целом развитие сектора услуг, который сейчас развит в недостаточной степени. Имеющуюся производственную базу можно переориентировать для производства товаров повседневного спроса. Возобновляемая энергетика, включая как генерацию, так и производство оборудования, также является одним из перспективных направлений. Особенное внимание должно быть уделено развитию человеческого капитала и переобучению бывших сотрудников угольных предприятий.

¹⁵ Администрация Правительства Кузбасса (2020). Пояснительная записка к прогнозу социально-экономического развития Кемеровской области на 2020 год и на плановый период до 2024 года. URL: <https://ako.ru/deyatelnost/strategicheskoe-planirovanie-kemerovskoy-oblasti.php>.

¹⁶ World Bank (2020b). DataBank. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/>.

¹⁷ Экозащита! (2020). Гонка по нисходящей. URL: <https://ecdr.files.wordpress.com/2020/10/race-to-the-bottom1.pdf>.



2.3. Изменение климата и миграционные процессы

Климатические миграции

Кузнецова Юлия Сергеевна,

научный сотрудник географического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова,
доцент факультета географии и геоинформационных технологий ВШЭ

Неблагоприятные экологические условия и природные катастрофы всегда были распространённой причиной внутренних и внешних миграций¹. Однако в современном мире всё более важной становится проблема миграций, связанных с глобальными изменениями климата.

Климатические причины миграций можно условно разделить на две группы: климатические процессы (рост уровня мирового океана, засоление земель, таяние ледников и мерзлоты, нарастающий дефицит водных ресурсов) и климатические явления (наводнения, ураганы, прорывы приледниковых озёр и др.). Климатические процессы развиваются в течение длительного времени и полностью меняют окружающую среду, постепенно делая её неудобной или непригодной для обитания. Миграционные потоки с таких территорий могут быть растянуты во времени, но, по-видимому, необратимы. Климатические явления преимущественно носят характер катастроф, а связанные с ними миграции могут быть временными. Безусловно, связь каждого конкретного события с изменениями климата требует специальных исследований, однако уже сейчас очевидно, что вместе с климатом меняются частота, интенсивность, пространственный охват, длительность погодных и климатических экстремумов², растут риски непредсказуемых катастрофических событий, а вместе с ними — число потенциальных климатических мигрантов.

По данным Международной базы катастроф (EM-DAT³) за период 1995–2014 гг. в мире произошло 6457 катастрофических природных событий, напрямую или косвенно связанных с погодой и климатом (более 90 % от общего числа природных катастроф), из них в среднем 335 событий ежегодно происходило в период с 2005 по 2014 — это на 14 % больше, чем в 1995–2004 гг., и почти в два раза больше, чем в 1985–1994 гг. По оценке ООН, общий ущерб от климатических катастроф в 1995–2014 гг. составил 250–300 млрд долларов⁴.

По данным Международного центра мониторинга внутренних перемещений, в 2018 году из-за природных катастроф переехали 17,2 млн человек⁵, в 2019 их число достигло 24,9 млн человек⁶, из которых только около 1 млн человек вынужденно мигрировал из-за землетря-

¹ Environmental Change and Migration in History. Global environment. A Journal of History and Natural and Social Sciences. N. 9 — 2012. Special Issue by The Rachel Carson Center. https://www.academia.edu/7702914/Environmental_Change_and_Migration_in_History

² Seneviratne, S.I., N. Nicholls, D. Easterling, C.M. Goodess, S. Kanae, J. Kossin, Y. Luo, J. Marengo, K. McInnes, M. Rahimi, M. Reichstein, A. Sorteberg, C. Vera, and X. Zhang, 2012: Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment. In: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 109-230.

³ EM-DAT. The International Disaster Database. <https://www.emdat.be/>

⁴ The human cost of weather related disasters 1995-2015. The report of Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) and The United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR). https://www.unisdr.org/files/46796_cop21weatherdisastersreport2015.pdf

⁵ Global report on Internal Displacement 2019. Internal displacement monitoring center (IDMC). <https://www.internal-displacement.org/global-report/grid2019/>

⁶ Global report on Internal Displacement 2020. Internal displacement monitoring center (IDMC). <https://www.internal-displacement.org/global-report/grid2020/>

сений и извержений вулканов, а оставшиеся 23,9 млн по причинам, связанным с погодными явлениями (наводнения, ураганы, засухи и др.). Только в первой половине 2020 года стихийные бедствия привели к перемещению 9,8 млн человек⁷ и оставались ведущим фактором внутренних миграций во всём мире. По оценкам Всемирного банка⁸, к 2050 году изменения климата приведут к вынужденной миграции более 143 млн человек только в трёх регионах планеты: Тропической Африке, Южной Азии и Латинской Америке. В глобальных прогнозах чаще всего называется цифра в 200 млн человек к 2050 году⁹. Другие оценки варьируют от 25 млн до 1 млрд человек к 2050 г.¹⁰

Обычно выделяется три типа территорий, наиболее уязвимых к изменениям климата¹¹: побережья и острова, засушливые области и горные районы. Для каждого типа местности есть свой набор процессов и явлений, связанных с глобальными изменениями климата и провоцирующих миграции населения. Кроме того, отдельного внимания заслуживают населённые области распространения вечной мерзлоты, где миграционные потоки могут расти с активизацией процессов таяния многолетнемерзлых грунтов¹².

Ключевой географический тренд в динамике мировых миграций к настоящему времени следующий¹³: с глобальными изменениями климата усиливается интенсивность миграции из стран Азии, Африки, Ближнего Востока, Центральной и Южной Америки в страны Европы, Северную Америку, Россию, поскольку эти регионы более благополучны с экономической и климатической точки зрения. Кроме того, во всех странах мира увеличится отток из сельской местности в города¹⁴, так как сельское хозяйство более уязвимо к изменениями климата.

Для России в настоящее время наиболее актуальны два вида климатических миграций: внутренние миграционные потоки из областей с неблагоприятным климатом и иммиграция из соседних государств, наиболее уязвимых в контексте глобального потепления.

Внутренние миграционные потоки, связанные с климатическими причинами, в России пока относительно небольшие. В 2018 году на миграцию по причинам природно-климатического характера приходилось 0,3 % от общего числа всех мигрантов (суммарно около 11,5 тысяч¹⁵ человек в возрасте старше 14 лет, при этом доля молодежи среди них составила более 48 %). Отток населения преимущественно характерен для регионов Сибири, Дальне-

⁷ Environmental migration. Migration data portal (accessed: 27 Oct. 2020) https://migrationdataportal.org/themes/environmental_migration

⁸ Rigaud, Kanta Kumari; de Sherbinin, Alex; Jones, Bryan; Bergmann, Jonas; Clement, Viviane; Ober, Kayly; Schewe, Jacob; Adamo, Susana; McCusker, Brent; Heuser, Silke; Midgley, Amelia. 2018. Groundswell : Preparing for Internal Climate Migration. World Bank, Washington, DC. © World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/29461> License: CC BY 3.0 IGO.

⁹ MRS No. 31 — Migration and Climate Change (2008). Report by International Organization for Migration, prepared by Oli Brown. <https://publications.iom.int/books/mrs-ndeg31-migration-and-climate-change>

¹⁰ MRS No. 31 — Migration and Climate Change (2008) Report by International Organization for Migration, prepared by Oli Brown. <https://publications.iom.int/books/mrs-ndeg31-migration-and-climate-change>

¹¹ Migration and Global Environmental Change (2011). Final Project Report. The Government Office for Science, London

¹² IPCC, 2019. Special Report on the Oceans and Cryosphere in a Changing Climate. <https://www.ipcc.ch/srocc/>

¹³ Лукьянец А.С., Моисеева Е.М. Влияние экологической и климатической миграции на демографические процессы в странах мира. Статья в сборнике: "Национальные демографические приоритеты: новые подходы, тенденции" Сер. «Демография. Социология. Экономика.» Под редакцией Рязанцева С.В., Ростовской Т.К.. Москва, 2019. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38496185>

¹⁴ Migration and Global Environmental Change (2011). Final Project Report. The Government Office for Science, London. <https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/unpd-cm10201202-11-1116-migration-and-global-environmental-change.pdf>

¹⁵ Лукьянец А.С. Вклад российской молодежи в миграцию, вызванную причинами экологического и природно-климатического характера. Статья в сб.: "Государственная молодежная политика: национальные проекты 2019-2024 гг. в социальном развитии молодежи", Материалы Всероссийской научно-практической конференции, 2020. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42791565>





го Востока и Арктического Севера; приток происходит преимущественно в Центральный регион России, Краснодарский край и Республику Крым. Природно-климатические условия традиционно являются одним из ключевых факторов миграций в российской Арктике¹⁶, а в контексте глобальных изменений климата северные регионы становятся одной из наиболее уязвимых территорий России¹⁷: ставится под угрозу доступность воды, продуктов, медицинской помощи, возможность заниматься традиционными видами хозяйства. Согласно опросу АНО «Центр общественно-политических исследований» (АНО «ЦОПИ»¹⁸) о миграционных процессах в Арктической зоне, 22,6 % респондентов основной причиной оттока жителей из Арктической зоны РФ назвали проблемы климата и экологии¹⁹.

Иммиграционные потоки в Российскую Федерацию связаны преимущественно с приезжающими из стран Центральной Азии. В рейтинге уязвимости²⁰ к климатическим изменениям, составленном Всемирным банком, первое место среди всех стран Восточной Европы и Центральной Азии занимает Таджикистан, Кыргызстан на третьем месте, Узбекистан на шестом, Туркменистан на седьмом. По статистике²¹, самый тяжёлый ущерб населению здесь причиняют наводнения, засухи и экстремальные температуры. Интенсивное таяние ледников в горах Средней Азии ставит под угрозу доступность чистой пресной воды уже в ближайшие годы²². Все это приводит к усилению миграционных потоков — пока преимущественно из зависимых от воды сельскохозяйственных районов²³. Дальнейшее неизбежное ухудшение состояния окружающей среды приведёт к усилению миграционных потоков из стран Центральной Азии²⁴, при этом основное их направление — Российская Федерация.

Трудности количественных прогнозов миграций для отдельных регионов, в том числе для России, большой разброс существующих оценок числа климатических мигрантов связаны с тем, что климатические факторы миграций обычно выступают в сложном комплексе с социально-экономическими условиями. Ряд исследователей указывает на недоучёт климатических причин миграций, особенно в контексте долгосрочных изменений окружающей среды²⁵.

¹⁶ Шеломенцев А.Г., Воронина Л.В., Цханова А.В., Смиреникова Е.В. Парадокс миграции населения в Российской Арктике: факторы и барьеры. Электронный научный журнал "Управление экономическими системами". Демография (117) УЭК, 11/2018. <http://uecs.ru/uecs-117-112018/item/5218-2018-11-26-10-43-30>

¹⁷ Ревич Б.А., Харьковская Т.Л., Кваша Е.А., Боговявленский Д.Д., Коровкин А.Г., Королев И.Б. Демографические процессы, динамика трудовых ресурсов и риски здоровью населения Европейской Арктической зоны России. Москва, изд-во Ленанд. 2016. 304 с. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24196798>

¹⁸ Автономная некоммерческая организация Центр общественно-политических исследований. <http://anocopi.ru/>

¹⁹ Итоги социологического опроса АНО ЦОПИ "Миграционные процессы в Арктической зоне Российской Федерации в XXI веке: региональная и внешняя мобильность", 2018. http://anocopi.ru/media/filer_public/6a/61/6a61b23e-14cd-40f6-b357-cd54c28e5bac/itogi_sotsopros_a_arktika.pdf

²⁰ World Bank. 2012. Adapting to Climate Change in Europe and Central Asia : Lessons from Recent Experiences and Suggested Future Directions. Washington, DC. © World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/16090> License: CC BY 3.0 IGO.

²¹ Лукьянец А., Рязанцев С., Моисеева Е., Маньшин Р. Экономические и социальные последствия в странах Центральной Азии. Central Asia and the Caucasus, Russian Edition. Том 23, выпуск 2, 2020. http://xn--h1aauh.xn--p1ai/wp-content/uploads/2020/06/cacR.2.20_13-pp.160-176.pdf

²² Fountain Henry and Solomon Ben C. Glaciers are retreating. Millions rely on their water. NY Times interactive publ., 2016. <https://www.nytimes.com/interactive/2019/04/17/climate/melting-glaciers-globally.html>

²³ Mountains under pressure: Climate, hunger and migration. FAO review, 2017. <http://www.fao.org/3/i8159en/i8159EN.pdf>

²⁴ Лукьянец А., Рязанцев С., Моисеева Е., Маньшин Р. Экономические и социальные последствия в странах Центральной Азии. Central Asia and the Caucasus, Russian Edition. Том 23, выпуск 2, 2020. http://xn--h1aauh.xn--p1ai/wp-content/uploads/2020/06/cacR.2.20_13-pp.160-176.pdf

²⁵ Лукьянец А.С., Моисеева Е.М. Влияние экологической и климатической миграции на демографические процессы в странах мира. Статья в сборнике: "Национальные демографические приоритеты: новые подходы, тенденции" Сер. «Демография. Социология. Экономика.» Под редакцией Рязанцева С.В., Ростовской Т.К., Москва, 2019. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38496185>



Отдельной и пока нерешённой задачей остаётся определение момента, когда изменения климата начинают представлять непосредственную угрозу жизни. Это приводит к юридическим дискуссиям на тему необходимости введения особого правового статуса «климатического беженца» и спорам на стыке понятий «климатический мигрант» и «климатический беженец».

В международном правовом поле статус беженцев с 1951 года закреплён Женевской конвенцией ООН²⁶, согласно которой беженец является или опасается стать жертвой преследований и не может воспользоваться защитой своей страны. В Глобальном договоре о беженцах (the Global Compact on Refugees²⁷), утверждённом на Генеральной Ассамблее ООН в 2018 году, указывается, что «климат, ухудшение состояния окружающей среды и стихийные бедствия всё чаще взаимодействуют с движущими силами беженцев». В 2009 году термин «климатический беженец» был включён и затем исключён из документации ООН из-за возражения одной из сторон²⁸. Международная организация по миграции обычно использует термин «экологический мигрант»²⁹, однако и он не наделён общепризнанным правовым статусом.

Права мигрантов упоминаются уже в преамбуле Парижского соглашения Рамочной конвенции ООН об изменении климата³⁰, которое Россия подписала в 2016 г. и ратифицировала в 2019 г. С 2015 года в рамках этой конвенции работает оперативная группа по перемещениям, связанным с изменениями климата (Task Force on Displacement³¹). В 2018 году в рамках Варшавского международного механизма по потерям и ущербу в результате изменений климата, действующего в качестве совещания Сторон Парижского соглашения, были опубликованы разработанные оперативной группой «Рекомендации для комплексных подходов к предотвращению, минимизации и решению проблемы перемещений, связанных с неблагоприятными воздействиями изменений климата»³². В тексте финального доклада права внутренних и внешних мигрантов упоминаются наравне с правами беженцев. В 2019 году в формате «Концепции климатических беженцев» опубликованы результаты брифинга Европейского парламента³³, на котором сформулированы возможные подходы к решению правовых проблем климатических мигрантов и климатических беженцев.

Важно отметить, что климатические факторы, накладываясь на социально-экономическую и политическую обстановку в регионах, в ряде случаев провоцируют борьбу за ресурсы,

²⁶ Конвенция о статусе беженцев, принята 28 июля 1951 г. в соответствии с резолюцией 429 (V) Генеральной Ассамблеи ООН от 14 декабря 1950 г. https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/refugees.shtml

²⁷ The Global Compact on Refugees, The UN Refugee Agency, affirmed on 17 Dec. 2018 by the UN General Assembly. <https://www.unhcr.org/the-global-compact-on-refugees.html>

²⁸ Recommendations for integrated approaches to avert, minimize and address displacement related to the adverse impacts of climate change. Platform on Disaster Displacement (PDD). The Warsaw International mechanism for loss and damage associated with climate change impacts. Task Force on Displacement. ACTivity II.3. Final report, 2018. <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/WIM%20TFD%20II.3%20Output.pdf>

²⁹ Migration, Environment and Climate Change Evidence for Policy (MECLEP). Glossary. Implemented by IOM, 2014. https://publications.iom.int/system/files/pdf/meclep_glossary_en.pdf?language=en

³⁰ The Paris Agreement. United Nations Climate Change. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>

³¹ Task Force on Displacement. Summary of the process. United Nations Climate Change. <https://unfccc.int/wim-excom/sub-groups/TFD#eq-2>

³² Recommendations for integrated approaches to avert, minimize and address displacement related to the adverse impacts of climate change. Platform on Disaster Displacement (PDD). The Warsaw International mechanism for loss and damage associated with climate change impacts. Task Force on Displacement. ACTivity II.3. Final report, 2018. <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/WIM%20TFD%20II.3%20Output.pdf>

³³ The concept of climate refugee: towards a possible definition. European parliament Briefing, May 2018. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIEF/2018/621893/EPRS_BRI\(2018\)621893_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIEF/2018/621893/EPRS_BRI(2018)621893_EN.pdf)



выступают триггером вооружённых конфликтов и играют значительную роль в появлении потоков «настоящих» беженцев. По утверждению экс-генерального секретаря ООН³⁴, экологический кризис, частично ставший последствием изменений климата, лежит в основе военного конфликта в Дарфуре (Судан). Глобальное потепление рассматривается и как одна из ключевых причин войны в Сирии. Международное экспертное сообщество признаёт, что с интенсификацией климатических изменений в будущем будут расти и риски подобных конфликтов.

Несмотря на то, что однозначное юридическое регулирование проблемы климатических мигрантов и климатических беженцев пока отсутствует, признание мировым сообществом проблемы миграции по климатическим причинам не вызывает сомнений и касается всех стран мира. Проблема крайне актуальна и, безусловно, заслуживает внимания и дальнейшей проработки в Российской Федерации на научном, политическом и административном уровнях.

³⁴ Ban Ki-moon. A climate culprit in Darfur. United Nations Secretary-General via the Washington Post (US). 16 June 2007. <https://www.un.org/sg/en/content/sg/articles/2007-06-16/climate-culprit-darfur>



3. Технологическая трансформация как одно из ключевых решений для управления экономическими и политическими рисками и успешные примеры такой трансформации

3.1. Развитие ВИЭ и повышение энергоэффективности как способы управления экономическими и политическими рисками

Развитие ВИЭ в РФ, текущая ситуация, рекомендации

Ланьшина Татьяна Александровна,

канд. экон. наук, генеральный директор ассоциации «Цель номер семь», старший научный сотрудник РАНХиГС

В России начиная с 2013 года возобновляемые источники энергии (ВИЭ), кроме гидроэлектростанций (ГЭС) с установленной мощностью более 25 МВт¹, обеспечены стимулирующим государственным регулированием в секторе электроэнергетики: на оптовом рынке электроэнергии и мощности и на розничных рынках электроэнергии; также в ближайшее время начнёт функционировать поддержка микрогенерации за счёт ВИЭ с подключением к сети.

До настоящего времени электростанции на ВИЭ в России в основном строились на оптовом рынке электроэнергии и мощности. Лидерами по объёму вводов стали Оренбургская, Астраханская, Ростовская и Ульяновская области. В период с 2014 по первый квартал 2020 гг. на оптовом рынке были построены электростанции на ВИЭ общей мощностью 1,5 ГВт². Это эквивалентно 0,7 % установленной мощности и 0,2 % генерации. К 2025 году в данном сегменте будет построено 5,8 ГВт электростанций на ВИЭ или менее 2,5 % установленной мощности, которые будут обеспечивать менее 1,2 % генерации³. В 2020 году завершится процесс согласования продления поддержки ВИЭ на оптовом рынке электроэнергии и мощности до 2035 года. При самом благоприятном развитии событий к 2035 году доля объектов ВИЭ на оптовом рынке составит около 5 % от общей установленной мощности и 2–2,5 % от генерации.

До недавнего времени инвесторы на розничных рынках не имели достаточно гарантий возврата вложенных средств, поэтому объёмы вводов проектов ВИЭ в этом сегменте составляют лишь около 300 МВт. В августе 2020 года Постановлением Правительства № 1298 механизм поддержки ВИЭ на розничных рынках был усовершенствован — в частности, сетевые компании были обязаны заключать договор на покупку энергии с победителем непосредственно после подведения итогов конкурса, а не после строительства электростанции; также было решено назначать цену на электроэнергию ВИЭ исходя из цены в заявке инвестора, а не по

¹ Крупные ГЭС в настоящее время не считаются предпочтительными ВИЭ, поскольку их строительство сопряжено с существенными негативными последствиями для окружающей среды. По этой причине далее данный крупные ГЭС не будут приниматься во внимание.

² АРВЭ (2020). Рынок возобновляемой энергетики России: текущий статус и перспективы развития. URL: <https://rreda.ru/information-bulletin-2020>.

³ Greenpeace (2020). Зеленый курс России. URL: https://greenpeace.ru/wp-content/uploads/2020/09/GC_A4_006.pdf.



регулируемым тарифам. Тем не менее развитие ВИЭ на розничных рынках ограничено: производство электроэнергии объектами генерации ВИЭ на розничных рынках не может превышать 5 % от потерь в сетях. Таким образом, потенциал мощности ВИЭ на розничных рынках электроэнергии составляет 3 ГВт или немногим более 1 % мощности всех электростанций.

Помимо строительства электростанций на ВИЭ, в России развивается энергомашиностроительный кластер, который осуществляет трансфер технологий и производит оборудование для ВИЭ. Данный кластер был создан благодаря наличию целевых показателей степени локализации производства оборудования для ВИЭ, при невыполнении которых электростанция на ВИЭ не получает плату в полном объеме. В настоящее время в России налажено производство моно- и мультикристаллических кремниевых слитков и пластин, фотоэлектрических модулей, лопастей, гондол и башен ветроэнергетических установок и прочего оборудования.

Политика стимулирования развития ВИЭ в секторе отопления и охлаждения, а также в секторе транспорта в России не проводится, также отсутствует и достоверная статистика в данной сфере. Однако, по данным участников отрасли, спрос на некоторые технологии ВИЭ, в частности, тепловые насосы и пеллетные котлы, в последнее время растёт⁴, прежде всего среди МСП, и особенно во время пандемии. Это обусловлено экономической эффективностью данных технологий.

Таким образом, за последние 7 лет в России была создана отрасль современной возобновляемой энергетики. Были построены десятки солнечных и ветряных электростанций, налажено производство оборудования для ВИЭ. Однако в соответствии с имеющимися в настоящий момент механизмами поддержки ВИЭ и планами развития энергетики, к 2035 году доля ВИЭ в установленной мощности в России составит до 6 %, в генерации — до 3 %. Эти значения несопоставимо малы в сравнении с другими ведущими экономиками мира. В первом полугодии 2020 года доля только солнечной и ветряной электроэнергии во всей генерации ЕС была равна 21 %. В некоторых странах ЕС за счёт солнца и ветра производилось гораздо больше электроэнергии: например, в Германии значение этого показателя достигло 42 %. В США за счёт солнца и ветра за январь-июнь 2020 года было произведено 12 % электроэнергии, в Китае и Индии — по 10 %, в Японии — тоже 10 %. Россия — единственная крупная экономика в мире, в которой практически не развита солнечная и ветряная энергетика: в первом полугодии 2020 года за счёт этих источников в России было произведено всего 0,2 % всей электроэнергии⁵. За счёт ВИЭ без учёта ГЭС мощностью более 25 МВт в 2019 году в России было произведено 0,28 % всей электроэнергии⁶.

Развитие технологий ВИЭ в России ограничено консервативной и крайне инерционной государственной политикой в энергетическом секторе, а также низкой стоимостью традиционных энергоресурсов, которая обеспечивается в том числе за счёт государственного субсидирования. В 2017 году, по оценкам Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA), Россия заняла четвёртое место в мире по субсидированию ископаемого топлива после Ирана, Саудовской Аравии и Китая⁷. Объёмы российских энергетических субсидий были почти равномерно распределены между нефтяным, газовым и электроэнергетическим секторами, а их общая сумма составила почти 30 млрд долл. США в год. Субсидирование ВИЭ в России является настолько незначительным, что данные о нём отсутствуют.

⁴ Greenpeace (2020). Зеленый курс России. URL: https://greenpeace.ru/wp-content/uploads/2020/09/GC_A4_006.pdf.

⁵ Wind And Solar Now Generate One-Tenth Of Global Electricity // Ember, 2020. — URL: <https://ember-climate.org/project/global-electricity-h12020/>.

⁶ Технологическое развитие отраслей экономики // Росстат, 2020. — URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11189>.

⁷ Energy subsidies. Evolution in the Global Energy Transformation to 2050 // IRENA, 2020. — URL: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Apr/IRENA_Energy_subsidies_2020.pdf.

Мир стремительно движется в сторону низкоуглеродной энергетики. Это в большей степени объясняется экономическим фактором: возобновляемые источники энергии (ВИЭ) уже являются самыми дешёвыми. По данным инвестиционного банка Lazard, стоимость 1 кВт*ч электроэнергии от новых ветроэлектростанций в 2020 году составляла от 2,6 цента (2 рубля), от солнечных электростанций — от 2,9 цента (2 рубля). Для новых газовых и угольных электростанций значения этого показателя начинались от 4,4 цента (3,4 рубля) и 6,5 цента (5 рублей) соответственно⁸. Именно поэтому в последние годы солнечная и ветровая энергетика стали самыми динамично развивающимися отраслями как в энергетике в целом, так и в секторе ВИЭ.

Учитывая скорость и глобальный характер перехода на ВИЭ и то, что возобновляемые источники энергии уже являются самыми дешёвыми, а опыт России в этой области пока ещё очень ограничен, России необходимо сделать возобновляемую энергетику одним из приоритетов своего экономического развития. Это позволит создать новые компании и рабочие места, создать производства товаров с высокой добавленной стоимостью, развить международное сотрудничество в новых областях, сформировать экспортный потенциал и сохранить или даже укрепить позиции России в числе крупнейших экономик мира.

⁸ Levelized Cost of Energy and Levelized Cost of Storage — 2020 // Lazard, 2020. — URL: <https://www.lazard.com/perspective/levelized-cost-of-energy-and-levelized-cost-of-storage-2020/>.

Политика в области энергоэффективности в РФ

Титов Максим Алексеевич,

*директор Исследовательского центра энергетической политики (ИЦ ЭНЕРПО)
Европейского университета в Санкт-Петербурге*

К 2020 году Россия планировала подойти с существенным прогрессом в области снижения энергоёмкости. Снижение энергоёмкости — это вопрос конкурентоспособности наших товаров на мировых рынках, а также вопрос более рационального использования наших ископаемых источников энергии. Такая важная задача была поставлена перед правительством России указом президента РФ от 4 июня 2008 года № 889: снизить энергоёмкость ВВП не менее, чем на 40 % от уровня 2007 года. Оценка потенциала России была основана, в частности, на выводах и рекомендациях доклада Всемирного банка «Энергоэффективность в России: скрытый резерв»¹. В этом докладе объём неэффективного использования энергии в России был сопоставлен с годовым потреблением первичной энергии во Франции.

Тем не менее заявленных 40 % достичь не удалось: к 2020 году энергоёмкость ВВП России снизилась лишь на 12 % по отношению к уровню 2007 года². Более того, если средний темп снижения сохранится, достичь тех самых 40 % мы сможем лишь к 2043 году. По итогам 2018 года энергоёмкость ВВП Российской Федерации, по данным государственного доклада, превысила мировой уровень на 46 %, уровень США на 44 % и уровень Канады на 17 %.

¹ Энергоэффективность в России: скрытый резерв // International finance corporation, The World bank. — Москва, 2008. — 162 с.

² Государственный доклад «О состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации», подготовлен в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 18 декабря 2014 г. № 1412 «О подготовке и распространении ежегодного государственного доклада о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации» и является пятым выпуском ежегодного официального документа. Подготовлен Минэкономразвития РФ и опубликован 26 декабря 2019 года.



Для того чтобы решить задачу повышения энергоэффективности в обозримом будущем, необходимо расставить приоритеты. По данным того же государственного доклада, в 2015–2018 году наибольший объём топливно-энергетических ресурсов (83 %) потребляют всего 4 сектора экономики: электроэнергетика вместе с теплоэнергетикой (28 %), обрабатывающая промышленность (22 %), здания и ЖКХ (17 %) и транспорт (16 %).

В этом списке есть один сектор, в котором повышение энергоэффективности требует объединения усилий на федеральном и региональном уровне, ужесточения мер государственного регулирования в сочетании со специальными «зелёными» финансовыми инструментами.

Особого внимания требует сектор «здания и ЖКХ», который потребляет 17 % энергии и занимает третье место в списке самых крупных потребителей. Более половины существующих многоквартирных домов России относятся к энергетически неэффективным и потребляют вдвое больше энергии, чем их современные аналоги. С технической точки зрения, если применить существующие строительные нормы и правила (СНИП) по тепловой защите зданий, потенциал повышения энергоэффективности зданий в России составляет 22 % от общего потенциала страны. Если же применить наилучшие доступные технологии (НДТ) так называемых пассивных домов, потенциал ещё выше³. Действительно, некоторые дома, вводимые в эксплуатацию в настоящее время, имеют высокий класс энергоэффективности (А и В), но внимания требует прежде всего массовая застройка. В этой сфере давно пора навести порядок: эксплуатация и ремонт многоквартирных домов — это наименее реформированная сфера с момента начала экономических реформ в России, а сектор ЖКХ способен поглотить огромные средства без видимого и измеримого результата. Вместе с тем, реализация всех мер по повышению энергоэффективности на практике должны будет означать повышение вообще эффективности управления в секторе ЖКХ. В конечном счёте это будет иметь массу дополнительных положительных эффектов для экономики — от повышения качества жизни и снижения энергозатрат до создания новых рабочих мест и внедрения новых энергоэффективных технологий: теплоизоляционных материалов, систем интеллектуального управления освещением, ИТП с погодным регулированием, современных приборов учёта потребления энергетических ресурсов.

Есть меры технического характера, к которым, в частности, относится установка приборов учёта. По данным того же государственного доклада, к 1 июля 2012 г. должно было завершиться оснащение многоквартирных домов коллективными приборами учёта потребляемых ресурсов. Спустя 7 лет уровень оснащённости МКД приборами учёта составил всего 61 %. Уровень внедрения современных технологий в области энергосбережения недостаточный: только 27 % введённых в эксплуатацию в 2018 г. МКД обладают повышенными классами энергетической эффективности (А++, А+, А, В, С), всего 5 % вводимых в эксплуатацию МКД оснащены ИТП с погодным регулированием.

Есть меры организационные: реорганизация муниципальных ресурсоснабжающих и эксплуатационных организаций в коммерческие предприятия, с целью развития конкуренции. В целом повышение энергоэффективности в секторе ЖКХ — национальная задача, которая может быть решена только системно, путём создания единой федеральной программы. Эта программа должна включать ряд стимулирующих инструментов, в частности:

- систематическое повышение требований к новым зданиям;
- увеличение доли капитального ремонта зданий с повышением класса энергоэффективности;
- софинансирование проектов повышения энергоэффективности в жилых и общественных зданиях.

³ Igor Bashmakov Improving the Energy Efficiency of Russia Buildings // Problems of Economic Transition, 2016. — Vol. 58:11–12, pp. 1096–1128.

Усилия российского бизнеса по снижению выбросов парниковых газов

Титов Максим Алексеевич,

директор Исследовательского центра энергетической политики (ИЦ ЭНЕРПО) Европейского университета в Санкт-Петербурге

Вопрос о парниковых газах наконец-то стал вопросом качества корпоративного управления, в том числе российских компаний. В 2019–2020 годах на мировых финансовых рынках произошёл важный перелом: инвесторы и члены советов директоров крупных компаний поняли, что игнорировать климатические риски невозможно, их необходимо учитывать в процессе принятия стратегических решений.

По поручению Большой двадцатки (G20) специальная рабочая группа по раскрытию финансовой информации, связанной с изменением климата (Task Force on Climate-related Financial Disclosures — TCFD) разработала в 2017 году очень важные рекомендации в отношении единообразного добровольного раскрытия информации компаниями. К этой инициативе уже присоединились более 1500 частных и государственных компаний и организаций. Таким образом, качество получаемой исходной информации начинает стремительно улучшаться. Британские регуляторы готовят крупные компании и банки страны к тому, что в течение пяти лет данные рекомендации станут для них обязательными.

Один из основоположников инициативы TCFD Марк Карни, в роли главы Банка Англии призвавший в октябре 2019 года корпоративный сектор за два ближайших года перейти на полное раскрытие информации о климатических рисках, назначен специальным посланником ООН в области климата и финансов. Он занял этот пост в январе 2020 года, сменив Майкла Блумберга. В задачу Карни входит мобилизация частных инвестиций для климатических проектов и перехода к углеродно-нейтральной экономике. Ожидается, что к очередной 26-й Конференции Сторон (COP) по климату, которая состоится в Глазго в конце 2021 года, будут разработаны рамочные правила финансовой отчётности и управления рисками. Цель этой инициативы — сделать так, чтобы вопросы изменения климата обязательно учитывались при принятии существенных инвестиционных и финансовых решений.

Выполнение требований инвесторов в отношении раскрытия финансовой информации, связанной с изменением климата, в конечном счёте приводит к повышению доверия и расширению потенциального круга инвесторов и кредиторов. Наравне с инвестиционным сообществом, кредитные институты начинают шире смотреть на систему оценки платёжеспособности клиентов и процесс создания кредитных продуктов, встраивая показатели ESG (Environment, Social, Governance) в целом и климатические индикаторы в частности в систему оценки проектов. Одно из веяний последних лет — создание банками так называемых Sustainability Improvement Loans (SIL), то есть кредитов, привязанных к показателям устойчивого развития¹. Механизм работы этого продукта достаточно простой: в договор о предоставлении кредитной линии между банком и заёмщиком включается условие, согласно которому процентная ставка по кредиту может быть повышена или понижена в результате изменения рейтинга или другого показателя устойчивого развития компании-заёмщика. В качестве показателей могут быть оговорены как собственные ключевые индикаторы (KPI), так и рейтинги, предоставляемые независимыми рейтинговыми агентствами. В большинстве случаев процентная ставка привязывается к рейтингам или индексам неза-

¹ J. Thomä, B. Caldecott, S. Ralite Sustainability Improvement Loans: a risk-based approach to changing capital requirements in favour of sustainability outcomes. URL: <https://www.smithschool.ox.ac.uk/research/sustainable-finance/publications/Thomae-et-al-2019-Sustainability-Improvement-Loans.pdf>



висимых агентств или верификаторов, которые проводят комплексную оценку мероприятий компании в сфере устойчивого развития, например, Sustainalytics².

На российском рынке этот продукт представлен кредитными соглашениями, привязанными к показателям устойчивого развития. В первом случае речь идёт о горнорудной компании «Полиметалл», для подписания кредитного соглашения с которой банк ING использовал рейтинг Sustainalytics. В 2019 году компания также подписала кредитное соглашение с банком Société Générale, основанное на пяти целевых показателях устойчивого развития, одним из которых стало внедрение системы климатического менеджмента³. В ноябре 2020 года компания объявила о получении зелёного кредита от банка Société Générale на сумму 125 млн долларов США для финансирования проектов по переходу к устойчивой и низкоуглеродной экономике⁴.

Во втором случае банк привязал процентную ставку по кредиту горно-металлургического холдинга «Металлоинвест» к рейтингу агентства EcoVadis. Есть также пример, когда ING вместе с Natixis выступили организаторами и букраннерами синдицированной сделки предэкспортного финансирования (PXF) российской алюминиевой компании «Русал» на пять лет в объёме 750 млн долларов. Сделка также привязана к показателям устойчивого развития⁵.

Эти примеры показывают: в России уже есть компании, внедряющие и поддерживающие рекомендации TCFD, которые получают от этого определённые конкурентные преимущества. При этом вопрос стандартизации индикаторов и отчётности касается всех без исключения отраслей, а энергетики и добычи природных ресурсов — в первую очередь. Переход к низкоуглеродной экономике потребует массивного перенаправления потоков капитала и инвестиций в инфраструктуру в самое ближайшее время. Невозможно рассчитывать на то, что каким-то компаниям или отраслям будут созданы исключения и им позволят остаться в стороне от происходящих событий.

² Методические рекомендации по раскрытию финансовой информации, связанной с изменением климата / М. А.Титов, О. А. Теплова, Д. С. Рязанцева // ИЦ ЭНЕРПО, Санкт-Петербург, 2020. — 20 с.

³ Полиметалл, презентация инвесторам, ноябрь 2019 https://www.polymetalinternational.com/upload/iblock/0da/2019_11_Polymetal_Investor_Presentation.pdf

⁴ Первый зелёный кредит в рамках новой Политики зелёного финансирования, Полиметалл, пресс-релиз, 2 ноября 2020 года. <https://www.polymetalinternational.com/ru/investors-and-media/news/press-releases/02-11-2020/>

⁵ «РУСАЛ» привлекает предэкспортное финансирование на \$750 млн, ФИНАМ, 23.09.2019. <https://www.finam.ru/analysis/newsitem/rusal-privlek-predeksportnoe-finansirovanie-na-750-mln-20190923-170622/>



3.2. Адаптация к негативным последствиям ИК как фактор стабилизации в условиях новой климатической реальности

Усилия российских регионов по мониторингу и снижению выбросов парниковых газов

*Сенова Ольга Николаевна,
сопредседатель Российского социально-экологического союза,
руководитель Климатической программы, директор АНО «Друзья Балтики»*

Основными действующими силами климатической политики традиционно выступают национальные правительства, но всё большую роль в противодействии климатическим изменениям начинают играть регионы и муниципалитеты, а также прочие субнациональные акторы.

В России такая возможность для регионов и муниципалитетов закреплена в Климатической доктрине РФ, где в ст. 42 говорится, что «при разработке региональных и муниципальных программ устойчивого развития необходимо обеспечить решение следующих задач, связанных с изменениями климата:

- развитие и применение законодательства субъектов РФ с учётом влияния климатического фактора на развитие территорий, отраслей экономики и социальной сферы;
- разработка и реализация мер по адаптации к изменениям климата, включая учёт фактора изменения климата в среднесрочных и долгосрочных планах социально-экономического развития регионов и муниципальных образований, а также соответствующих секторов хозяйственной деятельности;
- разработка и внедрение региональных систем эффективного реагирования на опасные погодно-климатические явления;
- реализация законодательного акта, регулирующего вопросы инвентаризации выбросов в атмосферу парниковых газов (ВИП);
- реализация мер по смягчению антропогенного воздействия на климат, включая внедрение технологий, способствующих уменьшению выбросов парниковых газов в атмосферу, а также технологий абсорбции парниковых газов».

22.04.2015 вышло Распоряжение Правительства РФ № 716-р, которое **вменяет регионам обязанность учитывать выбросы парниковых газов**, хотя специалисты многих регионов заявляют, что нормативная база для этого пока недостаточна.

По информации Минприроды, в 2017 г. инвентаризацию парниковых газов **добровольно провели 11 субъектов Российской Федерации**: Республика Башкортостан, Воронежская область, Ямало-Ненецкий автономный округ, Ленинградская область, Москва, Республика Алтай, Сахалинская область, Хабаровский край, Кировская область, Новгородская область, Карачаево-Черкесская Республика¹.

¹ Инвентаризацию парниковых газов провели 11 субъектов Российской Федерации // Минприроды России. — 2017. — URL: http://www.mnr.gov.ru/press/news/inventarizatsiyu_parnikovykh_gazov_proveli_11_subektov_rossiyskoy_federatsii/?sphrase_id=64343.



В 2019 году письмо Минприроды РФ № 05-13-53/11849 от 24 мая 2019 г. «О сборе сведений отчётов об объёме выбросов парниковых газов» предписывало всем организациям, осуществляющим хозяйственную деятельность, предоставить отчёты в Минприроды. Это было связано с контролем выполнения п. 5 Распоряжения Правительства РФ от 02.04.2014 № 504-р «Об утверждении плана мероприятий по обеспечению к 2020 году сокращения объёма выбросов парниковых газов до уровня не более 75 процентов объёма указанных выбросов в 1990 году». К сожалению, информация о поступивших отчётах на сайте МПР отсутствует².

Целый ряд инициатив в области климатической политики в последние годы были реализованы в Москве. В 2017 году опубликованы рекомендации по адаптации и снижению воздействия на климат на примере подходов Москвы.³ Реализация в Москве комплекса мер на энергоисточниках, в сетях и у потребителей привела к существенным эффектам экономии топлива и снижению выбросов, повышению надёжности и устойчивости энергетики⁴. Москва входит в группу городов — климатических лидеров C40 (Cities Climate Leadership Group). С 2017 года Москва ежегодно организует Климатический форум городов — площадку для обмена самым передовым опытом климатических действий. В 2011 году Москва присоединилась к проекту Carbon Disclosure Project по раскрытию данных о выбросах парниковых газов. К 2018 году город снизил выбросы более чем на 20 % от уровня 1990 года, а к 2020 году Москва планирует обеспечить сокращение выбросов парниковых газов до уровня не более 75 % от показателя 1990 года⁵.

В Сахалинской области планируется запустить пилотный проект по отработке на практике механизмов углеродного регулирования с тем, чтобы потом вынести рекомендации на федеральный уровень. Подготовлен проект федерального закона «О проведении эксперимента в Сахалинской области по регулированию выбросов парниковых газов и обращению углеродных единиц», предусматривающий квотирование выбросов, реализацию климатических проектов и обращение углеродных единиц. Для этого будет создана необходимая институциональная инфраструктура — реестр участников регулирования и реестр углеродных единиц; регламентированы по международным стандартам все процедуры верификации проектной деятельности, выпуска и обращения углеродных единиц.

В частности, 20 ноября 2020 года на заседании Стратегического совета при губернаторе Сахалинской области был утверждён⁶ стратегический проект «Климат», «направленный на создание системы регулирования выбросов и поглощений парниковых газов, а также обращения углеродных единиц для достижения углеродной нейтральности региона, стимулирования развития и внедрения технологий сокращения выбросов парниковых газов». «Создаваемая в рамках проекта система регулирования выбросов и обращения углеродных единиц будет основываться на данных инвентаризации антропогенных выбросов и поглощений парниковых газов за последние несколько лет. Система обращения углеродных еди-

² Отчёты об объёме выбросов парниковых газов [отчётов нет] // Росприроднадзор. — 2020. — URL: <https://rpn.gov.ru/regions/23/intro/newsto/otchety-ob-obeme-vybrosov-parnikovyyh-gazov>.

³ Как разработать климатический план города. Опыт Москвы. Базовые рекомендации по адаптации и снижению воздействия // Климатический форум городов России. — 2017. — URL: <http://ecoline.ru/wp-content/uploads/how-to-develop-a-climate-plan-for-the-city.pdf>.

⁴ Гашо Е. Г. Энергетическая и климатическая стратегии Москвы. Поиск разумного симбиоза // Энергосбережение. — 2018. — № 2. — URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=6871.

⁵ Выбросы парниковых газов и энергопотребление в городах // Аналитический центр при Правительстве РФ. — 2019. — URL: <https://ac.gov.ru/archive/files/publication/a/24256.pdf>.

⁶ В Сахалинской области утверждён важный стратегический проект // Региональный проектный офис — департамент проектного управления Правительства Сахалинской области, информация от 26.11.2020. — URL: <https://project-office.sakhalin.gov.ru/blog/V-Sahalinskoy-oblasti-utverzhden-vazhnyy-strategicheskyy-proekt/>.

ниц будет учитывать международные требования к оформлению климатических проектов, верификации их результатов, ведению реестров и т. д. В рамках проекта также будут разработаны климатическая программа Сахалинской области и план климатических действий на период до 2025 года».

Существуют примеры построения комплексных планов климатических действий и в других регионах:

- модельная климатическая стратегия устойчивого развития для Мурманской области (2009 г.);
- план мероприятий по снижению выбросов парниковых газов в Республике Тыва (до 2018 г.);
- план мероприятий по обеспечению к 2020 году сокращения объёма выбросов парниковых газов в Республике Крым;
- план действий по исследованиям регионального изменения климата и его возможного влияния на социально-экономическое развитие Ханты-Мансийского автономного округа;
- план мероприятий Ямало-Ненецкого автономного округа по обеспечению к 2020 году сокращения выбросов парниковых газов;
- сценарии экономического регулирования выбросов парниковых газов и возможного принятия дополнительных мер по ограничению выбросов, которые разрабатывают в Санкт-Петербурге;
- перевод автомобилей и сельскохозяйственного транспорта на газ во многих регионах;
- система добровольной сертификации объектов недвижимости «Зелёные стандарты» с высокими требованиями по энергоэффективности зданий в Республике Башкортостан;
- система управления выбросами загрязняющих веществ в атмосферу Ямало-Ненецкого, в том числе парниковых газов; создан кадастр источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу; выполнен расчёт объёма выбросов парниковых газов в муниципальных образованиях.

В 2015 году Общероссийская общественная организация «Социально экологический союз» (РСоЭС) проводила **опрос регионов по выполнению Климатической доктрины РФ**⁷. Ответы, полученные от 65 регионов из 85 опрошенных, показали, что в большинстве регионов основные меры снижения выбросов парниковых газов проводились в рамках региональных программ энергосбережения и энергоэффективности согласно Федеральному закону от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» и Государственной программы РФ «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года».

Намерения проводить инвентаризацию ПГ (в ответах на опрос РСоЭС) подтвердили Архангельская область, Свердловская область, Республика Татарстан, Республика Тыва, Удмуртская Республика, Ханты-Мансийский автономный округ — Югра, Ямало-Ненецкий автономный округ. В Саратовской области и Республике Саха (Якутия) методические рекомендации по добровольной инвентаризации выбросов парниковых газов доведены министерством природных ресурсов до крупных предприятий региона.

⁷ О результатах обзора мероприятий в субъектах РФ по выполнению Климатической доктрины Российской Федерации // РСоЭС. — 2015. — URL: http://www.rusecounion.ru/ru/obzor_otvetov_regionov.



В период активной фазы Госпрограммы по энергосбережению и повышению энергоэффективности (2010–2015) был проведён энергоаудит в подавляющем большинстве школ страны и других бюджетных учреждений. Это был важный шаг: наряду с материалами аудита, которые показывали потери энергии, компании-энергоаудиторы разрабатывали план повышения энергоэффективности учреждения. Но этот план не был обязательным, и его выполнение зависело от двух факторов — понимания администрацией сути необходимых мер и доступа к финансированию, который достаточно ограничен. К тому же, по мнению экспертов⁸, иногда специалисты, проводившие энергоаудит, не обладали достаточной квалификацией, а результаты аудита и рекомендации по повышению энергоэффективности были неполными.

Тем не менее во многих субъектах есть успешные примеры действия в области энергоэффективности: переход на энергоэффективное освещение в зданиях и на улицах, улучшение теплоизоляции зданий, энергоэффективная модернизация теплоснабжения и другие меры.

Несмотря на то, что, согласно ответам некоторых регионов, план сокращения выбросов парниковых газов к 2020 до уровня 75 %, «не входит в компетенцию органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации», и формально это так, в ряде регионов такие меры осуществляются.

Внедрению возобновляемой энергетики в регионах способствует госпрограмма поддержки ВИЭ. Уже построены или отобраны к реализации (распоряжением Правительства № 1081-р от 18 апреля 2020 г.) ВИЭ общей мощностью 5,2 ГВт (в Ставропольском крае, Ростовской, Астраханской, Волгоградской, Саратовской, Мурманской Самарской, Омской областях, Республике Калмыкия, Республике Башкортостан, Алтайском крае, Республике Адыгея, Республике Карелия, Забайкальском крае). Проекты ВИЭ в Оренбургской области и Карачаево-Черкесии на 0,6 ГВт ещё будут отобраны в рамках программы господдержки.

Есть и примеры частных инициатив: например, энергоэффективный дом в Сочи с использованием солнечного электричества и отопления; автономный остров в Татарстане с полным отказом от бензогенератора за счёт солнечных панелей, база отдыха «Тёплое море» на Дальнем Востоке с отоплением и горячим водоснабжением за счёт солнечных коллекторов, завод «Аргос» в Ленобласти с отоплением и ГВС от тепловых насосов, и пр.⁹.

Чтобы регионы развивали весь комплекс мер снижения выбросов — в области энергетики, транспорта, зданий, — необходимы нормативные рамки по отчётности и целям снижения, методическая помощь в планировании и реализации климатических действий, распространение успешных примеров, а также экономические стимулы для внедрения низкоуглеродных решений.

⁸ Михайлов А. Экономика наугад. Не все жилые дома Северо-Запада прошли энергоаудит // Российская газета — Экономика Северо-Запада. — 2017. — № 263(7429). — URL: <https://rg.ru/2017/11/21/reg-szfo/v-zapolnare-zhilye-doma-provalili-energoaudit.html>.

⁹ По информации Ассоциации специалистов ВИЭ «Зелёный Киловатт» и ООО «АльтЭнергия».

4. Новая внутренняя климатическая политика государства

4.1. Амбициозная климатическая политика и углеродное регулирование как стимул для технологической трансформации

Обзор внутренней климатической политики РФ

Сафонов Георгий Владимирович,

директор Центра экономики окружающей среды и природных ресурсов
НИУ «Высшая школа экономики»

Основной документ, который регламентирует международное сотрудничество в сфере климатических изменений, — Рамочная конвенция ООН об изменении климата (РКИК ООН), предложенная к подписанию на «Саммите Земли» в Рио-де-Жанейро в 1992 году и вступившая в силу в 1994 году. Российская Федерация стала стороной конвенции после её ратификации (Федеральный закон от 04.11.1994 № 34-ФЗ).

Важным этапом развития климатической политики в России стала реализация Киотского протокола к РКИК, принятого в 1997 году на конференции сторон РКИК и вступившего в силу в 2005 году, после его ратификации Россией (Федеральный закон от 4 ноября 2004 года № 128-ФЗ). Первый период обязательств по Киотскому протоколу состоялся в 2008–2012 гг., когда стороны должны были соблюдать установленные квоты на выбросы парниковых газов, проводить инвентаризацию выбросов, отчитываться о климатических действиях, а кроме того, были запущены механизмы гибкости — торговля «углеродными» квотами и совместные проекты. Россия зарегистрировала более 150 «киотских» проектов и привлекла значительные инвестиции мирового углеродного рынка. Однако после 2012 года второй период количественных обязательств согласован не был. Стороны Киотского протокола продолжают предоставлять отчётность о выбросах и поглощении парниковых газов, адаптации и помощи развивающимся странам до конца 2020 года.

На смену Киотскому протоколу с 1 января 2021 года приходит Парижское соглашение, принятое в декабре 2015 года на 21-ой конференции сторон РКИК. Россия присоединилась к соглашению в 2019 году (Постановление Правительства РФ от 21 сентября 2019 г. № 1228).

Основные цели Парижского соглашения: 1) не допустить роста среднегодовой глобальной температуры более чем на 1,5–2 градуса Цельсия; 2) повысить способность адаптироваться к неблагоприятным воздействиям изменения климата; 3) направить финансовые потоки в меры по развитию экономики с низким уровнем выбросов и большей устойчивости к изменению климата (ст. 2, п. 1 Парижского соглашения).

Обязательства Сторон включают определение цели по снижению выбросов парниковых газов на 2030 год и далее, разработку стратегии низкоуглеродного развития на перспективу до 2050 года, регулярный пересмотр целей в сторону их усиления (не реже одного раза в 5 лет). Россия официально представила в секретариат РКИК «планируемый вклад в выполнение Парижского соглашения (INDC)», где была определена цель по выбросам парниковых газов на 2030 год

67



на уровне 70–75 % от 1990 года при условии максимально возможного учёта поглощающей способности лесов. Учитывая, что в 2018 году выбросы достигали порядка 50 % от 1990 г., указанные в INDC цели представляются легко выполнимыми.

Климатическая политика России базируется на ряде документов, определяющих не только международные обязательства по РКИК, но и внутренние обязательства и меры регулирования. К ним относятся следующие документы:

- Климатическая доктрина РФ (Распоряжение Президента РФ от 17.12.2009 № 861-рп), где сформулированы цели, основные принципы политики в области изменения климата, её содержание, меры и субъекты реализации.
- Указ Президента Российской Федерации от 30.09.2013 № 752 «О сокращении выбросов парниковых газов» — устанавливает целевой показатель по снижению к 2020 году объёма выбросов парниковых газов на уровне не более 75 % от объёма выбросов в 1990 году.
- Приказом Минприроды России от 30.06.2015 № 300 — закладывает основы комплексной системы учёта выбросов и поглощений парниковых газов на уровне предприятий и субъектов РФ, однако проведение регулярной инвентаризации выбросов парниковых газов хозяйствующих субъектов пока не осуществляется.
- Комплекс мер, утверждённый в целях реализации Парижского соглашения Распоряжением Правительства от 3.11.2016 № 2344-р — предусматривает корректировку действующих стратегических документов и подготовку новых решений, определяющих государственную политику в области изменения климата, а также разработку модели государственного регулирования сокращения выбросов парниковых газов в России.
- Национальный план адаптации к изменениям климата до 2022 года (Распоряжение Правительства от 25.12.2019 № 3183-р), в котором определены задачи первого этапа адаптации экономики и населения к изменениям климата и который включает институциональные, организационные и методические мероприятия, направленные на формирование государственных подходов к адаптации к изменениям климата.
- Стратегия долгосрочного развития РФ до 2050 года с низким уровнем выбросом парниковых газов, которую в соответствии с распоряжением Правительства № 2344-р от 03.11.2016 Минэкономразвития России направило на согласование в федеральные органы исполнительной власти. Направлена на обеспечение перехода страны на траекторию диверсифицированного экономического развития. Согласно предложенным министерством сценариям, выбросы парниковых газов могут вырасти с 50 % от 1990 года в 2017 году до уровня 64–76 % к 2030 году и 52–90 % к 2050 году.
- Проект федерального закона «О государственном регулировании выбросов парниковых газов в Российской Федерации», проходит этап обсуждения с экспертным сообществом и согласований с федеральными органами исполнительной власти. В нём должны быть определены основы госрегулирования выбросов, требования к отчётности предприятий об эмиссии парниковых газов и инструменты стимулирования мер по снижению выбросов.
- Указ Президента Российской Федерации от 04.11.2020 № 666 «О сокращении выбросов парниковых газов» устанавливает новую национальную цель — «сократить» выбросы на 30 % от 1990 г. к 2030 году.

Климатическая политика подвергается существенной критике со стороны экспертного сообщества, бизнеса и экологических организаций. В частности, вызывают недоумение

долгосрочные цели по «снижению» выбросов парниковых газов на 2030 и 2050 гг., предусматривающие большой прирост объёмов эмиссии ПГ от текущего уровня, при том, что Парижское соглашение требует глубокой декарбонизации экономики и достижения климатической нейтральности к середине 21 века. Указ № 666 устанавливает новую национальную цель — «сократить» выбросы на 30 % от 1990 г., но учитывая текущий уровень выбросов, это означает, что выбросы можно увеличить на 40 %.

Планы в области углеродного регулирования также не предполагают введения никаких инструментов ценообразования на выбросы углерода. Не предлагаются такие механизмы, как рынок квот на выбросы, углеродные проекты с выпуском сертифицированных «единиц сокращённых выбросов», совместных программ инвестирования в рамках Парижского соглашения, таких как «механизм совместного кредитования» (Join Crediting Mechanism), предлагаемый правительством Японии.

Цели по адаптации к климатическим изменениям оцениваются как слишком слабыми, задачи растянуты во времени. Так, отраслевые стратегии адаптации планируется разработать к 3-му кварталу 2021 года, но средств на эту работу пока не выделено. Субъектам РФ рекомендуется подготовить региональные стратегии адаптации лишь к 4-му кварталу 2022 года, источники средств на это также не определены. В таких условиях есть обоснованные опасения, что никаких действенных планов адаптации и учёта климатических факторов в развитии экономики, отдельных отраслей и регионов в ближайшее время разработано не будет, хотя проблемы негативного воздействия изменения климата на экономику, социальную сферу, экосистемы в последние годы возрастают и представляют реальную угрозу устойчивому развитию в России.

Обзор выбросов ПГ в РФ в исторической перспективе, прогнозы на будущее

*Сафонов Георгий Владимирович,
директор Центра экономики окружающей среды и природных ресурсов
НИУ «Высшая школа экономики»*

Россия — одна из ведущих стран мира по выбросам парниковых газов (ПГ). В 1990 году, который стал базовым для многих стран Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК), на долю России приходилось 3,1 млрд тонн CO₂-эквивалента, или 8 % мировых выбросов ПГ¹.

Экономические преобразования 1990-х привели к значительному снижению выбросов ПГ в России. За 1990–2002 гг. падение составило 56 %, в связи с социально-экономическим кризисом, снижением ВВП и падением промышленного производства, демилитаризацией экономики, увеличением доли сектора услуг в экономике (с 20 % до 50 % ВВП), а также снижением заготовки древесины. В результате объёмы поглощения углерода лесами выросли с 78 до 565 млн т CO₂ в год. После 2002 года выбросы ПГ в стране увеличивались в среднем на 1 % в год. При этом в энергетическом секторе эмиссии ежегодно росли, а объёмы поглощения углерода возрастали лишь до 2010 года (до 723 млн т CO₂ в год), после чего начали снижаться, до 591 млн т CO₂ в 2018 году.

¹ РКИК ООН, База данных национальных инвентаризаций парниковых газов. https://di.unfccc.int/detailed_data_by_party



К 2018 году уровень суммарных выбросов с учётом поглощения углерода составил 1,6 млрд т CO₂-эквивалента, или 52 % от 1990 года. Главный источник выбросов ПГ в стране сегодня — энергетический сектор, включая добычу, транспортировку, переработку, сжигание ископаемого топлива (1,75 млрд т CO₂ в 2018 г.). На промышленные процессы приходится 0,24 млрд т CO₂, на сельское хозяйство — 0,13 млрд т CO₂, на отходы — 0,1 млрд т CO₂, лес и землепользование поглощают –0,59 млрд т CO₂.

Национальные цели по объёму выбросов ПГ определены указами президента РФ. На 2020 год была установлена цель — не превысить 70–75 % от уровня 1990 года. На 2030 год указом президента Российской Федерации от 04.11.2020 № 666 «О сокращении выбросов парниковых газов» установлена новая национальная цель — «сократить» выбросы на 30 % от 1990 г. Учитывая текущий уровень выбросов, такая цель означает, что выбросы можно увеличить почти на 40 %.

В марте 2020 года Минэкономразвития России представило проект национальной стратегии развития с низким уровнем выбросов парниковых газов. Согласно официальным прогнозам, к 2030 году выбросы могут вырасти от текущего уровня на 28–52 %, а к 2050 году — на 4–80 %. Никаких сценариев сокращения уровня от достигнутого к 2017 году не предполагается².

Такие формальные цели вполне объяснимы, ведь они во многом базируются на уже принятых официальных стратегиях развития, включая Энергостратегию-2035, Генеральную схему размещения объектов электроэнергетики до 2035 г., планы и программы в угольной, газовой, нефтяной отраслях. Все они предусматривают рост добычи, транспортировки, хранения, сжигания ископаемых энергоресурсов, а значит и рост выбросов ПГ.

Альтернативные сценарии низкоуглеродного развития и декарбонизации экономики разрабатывались рядом научных центров с применением сложных экономико-математических моделей. Сравнительный анализ таких сценариев был проведён Центром по эффективному использованию энергии (ЦЭНЭФ)³. Был определён набор сценариев, при которых выбросы ПГ в стране могут снижаться в перспективе до 2050 года, при этом многие исследователи спрогнозировали увеличение выбросов ПГ, поскольку существенным фактором, сдерживающим процесс декарбонизации экономики России, является высокая доля ископаемого топлива в энергобалансе.

Модельные расчёты научной группы РАНХиГС и Высшей школы экономики по проекту глубокой декарбонизации экономики (DDPP) показали, что снижение выбросов CO₂ в секторе производства и потребления энергии возможно на 90–95 % от уровня 2010 года к 2050 г.⁴

Большую роль в глубокой декарбонизации могут сыграть меры по повышению энергоэффективности, снижению удельных выбросов CO₂ на 1 кВт·ч произведённой электроэнергии и максимальная электрификация экономики России. Также важное значение имеют меры по снижению эмиссий метана в нефтегазовой и угольной промышленности, усиление потенциала лесов по депонированию углерода, развитие секторов и отраслей производства безуглеродных видов энергии («зелёный» водород, биотопливо и др.), зелёных технологий (солнечная, ветровая энергетика и др.), новых материалов (на них приходится более 60 % углеродного следа в мире).

² Минэкономразвития России. Стратегия долгосрочного развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года. Проект. https://economy.gov.ru/material/file/babacbb75d32d90e28d3298582d13a75/proekt_strategii.pdf

³ Затраты и выгоды низкоуглеродной экономики и трансформации общества в России. Перспективы до и после 2050 г. / Под редакцией И. А. Башмакова. — М.: ЦЭНЭФ, 2014. <http://www.cenef.ru/file/CB-LCE-2014-rus.pdf>

⁴ SDSN-IDDRI (2014) Deep Decarbonization Pathways Project, 2014 Report. Paris, France.



Согласно полученным оценкам, электроэнергетика обладает наибольшим потенциалом сокращения выбросов ПГ, что связано с широким спектром технологий, позволяющих переключиться с ископаемых видов топлива на альтернативные (АЭС, ГЭС, ВИЭ) и использовать технологии улавливания и захоронения двуокиси углерода (CCS), когда они станут коммерчески доступными. Поэтапное замещение выбывающих мощностей более современными, безуглеродными технологиями позволяет существенно снизить затраты на переход к «зелёной» энергетике. В среднем для 16 ведущих стран мира затраты на глубокую декарбонизацию оцениваются в 0,8–1,2% ВВП в год⁵. Что значительно ниже ущерба от изменения климата (5–20 % глобального ВВП)⁶.

⁵ SDSN-IDDR (2015) Deep Decarbonization Pathways Project, 2015 Report. Paris, France. https://www.iddri.org/sites/default/files/import/publications/ddpp_2015synthesisreport.pdf

⁶ Stern Report, 2006. <https://doi.org/10.1111/j.1728-4457.2006.00153.x>



Технологии улавливания метана как один из необходимых инструментов борьбы с глобальным потеплением

*Гусев Александр Леонидович,
генеральный директор ООО Научно-технический центр «ТАТА»
и ООО Институт водородной экономики*

DOI: 10.13140/RG.2.2.25178.77766

Модель климатических изменений, разработанная исследователями из Норвежской бизнес-школы в Осло, показала, что если антропогенные выбросы парниковых газов достигнут пика в 2030-х и упадут до нуля к 2100 году, глобальные температуры к 2500 году всё равно будут на 3 градуса больше, а уровень моря на 2,5 метра выше, чем в 1850 году. При этом такое развитие событий рассматривается как самый благоприятный из сценариев, возможных на текущий момент.

Даже в случае безотлагательного одновременного прекращения всех антропогенных выбросов парниковых газов глобальные температуры будут продолжать расти ещё примерно в течение ста лет из-за инерционности глобальной климатической системы и самоподдерживающегося таяния арктических льдов и вечной мерзлоты.

Важными причинами сложившейся ситуации являются следующие явления: 1) снижение земного альbedo из-за сокращения площади льдов; 2) увеличение содержания водяного пара в атмосфере, связанное с ростом температур; 3) рост содержания парниковых газов в атмосфере в связи с эмиссией CO₂ и метана при деградации вечной мерзлоты.

Петли положительной обратной связи, которые провоцируют все указанные процессы, делают крайне сложной задачу их остановить, при этом, по мнению учёных, запущены они были еще в 1950-х годах, когда начался индустриальный этап развития человечества, а в 1960–1970-х уже была пройдена точка невозврата.



Необходимость мероприятий для управления климатом

Уже очевидно, что предотвращение худших последствий глобального потепления и подъёма уровня моря сейчас требует полного прекращения всех выбросов, а для более благоприятных вариантов нужно ещё ежегодное улавливание из атмосферы не менее 33 гигатонн углекислого газа, который в дальнейшем нужно как-то хранить или утилизировать [1–5].

Упомянутая модель не идеальна, сами её авторы признают, что их построения значительно проще, например, климатических моделей МГЭИК. Однако, что немаловажно, в ней учтены механизмы обратной связи между ключевыми факторами, влияющими на изменение климата. В ней расчёты не до традиционного 2100 года, а на существенно больший срок, что принципиально важно.

Метан считается третьим по значимости парниковым газом природно-антропогенной этимологии после паров воды и углекислого газа: его вклад в мировые выбросы парниковых газов оценивается в 15–20 %. Это относительно недолговечный газ: его присутствие в атмосфере Земли длится 9–12 лет (для сравнения: у углекислого газа — сотни лет, в атмосфере он пассивен и удаляется лишь поглощением океаном и наземными экосистемами). В этой связи его причисляют к короткоживущим климатическим загрязнителям. При этом часто не учитывается, что потенциал воздействия метана на глобальное потепление в 28–36 раз выше, чем у углекислого газа (при осреднении эффекта за 100 лет).

По сравнению с началом 2000-х ежегодные выбросы метана сейчас увеличились на 9 процентов, а рост антропогенных выбросов превысил возможности поглощения метана в результате естественных процессов, что привело к накоплению дополнительного количества этого газа в атмосфере [6–12].

Стала явной необходимость использовать возможности улавливания метана, а также применять его в дальнейшем в области альтернативной энергетики для решения проблемы климатических изменений.

Потенциальные технологии захвата основных парниковых газов

Существует целый ряд потенциальных технологий для утилизации паров воды, углекислого газа и атмосферного метана:

- конвекционные энергодобывающие башни для попутного сбора воды из атмосферы, а также вихревые конвекционные башни для утилизации приземного углекислого газа (CO_2 в атмосфере не окисляется). Примером служит башня Бурдж-Халифа, в которой спроектирована система сбора конденсата, доставляемого по трубопроводам в сборный резервуар в подвальных этажах здания. Собранная вода используется для орошения зелёных насаждений на территории комплекса. Данная система позволяет собирать ежегодно до 40 млн литров воды.
- аппараты легкого воздуха на метане для сбора относительно более концентрированного метана в местах его эмиссии и наполнения отдельных метановых транспортных аэростатов-газгольдеров для их транспортировки транспортными буксирами-дирижаблями.
- настил территорий эмиссии метана (метановые кратеры и метановые пузыри в акватории озёр, морей и океанов) плёночной оболочкой, сворачивающейся в парашютообразную конструкцию с грузом, которая при подъёме-взлёте затягивается грузом с формобразованием метанового шара-аэростата.

Ряд инженерных решений предполагают наддув оболочек транспортных аэростатов через трубные конструкции вихревого разделения, размещённые на мобильной заправочной платформе в виде дирижабля. Метан может транспортироваться в связке метановых аэростатов на большие расстояния к инфраструктуре потребления.

При этом метан из газгольдеров в сжатом виде подается в приёмные патрубки магистрального трубопровода природного газа, а также в стационарные газгольдеры хранения для местного бытового, производственного и транспортного потребления.

Гелиевые дирижабли-буксиры можно оснастить мощной системой управления и ориентации на основе гироскопических устройств (аналог — система «Спектр» для станции «Мир») и маршевых реактивных метановых двигателей.

Всё это, конечно, крайне малые установки, не способные, даже если их будут тысячи, повлиять на концентрации метана в атмосфере, тем более CO_2 , не говоря уж о водяном паре.

Кроме улавливания метана из атмосферы возможны и другие варианты работы с ним:

для подводной добычи метана из метаногидратов планируется использовать подводные дроны (это потенциально может предотвратить эмиссию метана при разложении метангидратов на мелководном арктическом шельфе);

для подземной разработки метаногидратов (а она в СССР уже была реализована, в частности, на Таймыре), может применяться инфраструктура добычи рудничных полезных ископаемых — подземные дроны.

Метан может быть переработан в углерод и водород, для дальнейшего применения углерода для нужд наноматериаловедения, водорода — для применения в быту, производстве, химической промышленности и на транспорте.

Выводы

Борьба с глобальным изменением климата уже не может быть эффективной в результате только сокращения наносимого природе ущерба. Необходимы проактивные действия, которые позволят компенсировать нанесённый ранее урон и остановить цепочки положительной обратной связи [13–17].

Конечно, улавливание метана пока очень далеко от практики. Рассмотрение глобального цикла метана в атмосфере показывает, что масштабы, которые могут хотя бы немного повлиять на его концентрацию в атмосфере, должны быть гигантскими. Сейчас это кажется фантастикой, и речь может идти, вероятно, лишь о XXII или XXIII веках, но важно отметить, что уже существуют технологии, которые позволяют улавливать метан из атмосферы.

Источники информации

1. *Изменение климата [Электронный ресурс] // ООН. — URL: <https://www.un.org/ru/sections/issues-depth/climate-change/index.html> (Дата обращения: 30.11.2020).*
2. *The Global Methane Budget 2000–2017 / Marielle Saunoy et al. // Earth Syst. Sci. Data. — 2020. — № 12. — pp. 1561–1623. DOI: <https://doi.org/10.5194/essd-12-1561-2020>.*
3. *2 градуса до ада. Зачем сдерживать глобальное потепление? [Электронный ресурс] // Движение ЭКА. — URL: <https://zen.yandex.ru/media/ecamir/2-gradusa-do-ada-zachem-sderjivat-globalnoe-poteplenie-5f568aba9080502492ed567a> (Дата обращения: 30.11.2020).*



4. Столетний Меморандум от 13 ноября 2006 года Главам Большой восьмерки / А. Л. Гусев и др. // *Альтернативная энергетика и экология — ISJAEЕ*. — 2007. — № 3. — С. 11–12.
5. Гусев А. Л. Экономическая, энергетическая, экологическая и геополитическая безопасность России в 21 веке. Нужна ли России водородная энергетика? Экономика, экология и общество России в 21-м столетии / А. Л. Гусев, Ю. П. Дядюченко, В. М. Чертов // *Труды 4-ой Международной научно-практической конференции*. Т.1. — СПб.: Нестор, 2002.
6. Using ship-borne observations of methane isotopic ratio in the Arctic Ocean to understand methane sources in the Arctic / A. Berchet, I. Pison, P. M. Crill, B. Thornton, P. Bousquet, T. Thonat, T. Hocking, J. Thanwerdas, J.-D. Paris, M. Saunio // *Atmos. Chem. Phys.* — 2020. — 20. — pp. 3987–3998. DOI: <https://doi.org/10.5194/acp-20-3987-2020>.
7. DelSontro T. Greenhouse gas emissions from lakes and impoundments: Upscaling in the face of global change / T. DelSontro, J. J. Beaulieu, J. A. Downing // *Limnol. Oceanogr. Lett.* — 2018. — № 3. — pp. 64–75. DOI: <https://doi.org/10.1002/lol2.10073>.
8. Preindustrial 14CH₄ indicates greater anthropogenic fossil CH₄ emissions / B. Hmiel et al. // *Nature*. — 2020. — № 578. — pp. 409–412. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-020-1991-8>.
9. Weber T. Global ocean methane emissions dominated by shallow coastal waters / T. Weber T., N. A. Wiseman, A. Kock // *Nat. Commun.* — № 10, — pp. 1–10 DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-019-12541-7>.
10. Development of a global synthetic map of Wetland Area and Dynamics for Methane Modeling (WAD2M) / Z. Zhang et al., in preparation, 2020.
11. Inter-model comparison of global hydroxyl radical (OH) distributions and their impact on atmospheric methane over the 2000–2016 period / Y. Zhao et al. // *Atmos. Chem. Phys.* — 2019. — № 19. — pp. 13701–13723. DOI: <https://doi.org/10.5194/acp-19-13701-2019>.
12. Influences of hydroxyl radicals (OH) on top-down estimates of the global and regional methane budgets / Y. Zhao et al. // *Atmos. Chem. Phys. Discuss*, in review, 2020. — DOI: <https://doi.org/10.5194/acp-2019-1208>.
13. Zhiznin S. Z. Economic aspects of nuclear and hydrogen energy in the world and Russia / S. Z. Zhiznin, V. M. Timokhov, A. L. Gusev // *International Journal of Hydrogen Energy*. — 2020. — № 45(56), pp. 31353–31366.
14. Zhiznin S. Z. Economics of secondary renewable energy sources with hydrogen generation / S. Z. Zhiznin, S. Vassilev, A. L. Gusev // *International Journal of Hydrogen Energy*, 2019. — 44(23). — pp. 11385–11393. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.03.072>
15. Bulychev N. A. Hydrogen production by low-temperature plasma decomposition of liquids / N. A. Bulychev, M. A. Kazaryan, A. S. Averyushkin, A. A. Chernov, A. L. Gusev // *International Journal of Hydrogen Energy*. — 2017. — № 42(33). — pp. 20934–20938. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.09.226>.
16. Gusev A. L. Cleaning system for corrosive gases and hydrogen / A. L. Gusev // *Chemical and Petroleum Engineering*. — 2009. — 45(9–10). — p. 640. DOI: 10.1007/s10556-010-9251-7.
17. Gusev A. L. Thermodynamic peculiarities of low-temperature regeneration of cryosorption devices in heat-insulation cavities of hydrogenous cryogenic tanks // *International Journal of Non-Linear Mechanics*. — 2001. — № 26(8), pp. 863–871. DOI [https://doi.org/10.1016/S0360-3199\(01\)00024-6](https://doi.org/10.1016/S0360-3199(01)00024-6).



4.2. Финансово-экономические инструменты реализации новой климатической политики

Зелёные финансы для РФ

Титов Максим Алексеевич,

директор Исследовательского центра энергетической политики (ИЦ ЭНЕРПО)
Европейского университета в Санкт-Петербурге

Одно из лежащих на поверхности решений для России в сфере зелёных финансов — массовое внедрение зелёных кредитов коммерческими банками. Самый простой вариант зелёного кредита — финансирование проектов по повышению энергоэффективности. Именно так банк «Центр-инвест» (Ростов-на-Дону) формирует свой зелёный кредитный портфель с 2005 года, предлагая клиентам кредиты для внедрения современных энергосберегающих технологий и мероприятий по модернизации устаревшего оборудования. Общий объём инвестиций банка на ноябрь 2020 года превысил 18,5 млрд рублей (24,7 тыс. проектов). Экологический эффект от этих кредитов позволяет сократить более 200 тыс. тонн выбросов CO₂¹.

Появление в каждом регионе России по крайней мере по одному коммерческому банку, предлагающему зелёные кредиты, позволило бы приблизиться к цифре 313 млрд долларов, в которую международные эксперты оценили потенциал зелёного финансирования в России². Значительная доля этого потенциала находится именно в сфере повышения энергоэффективности: зданий, промышленности, энергетики и транспорта — четырёх крупнейших потребителей топливно-энергетических ресурсов в России, на которые приходится 83 % потребления³.

Энергоэффективные банковские кредиты, которые в мировой практике принято относить к «климатическому» или зелёному финансированию, известны давно. С начала 2000-х международные финансовые институты (EBRD, IFC, EIB, NEFCO и другие) активно внедряют в коммерческих банках на развивающихся рынках специализированные кредитные продукты по финансированию энергоэффективных проектов, проектов по повышению ресурсоэффективности (их можно также отнести к категории НДТ), проектов по возобновляемой энергетике и других. Программа Международной финансовой корпорации (IFC, входит в группу Всемирного банка), реализованная в России в 2006–2012 годах, позволила коммерческим банкам профинансировать проектов на 300 млн долларов США.

Практика реализации проектов по энергоэффективности показала, что они, в силу своей специфики, требуют специального финансирования. Это массовые типовые проекты, с которыми могут и должны работать коммерческие банки. При этом дополнительный доход

¹ Пресс-релиз банка от 27.11.2020 <https://www.centrinvest.ru/ru/about/news/36416/>

² Доклад Climate Investment Opportunities in Emerging Markets Международной финансовой корпорации, входящей в группу Всемирного банка, 2016 год https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/59260145-ec2e-40de-97e6-3aa78b82b3c9/3503-IFC-Climate_Investment_Opportunity-Report-Dec-FINAL.pdf?MOD=AJPERES&CVID=IBLd6Xq

³ Государственный доклад «О состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации» подготовлен в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 18 декабря 2014 г. № 1412 «О подготовке и распространении ежегодного государственного доклада о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации» и является пятым выпуском ежегодного официального документа. Подготовлен Минэкономразвития РФ и опубликован 26 декабря 2019 года.





в результате реализации проекта по повышению энергоэффективности может существенно повлиять на финансовые показатели такого проекта и сроки его окупаемости. Осознание руководителями компаний целесообразности и эффективности осуществления таких проектов с помощью заёмных средств может открыть для коммерческих банков новые сегменты рынка: новые отрасли, региональные ниши, типы проектов.

Внедрение специализированных кредитов для финансирования проектов по повышению энергоэффективности может принести банку определённые выгоды⁴:

1. Устойчивое развитие бизнеса, увеличение (сохранение) доли на рынке предоставляемых услуг:
 - предложение нового банковского продукта, направленного на модернизацию и повышение энергоэффективности бизнеса клиентов;
 - увеличение продаж за счёт повторных и кросс-продаж нового банковского продукта существующим клиентам;
 - дополнительный прайсинг по новому продукту и рост непроцентных доходов;
 - привлечение новых качественных заёмщиков.
2. Улучшение качества кредитного портфеля и снижение кредитного риска заёмщика⁵:
 - улучшение структуры портфеля банка путём диверсификации — перераспределение кредитного портфеля с повышением доли инвестиционных кредитов и снижением доли финансирования оборотных средств;
 - улучшение платёжеспособности клиента и повышение его кредитного рейтинга за счёт дополнительного денежного потока в результате внедрения энергоэффективных решений.
3. Позитивная репутация и имидж банка как субъекта социально ответственного бизнеса, поддерживающего улучшение экологической ситуации:
 - позитивный имидж в обществе;
 - повышение рейтинга банка со стороны международных финансовых институтов — расширение возможности для привлечения долгосрочного финансирования;
 - привлекательность наличия зелёного портфеля в общем портфеле банка для дальнейшего использования в более сложных финансовых инструментах.

Безусловно, для решения задач, связанных с повышением энергоэффективности, внедрением наилучших доступных технологий, реализацией экологических проектов нужны и другие типы зелёных финансовых инструменты: гарантии, поручительства, лизинг, револьверные фонды, ценные бумаги. Вместе с тем переходить к более сложным и комплексным продуктам можно только тогда, когда банки научатся создавать и продавать зелёный продукт на примере энергоэффективного кредита. Получив опыт и создав портфель профинансированных проектов, коммерческий банк будет способен расширить линейку зелёных продуктов в соответствии со своей стратегией развития.

⁴ Банковское финансирование энергоэффективных проектов / М. А. Титов, Е. В. Шоня. — М.: Международная финансовая корпорация, 2012. — 66 с.

⁵ Дополнительный устойчивый объём положительного денежного потока, генерируемый от реализации программ энергосбережения, может существенно повлиять на определение риск-профиля заёмщика в скоринговых моделях банка.



Самостоятельно решить такую задачу, как запуск зелёных кредитов, коммерческому банку сложно: есть объективные трудности в привлечении долгосрочного финансирования, отсутствует опыт и единая методика внедрения зелёных продуктов. Роль катализатора при внедрении зелёных финансовых инструментов в России должен выполнять институт развития — такой, как ВЭБ. По аналогии с практикой работы международных финансовых институтов развития, ВЭБ мог бы предложить российским банкам комплексное решение. Оно должно состоять из целевой зелёной кредитной линии для коммерческих банков, а также методической помощи по разработке и внедрению стандартного банковского зелёного кредита по единым критериям. Внедрив и запустив массовые зелёные кредитные продукты, наладив сбор информации по типам проектов и достигаемому эффекту для экономики (экономия энергоресурсов, снижение выбросов парниковых газов и т. п.), ВЭБ мог бы способствовать решению экологических и климатических задач национального масштаба, а также развитию финансовых рынков.



4.3. Новые подходы в управлении лесами

Роль лесов и прочих экосистем в поглощении CO₂

Романовская Анна Анатольевна,

директор Института глобального климата и экологии, д-р биол. наук, член-корреспондент РАН

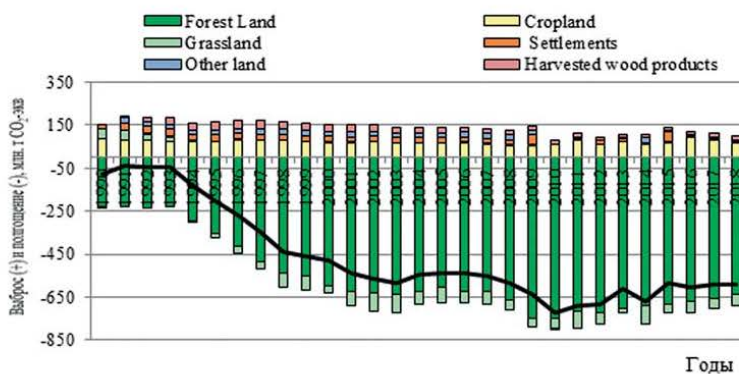
Основным источником информации по ежегодной оценке роли лесных и прочих экосистем в газообмене парниковыми газами между атмосферой и сушей на территории России является Национальный кадастр антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов (далее — Кадастр) [1], который представляется РФ в соответствии с обязательствами по Рамочной конвенции ООН об изменении климата [2]. К ограничениям данных Кадастра относится то обстоятельство, что учёту подлежат только антропогенные потоки парниковых газов: как выбросы, так и поглощение. Затруднительная атрибуция последнего на территории природных экосистем решена через понятие «управляемых земель», т. е. земли, находящиеся под антропогенной нагрузкой: на этих площадях учитываются полностью все выбросы и поглощение. К управляемым землям в РФ отнесены леса, где проводятся мероприятия по их защите и охране, лесопользованию и лесозаготовкам; сельскохозяйственные угодья — пахотные, пастбищные и сенокосные угодья; осушенные и обводнённые болотные угодья, торфоразработки; земли поселений, промышленных объектов и площади под объектами линейной инфраструктуры, а также земли, переводимые между этими категориями. Природные экосистемы, на которых не ведётся антропогенной деятельности (значительная часть тундры, степей, болотных экосистем, резервные леса), не учитываются в национальной отчётности в рамках РКИК ООН согласно международным договорённостям [2]. Следует отметить, что внутренние решения в РФ любого уровня по созданию системы учёта потоков парниковых газов от всех типов природных экосистем никакой, кроме познавательной-научной цели, преследовать не смогут — эти оценки не могут быть включены в отчётность по РКИК ООН и Парижскому соглашению.



Логика по учёту только антропогенных потоков парниковых газов очевидна: это те потоки, которые человечество может контролировать и управлять ими, а значит, способно сократить выбросы и увеличить поглощение. За природными потоками важно наблюдать, проводить их мониторинг, но управлять ими представляется маловозможным.

По данным Кадастра 2020 года (см. рисунок 1), динамика нетто-поглощения и выбросов парниковых газов от управляемых экосистем на 60 % в 1990 году и на 80 % в 2018 определялась углеродным бюджетом в лесах. При этом сокращение выбросов и нарастание поглощения в них за рассматриваемый период связано с уменьшением в 2,5 раза объёма лесозаготовок в середине 1990-х годов. Так, нетто-поглощение CO₂ в управляемых лесах изменялось от 248,5 в 1990 до 674,1 млн т CO₂ и 2018 году соответственно. Заметно также увеличение поглощения на зарастающих сельскохозяйственных землях, которые в Кадастре включены в категорию grasslands (рисунок 1). В целом сектор компенсировал от 2,4 % промышленных выбросов от других секторов экономики в 1990 до 26,6 % в 2018 году.

Рисунок 1. Баланс парниковых газов в секторе «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство» за период 1990–2018 гг., млн т CO₂-экв.



Анализ брутто-потоков CO₂ на лесных землях, представленных на рисунках 2 и 3 ниже, свидетельствует, что пожары ежегодно приводят к потере от 25 % до 30 % поглощения, что сопоставимо с потерями углерода при лесозаготовках. Следует отметить, что такого вклада пожарных нарушений в баланс парниковых газов в лесах нет в ни в одной другой развитой стране. Например, в Финляндии пожары приводят к потерям менее 1 % от ежегодного поглощения [3].



Рисунок 2. Динамика абсорбции CO₂ управляемыми лесами лесного фонда по пулам углерода, млн т CO₂

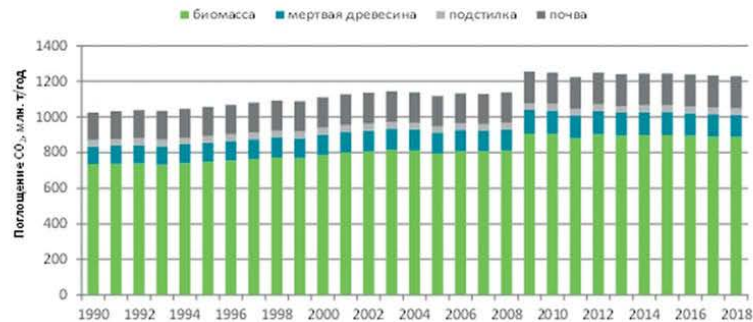
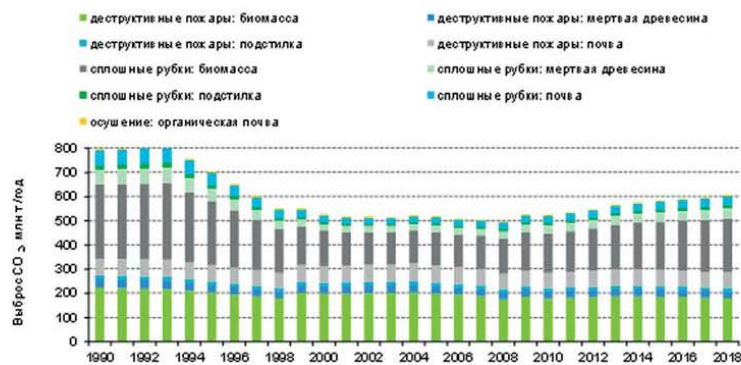


Рисунок 3. Динамика потерь CO₂ управляемыми лесами лесного фонда по пулам в результате хозяйственной деятельности, млн т CO₂



В качестве исходных данных для расчётов в Кадастре согласно требованиям РКЖК ООН используются регулярно собираемые официальные данные государственной статистики Рослесхоза, Росреестра и Росстата. Этим используемый методический подход отличается от методик, применяемых в научных исследованиях, которые не могут рассматриваться в качестве реальной альтернативы для разработки отчётности в рамках международных соглашений в силу использования данными методиками неоднородных и разновременных данных. В этой связи данные Кадастра по лесам часто не совпадают с данными из научных источников, оценки которых по лесам РФ варьируют от 100 до 2500 млн т CO₂ год⁻¹ [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]. Подробно проблема сопоставимости данных рассмотрена в статьях [11, 12, 13].

Методика Кадастра по лесным землям проста и представляет собой суммарную оценку скользящей средней по приросту 6 возрастных групп возраста каждой древесной породы в каждом регионе страны по данным Государственного лесного реестра и вычит из общего прироста потерь углерода с гибелью лесов от пожаров, болезней леса и др., и рубок. Предлагаемая для использования в Кадастре альтернативная методика Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства (ВНИИЛМ) [5] основывается на использовании средних приростов древостоев (т. е. общего прироста, делённого по возрасту) и не учитывает возрастную динамику роста деревьев и накопления



углерода, что в случае значительных площадей зрелых и перезрелых древостоев в России приводит к нарушению закона сохранения массы и вещества и существенному искусственному завышению поглощения CO₂ [11].

При этом объективно очевидна необходимость совершенствования и уточнения оценок, представляемых в Кадастре, которая заключается, прежде всего, в уточнении исходных данных государственной статистики по площадям и состоянию лесов и других экосистем, а не в изменении используемых уравнений расчёта. Широкие дискуссии и инициативы по «разработке национальной методики» и смене «неправильной формулы» по лесам следует направить в конструктивное русло по наращиванию научных исследований, интеграции данных ДЗЗ в государственную статистическую отчётность по лесам, а также поддержанию системы верификации данных расчётного мониторинга, представленных в Кадастре, с данными наблюдений. Предварительный анализ, проведённый совместно специалистами Института глобального климата и экологии им. академика Израэля, Центра по экологии и продуктивности лесов РАН, Института космических исследований РАН и ВНИИЛМ, показал, что возможности уточнения исходных данных по запасам углерода в результате применения материалов Государственной инвентаризации лесов (ГИЛ) может увеличить оценки поглощения по лесам в Кадастре на 40 %, однако корректный учёт ежегодных площадей гибели лесов от пожаров и иных причин может снизить оценки в 3 раза.

Анализ величины выбросов парниковых газов от разных источников на управляемых землях в России приводит к определению набора первоочередных мер, которые могут значительно сократить выбросы и повысить поглощение парниковых газов (см. таблицу). По мнению авторов, именно на этих мероприятиях следует сконцентрировать усилия правительству РФ, которые являются приоритетом по сравнению с созданием системы учета природных потоков парниковых газов в стране.

Таблица 1. Потенциал мероприятий по сокращению выбросов и увеличению поглощения парниковых газов на управляемых землях [11]

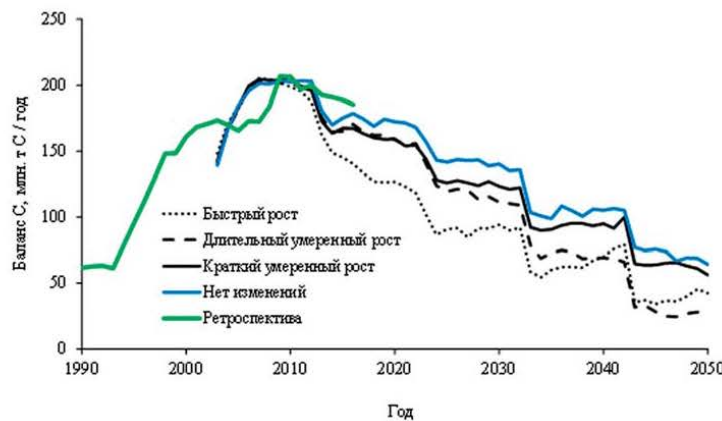
Меры	Общий потенциал, млн т CO ₂ -экв год ⁻¹
Лесное хозяйство	
Защита от лесных пожаров	220–420
Щадящий режим лесозаготовок	15–59
Сокращение потерь углерода при лесозаготовке	61–76
Замена монокультур при лесовосстановлении на смешанные насаждения	50–70
Сокращение экспорта круглого леса и переход к экспорту переработанной древесины	17–26
Увеличение объёмов рециклинга бумаги и увеличение производства древесной продукции с долгим сроком жизни	51–79
Компенсационные посадки леса при обезлесивании	0.2–0.4
Сельское хозяйство	
Сокращение потерь почвенного углерода на пашнях	101–159
Защита луговых угодий от пожаров	0.5–1.5
Стимулирование накопления углерода в почвах луговых угодий	13–19
Сокращение потерь азота от внесённых минеральных и органических удобрений	4-8
Землепользование	
Обводнение ранее осушенных торфяников	0.1–0.3
Рекультивация нарушенных земель	13–19
Все меры	~545–940



Особенно важное значение меры по сокращению выбросов и увеличению поглощения приобретают в свете имеющихся прогнозных оценок по сокращению нетто-поглощения CO_2 в лесах России (рисунок 4) и увеличению эмиссии метана от зоны многолетнемерзлых пород [14], в том числе приходящихся на территорию управляемых экосистем.

Согласно имеющимся прогнозам [15, 16, 17], постепенное старение российских лесов приведёт к снижению углероддепонирующей роли лесов по всем сценариям изменения лесопользования (от сценария без изменений до быстрого роста объёма лесозаготовок). Согласно расчётам, средние значения нетто-поглощения CO_2 управляемыми лесами за 2021–2030 гг. составят 546,3 млн т CO_2 год⁻¹ по сценарию 1 (нет роста лесозаготовок), 489,5 млн т CO_2 год⁻¹ по сценарию 2 (краткий умеренный рост), 457,9 млн т CO_2 год⁻¹ по сценарию 3 (длительный умеренный рост).

Рисунок 4. Прогноз баланса углерода управляемых лесов России по модели CBM-CFS3 в соответствии со сценариями роста лесопользования и ретроспективная оценка по данным национального доклада о кадастре парниковых газов 2019 г. [15, 16, 17]



Имеющиеся в литературе данные по балансу парниковых газов всех экосистем в РФ, управляемых и неуправляемых, показывают, что все природные экосистемы России в сумме являются нетто-поглотителями в размере 1040 млн т CO_2 -экв. [18]. Это в целом согласуется с данными (Sitch et al., 2015; Pan et al., 2011). С учётом общего ежегодного антропогенного выброса в РФ 2220,1 млн т CO_2 -экв. [1] оказывается, что при рассмотрении только углекислого газа Россия может считаться экологическим донором, однако учёт иных парниковых газов от природных экосистем, прежде всего метана, свидетельствует, что страна имеет суммарный отрицательный баланс по парниковым газам уже в настоящее время (природные экосистемы компенсируют лишь около половины антропогенного выброса) [18] или станет нетто-источником в ближайшие годы [14]. Целесообразно продолжать научные исследования в этом направлении.

К сожалению, желание крупных бизнес-компаний спрятать свой углеродный след за поглощением CO_2 природными экосистемами приводит к переориентации внимания и действий лиц, принимающих решения, в ложном направлении поиска возможностей присчёта имеющегося поглощения, а также надежды учесть поглощение в неуправляемых экосистемах в рамках Парижского соглашения. Таким образом, вместо активной политики и мер по



усилению защиты и охраны лесов, бережной лесозаготовки и лесопереработки, сохранения почвенного плодородия пахотных земель не делается ничего, назревшие проблемы не решаются, а принятие необходимых мер откладывается.

В последнее время также тиражируется наивное мнение, что поглощение природными экосистемами поможет российским компаниям избежать введения углеродного трансграничного налога, который намереваются ввести в ЕС с 2023 года. Очевидно, что данная инициатива ЕС направлена исключена на учёт собственного углеродного следа экспортируемой в ЕС продукции. При этом единственной возможностью использовать природные преимущества нашей страны может быть компенсация углеродного следа в результате выполнения проектов по сокращению выбросов и увеличению поглощения в лесах или на иных землях. Время осознания стоящих перед страной проблем по постепенной трансформации в сторону развития с низким уровнем выбросов парниковых газов уже давно прошло, пора принимать сбалансированные решения по такому переходу с учётом возможности использования целей Парижского соглашения в реализации своих национальных интересов по ликвидации технологического отставания, росту энергоэффективности, модернизации производств, диверсификации экономики, обеспечению продовольственной безопасности, сокращению выбросов загрязняющих веществ, а также сохранению лесных и иных экосистем от пожаров и антропогенной нагрузки.

Литература

1. *Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом [Электронный ресурс] // Росгидромет. — 2020. — URL: <http://www.igce.ru/performance/publishing/reports/> (Дата обращения 27.10.2020).*
2. *Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН) Статья 4.1 [Электронный ресурс] // ООН. — 1992. — URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/climate_framework_conv.shtml (Дата обращения 27.10.2020).*
3. *Greenhouse gas emissions in Finland 1990 to 2018. National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol // Statistic Finland. 2020. — URL: <https://unfccc.int/documents/219060> (Дата обращения 27.10.2020).*
4. *Фёдоров Б. Г. Поглощающая способность лесов России и выбросы углекислого газа энергетическими объектами / Б. Г. Фёдоров, Б. Н. Моисеев, Ю. В. Свияк // Проблемы прогнозирования. — 2011. — № 3. — с. 127–142.*
5. *Мальшева Н. В. Методы оценки баланса углерода в лесных экосистемах и возможности их использования для расчётов годичного депонирования углерода / Н. В. Мальшева, Б. Н. Моисеев, А. Н. Филипчук, Т. А. Золина // Лесной вестник. — 2017. — № 1 Т. 21. — С. 4–13.*
6. *Recent trends and drivers of regional sources and sinks of carbon dioxide // S. Sitch et al. // Biogeosciences. — 2015. V. 12. — P. 653–679. DOI:10.5194/bg-12-653-2015.*
7. *Large and Persistent Carbon Sink in the World's Forests / Y. Pan et al. // Science. — 2011. — V. 333. — pp. 988–993. DOI: 10.1126/science.1201609*
8. *Замолодчиков Д. Г. Современное сокращение стока углерода в лесах России / Д. Г. Замолодчиков, В. И. Грабовский, П. П. Шуляк, О. В. Честных // Доклады Академии наук. — 2017. — Т. 476. — № 6. — С. 719–721.*
9. *Кудеяров В. Н. Пулы и потоки углерода в наземных экосистемах России / В. Н. Кудеяров и др. — М.: Наука, 2007. — 315 с.*

10. Швиденко А. З. Углеродный бюджет лесов России / А. З. Швиденко, Д. Г. Щепаченко // Сибирский лесной журнал. — 2014. — № 1. — С. 69–92.
11. Romanovskaya A. A. Greenhouse gas fluxes and mitigation potential for managed lands in the Russian Federation / A. A. Romanovskaya, V. N. Korotkov, P. D. Polunina, A. A. Trunov, V. Y. Vertyankina, R. T. Karaban // Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. — 2019. — Vol. 25(4) — pp. 661–687. DOI: 10.1007/s11027-019-09885-2
12. Grassi G. Science-based approach for credible accounting of mitigation in managed forests / G. Grassi, R. Pilli, J. House, S. Federici, W. A. Kurz // Carbon Balance and Management. — 2018. — 13:8. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13021-018-0096-2>
13. Federici S. New estimates of CO₂ forest emissions and removals: 1990–2015 / S. Federici, F. N. Tubiello, M. Salvatore, H. Jacobs, J. Schmidhuber // Forest Ecology and Management. — 2015. — Vol. 352. — pp. 89–98. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.04.022>
14. Denisov S. N. Contribution of Natural and Anthropogenic Emissions of CO₂ and CH₄ to the Atmosphere from the Territory of Russia to Global Climate Changes in the Twenty-first Century / S. N. Denisov, A. V. Eliseev, I. I. Mokhov // Dokl. Earth Sc. — 2019. — 488. — pp. 1066–1071. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1028334X19090010>
15. Замолодчиков Д. Г. Бюджет углерода управляемых лесов Российской Федерации в 1990–2050 гг.: ретроспективная оценка и прогноз / Д. Г. Замолодчиков, В. И. Грабовский, Г. Н. Корovin, М. Л. Гитарский, В. Г. Блинов, В. В. Дмитриев, В. А. Курц // Метеорология и гидрология. — 2013. — № 10. — С. 73–92.
16. Замолодчиков Д. Г. Прогнозные оценки лесных стоков на период до 2050 года и вклад лесного сектора в обязательства Российской Федерации по новому климатическому соглашению / Д. Г. Замолодчиков, В. И. Грабовский // Бюллетень «Использование и охрана природных ресурсов в России». — 2014. — № 3. — С. 23–27; № 4. — С. 31–34.
17. Четвёртый двухгодичный доклад Российской Федерации, представленный в соответствии с решением 1/СР.16 Конференции Сторон Рамочной Конвенции Организации Объединённых Наций об изменении климата [Электронный ресурс] // Росгидромет. — 2019. URL: http://downloads.igce.ru/publications/Two_years_Doklad_RF/124785_Russian%20Federation-BR4-2-4BR_RUS_rev.pdf (Дата обращения 27.10.2020).
18. Научные исследования в области оценки способности различных типов экосистем к поглощению диоксида углерода и подготовка научно-обоснованных предложений по расчёту объёмов поглощения диоксида углерода экосистемами регионов Российской Федерации: научно-исследовательская работа / В. Н. Коротков и др. // В соответствии с Государственным контрактом от 21.07.2017 № ДК-14-23/55, шифр 17-14-НИР/01.



Лесная политика с целью сохранения климаторегулирующей роли леса и его способность смягчать изменения климата

Ярошенко Алексей Юрьевич,

руководитель лесной программы российского отделения Гринпис, канд. биол. наук

Лес играет большую и разнообразную роль в регулировании климата и смягчении его изменений, и эта роль может существенно меняться с течением времени, в том числе под воздействием хозяйственной деятельности человека. Лес связывает из атмосферы углерод в процессе фотосинтеза и накапливает его в разных частях экосистемы: в живых деревьях и многолетних частях других растений, в мёртвой древесине, в лесной подстилке, в органическом веществе почвы. Лес мощно испаряет влагу, тем самым возвращая её в атмосферный круговорот и способствуя более далёкому переносу во внутриконтинентальные области; дополнительный вклад в регулирование осадков вносят многочисленные микро-частицы и летучие вещества, выделяемые лесом в атмосферу: пыльца, эфирные масла хвойных деревьев и т. д. Лес влияет на отражающую способность земной поверхности и атмосферы: отражающая способность леса обычно ниже, чем у нелесных экосистем, но испаряемая лесом влага и выделяемые микро-частицы способствуют формированию облаков, у которых отражающая способность наоборот выше. Наконец, в самых холодных районах планеты лес служит как бы огромным одеялом, защищающим толщу вечной мерзлоты от быстрого нагрева и таяния.

В полной мере оценить вклад российских лесов в регулирование глобального климата и смягчение его изменений невозможно из-за недостаточного количества и заведомо низкого качества детальной информации о лесах. Традиционно главным источником такой информации было лесоустройство — система оценки лесных ресурсов и планирования лесохозяйственной деятельности, но сейчас актуальные материалы лесоустройства есть только примерно по 1/7 части площади российских лесов, средняя давность последнего лесоустройства составляет около 25 лет, а средняя давность последнего качественного лесоустройства — сильно за тридцать. Государственный лесной реестр представляет собой всего лишь собрание этой старой информации, своеобразный лесной информационный компост. Попытка создать альтернативную систему сбора статистической информации — государственной инвентаризации лесов — провалилась: первый 14-летний её цикл (2007–2020 гг.) пока не принёс никаких значимых результатов, и уже вряд ли принесёт. Даже если что-то будет сделано по итогам этого цикла, останутся неустранимые сомнения в достоверности полученных данных и правильности методик.

Но это не мешает определить, какие действия могут увеличивать, а какие уменьшать поглотительные и вообще климаторегулирующие способности лесов; иногда даже можно, хотя бы в первом приближении, определить, насколько именно увеличивать или уменьшать.

Может показаться очевидным, что если деревья поглощают углекислый газ, связывают углерод и выделяют кислород, то чем больше будет деревьев, тем быстрее будет происходить этот процесс, и потому посадка леса всегда будет вести к увеличению его поглощающей способности. Но это совсем не так. Посадка леса включает в себя лесовосстановление — посадку на месте срубленного, сгоревшего или иным образом погибшего леса, и лесоразведение — посадку там, где в обозримом прошлом никакого леса не было. В большинстве случаев лесоразведение ведёт к увеличению поглотительной способности лесов (поскольку появляется новый лес, которого не было и который сам собой быстро бы не



появился, который начинает накапливать углерод быстрее, чем бывшая до него нелесная экосистема). А вот лесовосстановление в большинстве случаев или никак не влияет на поглотительную способность лесов, или влияет отрицательно. Объясняется это просто: без специального лесовосстановления большинство вырубок или гарей очень быстро зарастает так называемыми «пионерными» породами деревьев, обычно самыми быстрорастущими и идеально приспособленными к жизни на открытом месте — например, берёзой и осиной. Лесовосстановление проводится не для того, чтобы на месте рубки или погибшего леса появились какие-то деревья, а для того, чтобы появились нужные человеку деревья, а не те быстрорастущие пионерные, которые появляются сами. Чтобы эти нужные человеку деревья (обычно ель, сосна или дуб) успешно росли, в первые пару десятилетий их приходится защищать от конкуренции со стороны быстрорастущих пионерных пород, именно потому, что ель, сосна или дуб растут медленнее. Поэтому и сам молодой лес растёт или медленнее (если уход — удаление нежелательных быстрорастущих деревьев — оказывается успешным), или так же (если уход оказывается безуспешным или отсутствует). Конечно, в конкретных частных случаях могут быть свои особенности: где-то лесовосстановление может увеличивать поглотительную способность лесов, а где-то лесоразведение, наоборот, никак на неё не влияет или даже уменьшать. Вывод простой: посадка леса — это не всегда хорошо с точки зрения климата; иногда это никак, а иногда и плохо. Поэтому нужно не просто сажать, а сажать грамотно, каждый раз оценивая, к каким это приведёт последствиям.

Более очевидный случай — пожары. Пожары всегда возвращают в атмосферу какое-то, иногда очень большое, количество ранее связанного углерода. Кроме того, при пожарах образуется большое количество дыма и сажи — микрочастиц углерода, которые, распространяясь в атмосфере на большие расстояния и оседая на поверхности снега и льда, ускоряют их таяние. В каком-то количестве пожары, возникавшие от молний, вулканов и метеоритов, существовали в лесах на протяжении сотен миллионов лет, но уже очень давно главным источником огня в лесах является человек. Точных данных о доле пожаров, возникающих по вине человека, нет, но многолетняя статистика показывает, что на долю грозных пожаров приходится лишь около одной десятой от их общего числа (а вклад вулканов и метеоритов и вовсе ничтожен). С тем, что возникает по вине человека, человек может эффективно бороться — об этом наглядно свидетельствует опыт, например, стран Центральной и Северной Европы, которые ещё несколько столетий назад горели ничуть не меньше, чем мы сейчас. Важнейшими задачами являются: исключение опасных практик использования огня в землепользовании и лесопользовании (сельхозпалов, псевдоконтролируемых выжиганий, опасного сжигания порубочных остатков); исключение законодательных мотивов к уничтожению лесов огнём (например, молодой лесной поросли на сельхозземлях, за которую ещё совсем недавно могли оштрафовать на большую сумму или отобрать землю); эффективное противопожарное просвещение населения; восстановление лесной охраны, системы раннего обнаружения и тушения пожаров хотя бы в доступных лесах.

Более эффективная охрана лесов от пожаров и лесоразведение на неиспользуемых землях сельхозназначения — это два главных действия, способных в среднесрочной перспективе (в ближайшие два-три десятилетия) существенно увеличить поглощающую роль российских лесов и их способность к смягчению изменений климата. Есть и другие действия, но уже гораздо более трудные, дорогие или способные принести значительные результаты в гораздо более отдалённом будущем.



4.4. Подходы в адаптации к изменению климата

Анализ эффективности предпринятых в России до настоящего времени мер по адаптации к изменению климата, мировая практика, возможные тактики и сценарии

Сафонов Георгий Владимирович,
директор Центра экономики окружающей среды и природных ресурсов
НИУ «Высшая школа экономики»

Климатические изменения в России затрагивают все регионы, основные отрасли и секторы экономики. Последствия существенно варьируют в зависимости от географического положения регионов. Ожидается, что в XXI веке зимние температуры повысятся на 60 % территории страны, возрастёт водоносность крупных рек, продолжится тенденция роста числа и масштабов опасных гидрометеорологических явлений (наводнения, засухи, лесные пожары и др.), число которых за последние 25 лет выросло более чем в 3 раза¹.

Несмотря на то что климатообусловленная урожайность сельского хозяйства в последние 30 лет в среднем возрастала, в ближайшие десятилетия можно прогнозировать снижение продуктивности агрокультур, прежде всего зерновых, в связи с усиливающимися засухами, недостатком воды, распространением насекомых-вредителей и заболеваний растений, а также физическими воздействиями в виде наводнений, степных пожаров и так далее. Сельское хозяйство России уже столкнулось с первыми проявлениями климатических изменений: в 2010 и 2012 годах засухи привели к резкому сокращению производства зерна в стране, росту цен на зерновые культуры. Суммарный ущерб только от падения урожайности в эти годы составил более 300 млрд рублей. При этом большая часть ущерба была компенсирована гражданами за счёт роста цен на хлеб, а основной удар пришёлся на малообеспеченные слои населения. При отсутствии адекватных мер по адаптации сельского хозяйства к изменению климата, ожидаемый ежегодный экономический ущерб от снижения климатообусловленной урожайности в России оценивается в 3,5 млрд долл. США к 2020 г. и более 3,9 млрд долл. США к 2050 г.²

Риски для здоровья населения, уже сегодня дающие повод для беспокойства, будут возрастать: волны жары (как летом 2010 года в европейской части России, когда погибло более 38 тыс. человек³), распространение инфекционных и паразитарных заболеваний (малярия, энцефалит, боррелиоз и другие), разрушение санитарной инфраструктуры городов и ухудшение эпидемиологической обстановки.

Опасные последствия изменения климата будут проявляться на территории России неравномерно, поэтому меры адаптации потребуют региональных подходов, как это обозначено в Климатической доктрине Российской Федерации, принятой в 2009 году. В декабре 2019 года правительство РФ приняло Национальный план адаптации к изменениям климата до 2022 года, в котором предусмотрен ряд мер, включая разработку методологических материалов, создание типового климатического паспорта региона, уточнение полномочий раз-

¹ Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации // Росгидромет, 2017.

² Сафонов Г. В., Сафонова Ю. А. Экономический анализ влияния климатических изменений на сельское хозяйство России: национальный и региональный аспект // Оксфорд: Оксфам, 2013. https://grow.oxfam.ru/attach_files/file_public_1028.pdf

³ Ревич Б.А. Волны жары, качество атмосферного воздуха и смертность населения европейской части России летом 2010 года: результаты предварительной оценки // Экология человека, 2011.07.

личных органов государственной власти на федеральном и региональном уровнях. К 3-му кварталу 2021 года планируется завершить разработку отраслевых стратегий адаптации, а к 4-му кварталу 2022 года — региональных стратегий. Однако в плане не предусмотрены механизмы финансирования этих мероприятий. Есть опасения, что всеобъемлющие планы адаптации и включения климатических факторов в стратегическое планирование на уровне отраслей и регионов не будут подготовлены в указанные сроки, поскольку полноценная работа в этом направлении пока не началась.

В мировой практике есть примеры успешной реализации адаптационных мер. В 2015 году Еврокомиссия и Европейское агентство по окружающей среде основали платформу по адаптации к изменению климата Climate-ADAPT⁴ — партнёрство, позволяющее делиться ресурсами в области адаптации по всей Европе. Страны — члены ЕС должны регулярно отчитываться о соответствующих национальных стратегиях и планах действий, оценках последствий, анализе уязвимости и потребности в адаптации, научно-исследовательских программах, сервисах и системах мониторинга, онлайн-ресурсах по климатическим вопросам, учебно-образовательных ресурсах. Многие страны получают финансовую, методологическую и аналитическую поддержку, а также средства для реализации практических мер через эту платформу.

В Восточной Европе активную работу ведёт, например, Хорватия. В стране разработана Стратегия адаптации к изменению климата до 2040 года, а также План действий, включающий долгосрочные меры до 2070 года. Правительство привлекло широкий круг заинтересованных лиц и экспертов, выбрало из 155 предложенных мер 81 приоритетную, которая затрагивает управление водными и морскими ресурсами, рыболовство, сельское хозяйство, лесоводство, биоразнообразие, энергетику, туризм, здравоохранение, ландшафтное планирование и управление прибрежными районами, управление рисками. Была принята система индикаторов для мониторинга реализации и эффективности мер по снижению уязвимости и укреплению устойчивости социальных и природных систем. Для большей части мероприятий по адаптации предусмотрена финансовая поддержка ЕС.

В Венгрии принят план развития экономики, предусматривающий программы по защите климата, поддержке сельского хозяйства, управлению водными ресурсами, обеспечению качественной питьевой водой, развитию биоразнообразия и зелёной инфраструктуры. Для финансирования климатических проектов привлекается Европейский фонд регионального развития и Норвежский финансовый механизм, Балканский региональный трастовый фонд и другие источники. Впечатляющий успех Венгрии в привлечении ресурсов для адаптации связан со способностью страны предложить донорам широкий спектр проектов и программ.

Эффективный механизм финансирования мер по адаптации разработала Чешская Республика. Регламент ЕС по сокращению выбросов парниковых газов обязывает государства-члены к использованию как минимум 50 % доходов, полученных от продажи углеродных квот на аукционах в рамках схемы торговли квотами ЕС, для заранее определённых целей, в первую очередь для сокращения выбросов парниковых газов и для адаптации. Чехия в 2020 году может получить более 1 млрд евро от продажи квот и ещё больше в период с 2021 по 2030 год. Большая часть этих доходов будет инвестирована в энергоэффективность и возобновляемые источники энергии, но другие национальные приоритеты включают сельское и лесное хозяйство, а также улучшение качества воздуха и управление отходами. В период после 2020 года ЕС разрешает продавать на рынке некоторый объём углеродных единиц, полученных от проектов поглощения CO₂ в лесном и сельском хозяйстве, что даст дополнительные средства для мер по адаптации.

⁴ The European Climate Adaptation Platform Climate-ADAPT. <https://climate-adapt.eea.europa.eu>



Международный опыт в вопросах управления адаптацией к изменениям климата

Серебрицкий Иван Александрович,

канд. геол.-минерал. наук, действительный член Российского минералогического общества, действительный член Европейской Академии естественных наук, почётный работник охраны природы, государственный советник Санкт-Петербурга I класса, заместитель председателя Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга

Международный опыт показывает, что подготовка к изменениям климата происходит на всех уровнях — от международного и национального до регионального, городского и муниципального. Планы создаются с учётом не только необходимости сокращения выбросов, но и повышения температуры и уровня воды. В обзоре содержатся примеры используемых подходов, акцент сделан на представлении всего спектра действующих документов и принимаемых мер на разных уровнях.

Мировой уровень

Ключевыми документами для координации работы по проблемам изменения климата являются:

- Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций (ООН) по изменению климата, РКИК (Framework Convention on Climate Change, UN FCCC [1]) — соглашение, подписанное более чем 180 странами мира, включая всё постсоветское пространство и все промышленно развитые страны (Россия ратифицировала в 1994-м) [2]. Главная цель Конвенции — не допустить «опасного антропогенного воздействия на климатическую систему» [3].
- Киотский протокол [5], который обязывает развитые страны — стороны Протокола сокращать выбросы парниковых газов. Участниками Киотского протокола являются 192 государства. В рамках UN FCCC за обеспечение реализации протокола отвечает Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol (CMP) [6].
- Парижское соглашение [7] опирается на мандат Конвенции ООН и впервые в истории объединяет все народы, с тем, чтобы предпринять решительные шаги по борьбе с изменением климата и смягчению его последствий и оказать в этом помощь развивающимся странам. Главная цель Парижского соглашения заключается в том, чтобы удержать повышение глобальной температуры в этом веке в пределах 2 °С и попытаться даже снизить этот показатель до 1,5 °С. Парижское соглашение было подписано главами 175 государств, в том числе и Российской Федерации.

Европейский союз

В апреле 2013 года Европейской Комиссией принята Стратегия ЕС по адаптации к изменению климата [8]. Она установила рамки и механизмы для вывода на новый уровень готовности ЕС к текущим и будущим климатическим воздействиям. На вопрос «Как изменение климата повлияет на Европу?» в Стратегии даётся следующий ответ: «Температура в Европе за последнее десятилетие была в среднем на 1,3 °С выше, чем в доиндустриальную эпоху, по сравнению с глобальным средним ростом на 0,8 °С... Увеличилась частота

экстремальных погодных явлений, в южной и центральной Европе наблюдаются более частые волны жары, лесные пожары и засухи. Усиление осадков и наводнения с повышенным риском затопления прибрежных районов и эрозии прогнозируются на севере и северо-востоке Европы. Увеличение частоты таких событий может увеличить масштабы бедствий, приводя к значительным экономическим потерям, проблемам со здоровьем населения и увеличением смертности». В Стратегии отмечается, что преимущества реализации стратегии адаптации перевешивают затраты. Каждый евро, потраченный на защиту от наводнений, может сэкономить 6 евро от причинённого ущерба. В период с 1980 по 2011 год от наводнений в Европе погибли более 2500 человек, пострадали более 5,5 миллионов человек, стихийные бедствия привели к прямым экономическим потерям более чем на 90 миллиардов евро. Минимальная стоимость игнорирования адаптации к изменениям климата оценивается в 100 млрд евро в 2020 году и 250 млрд евро в 2050 году для всего ЕС.

Важно отметить, что географическая неоднородность Европы сразу была учтена в Стратегии, и проведено районирование территории ЕС по предполагаемым последствиям и процессам, вызванным климатическими изменениями на этих территориях. В рамках подготовки Стратегии большое внимание было уделено информационной поддержке проекта. Европейская платформа адаптации к изменениям климата (Climate-ADAPT8) предоставляет любому разработчику информационные ресурсы для реализации и поддержки адаптационной политики и принятия решений. Climate-ADAPT включает в себя набор инструментов для планирования действий по адаптации, базы данных проектов и тематических исследований, информацию о действиях по адаптации на всех административных уровнях — от местных до общеевропейских. Платформа регулярно обновляется и содержит актуальную информацию. Современные оценки показали, что из-за изменения климата ежегодный ущерб только критически важной инфраструктуре Европы может возрасти в десять раз к концу столетия при сохранении современных условий (т. е. без реализации мер по адаптации — прим. авт.) (с нынешних 3,4 млрд евро до 34 млрд евро) [9]. Потери будут самыми высокими для промышленности, транспорта и энергетики. Растёт число фактов, свидетельствующих о том, что Европа также уязвима к последствиям изменения климата за пределами своих границ, например, через торговлю, международные финансовые потоки, миграцию [10] и безопасность. Климатический риск действует трансгранично, из-за множества сложных и глобальных взаимосвязей между людьми, экосистемами и экономиками. Подход к адаптации как к глобальному общественному благу для преодоления трансграничных рисков может открыть возможности для укрепления международного сотрудничества в области устойчивого развития. 5-летний опыт реализации Стратегии показал, что ключевые положения требуют усиления, крайне важной продолжает оставаться политика широкого информирования органов политической и исполнительной власти о необходимости разработки, принятия и реализации стратегий и планов адаптации на всех уровнях. При этом наблюдается очевидная диспропорция между усилиями, предпринимаемыми на национальном (государственном) и муниципальном (местном) уровнях.

На это следует обратить внимание при реализации Национального плана мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата на период до 2022 года в Российской Федерации [11]. Основные сложности в разработке стратегий и планов по адаптации на муниципальном (местном) уровне могут быть вызваны отсутствием необходимой информации, собственных специалистов, недостаточностью финансирования данного направления для привлечения сторонних экспертов, в некоторых случаях — отсутствием полномочий у муниципалитетов (как, например, в Санкт-Петербурге) на разработку и реализацию про-





грамм в области природопользования, охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности. С подобной же проблемой столкнулись наши западные коллеги, что и было отмечено в вышеупомянутом докладе. Особо отмечено отсутствие понимания, на уровне руководства некоторых муниципалитетов в необходимости действий по адаптации, что связывают с недостаточностью усилий по информированию лиц ответственных за реализацию политики ЕС в области смягчения последствий изменения климата на местном уровне.

Национальный (государственный) уровень

В рамках исполнения Действия 1 Стратегии ЕС по адаптации к изменению климата (COM (2013) 216) в сотрудничестве с государствами-членами Европейская Комиссия разработала «Таблицу готовности к адаптации» (Adaptation preparedness scoreboard). С оценкой готовности стран ЕС по состоянию на 1 июня 2018 и анализом предпринятых каждой из них действий с 2013 года можно ознакомиться на сайте Комиссии. Более актуальную и подробную информацию можно найти на правительственных сайтах государств-участников ЕС.

Оценка проводилась по единым анкетам, включающим в себя вопросы, связанные с Национальными адаптационными стратегиями и планами государств-участников:

- институциональная структура;
- качество национальных оценок уязвимости;
- создание баз знаний (национальные системы наблюдений в соответствующих секторах — метеорологические условия, наводнения, засуха, уровень моря, прибрежная эрозия, биоразнообразие, здоровье человека / животных / растений и т. д. — и моделирование климата); распространение и использование данных знаний;
- план действий:
 - качество (включая основу, используемую для оценки вариантов адаптации),
 - механизмы фактической реализации;
- механизмы финансирования;
- включение в отраслевую политику, в частности:
 - снижение риска стихийных бедствий,
 - пространственное планирование,
 - оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС),
 - страхование;
- трансграничное сотрудничество;
- механизмы мониторинга исполнения в разных секторах и уровнях управления.

Интересен опыт в разработке планов и программ по адаптации к изменению климата, накопленный США. В соответствии с Законом об исследованиях глобальных изменений 1990 года [12], группа экспертов Программы исследований глобальных изменений США (USGCRP) не реже одного раза в четыре года направляет Конгрессу и Президенту доклад, в котором:



1. Обобщает, оценивает и интерпретирует выводы реализации Программы.
2. Анализирует влияние глобальных изменений на природную среду, сельское хозяйство, производство и использование энергии, земельные и водные ресурсы, транспорт, здоровье и благосостояние людей, социальные вопросы, и биологическое разнообразие.
3. Анализирует современные тенденции глобальных изменений, как антропогенных, так и природных, и прогнозирует основные тенденции на последующие 25–100 лет.

Некоторые страны мира проводят самостоятельные оценки изменений климата для своих территорий либо в содружестве с другими государствами (как, например, Канада, которая проводит модельные расчёты на основе данных, полученных от США из доклада о Национальной оценке климата (NCA). Модели оценок могут быть различны: исполнены в соответствии с рекомендациями ООН, как это делает Саудовская Аравия, или на основании исследований собственных учёных, в соответствии с самостоятельно разработанной структурой документа, как в Индии, или с привлечением зарубежных экспертов, как в Сингапуре. Каждая из оценок содержит перечень мероприятий по адаптации

Муниципальный (местный) уровень

На международном уровне крайне важным стало взаимодействие городов с целью обмена опытом и наилучшими практиками в области адаптации и смягчения последствий изменения климата. Так, в октябре 2005 года по инициативе мэра Лондона Кена Ливингстона 18 мегаполисов мира объединились с целью разработки и реализации совместных действий по снижению выбросов загрязняющих веществ и снижению воздействия на климат от городов. К 2006 количество городов-участников увеличилось до 40. С этого момента инициатива носит название C40 [13]. На сегодня эта платформа объединяет 96 городов из 50 стран мира (в их числе Москва).

Созданные в C40 рабочие группы (сети C40) помогают городам-участникам воспроизводить, улучшать и ускорять действия в части учёта и адаптации к климатически обусловленным рискам. Через C40 города находят возможности для осуществления совместных проектов в областях, представляющих взаимный интерес и выгоду.

В разработке стратегий и планов адаптации городов к изменениям климата принимают участие не только государственные и международные структуры, но и частные инвесторы. В 2013 году Фондом Рокфеллера была создана инициатива «100 устойчивых городов», чтобы помочь городам повысить устойчивость к природным, социальным и экономическим вызовам XXI века. Фонд оказывает содействие 100 выбранным им городам в решении вопросов устойчивости, в том числе: обеспечивает экспертную поддержку при разработке стратегий устойчивости; поиске готовых решений и партнеров из частного, государственного и неправительственного секторов, которые могут помочь в разработке и реализации стратегий устойчивости; ведёт информационную платформу в глобальной сети городов-членов для обмена опытом и оказания содействия друг другу.

Выводы

На сегодняшний день на международном уровне существует достаточный объём регулирующих документов, обеспечивающий возможность создания стратегий и планов по адаптации к изменениям климата и снижению негативных последствий от их наступления.





Мировая практика разработки стратегий и планов по адаптации для больших территорий подразумевает их районирование по географическим и природно-климатическим условиям, не связанным с административным делением, что позволяет повысить эффективность от реализации стратегий и планов.

Качество принимаемых стратегий и разработанных на их основе планов мероприятий, а также реализуемых управленческих решений находится в прямой зависимости от качества исходных данных, частоты их актуализации и высокопрофессионального, научного анализа этих данных.

Разработка муниципальных (местных) планов адаптации наиболее эффективна при наличии четко определённых на государственном уровне правил разработки таких документов, наличия информационной и экспертной поддержки со стороны государства и научного сообщества.

Наиболее успешное и широкое распространение принятых и реализуемых стратегий и планов по адаптации на местном уровне наблюдается там, где государственными структурами созданы и поддерживаются доступные и качественные инструменты их разработки.

Несмотря на то, что вопросы адаптации около 20 лет стоят в международной повестке, они не получили всеобщего распространения на местном уровне и их принятие носит спорадический характер, определяемый законодательством, финансовыми возможностями и наличием экспертного обеспечения на местах.

Международные инициативы государственного, неправительственного и частного секторов в области обмена накопленным опытом и оказания содействия по адаптации к изменениям климата могут оказаться крайне полезными при разработке муниципалитетами и городами собственных стратегий и планов, а также способствуют развитию международного сотрудничества.

Источники:

1. *Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата // Организация объединенных наций. Нью-Йорк, 1992. URL: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convru.pdf>*
2. *Рамочная конвенция ООН об изменении климата // Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Рамочная_конвенция_ООН_об_изменении_климата (дата обращения: 10.10.2020)*
3. *Изменение климата // Организация Объединенных Наций. URL: <https://www.un.org/en/sections/issues-depth/climate-change/> (дата обращения: 10.10.2020)*
5. *Киотский протокол к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата // Конвенции и соглашения ООН. 1997. URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/kyoto.shtml*
6. *Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol (CMP) // United Nations Climate Change. URL: <https://unfccc.int/process/bodies/supreme-bodies/conference-of-the-parties-serving-as-the-meeting-of-the-parties-to-the-kyoto-protocol-cmp>*
7. *Рамочная конвенция об изменении климата // Организация Объединенных Наций. Париж, 2015. URL: <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/rus/109r.pdf>*
8. *EU Adaptation Strategy // European Commission. URL: https://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what_en*



9. Forzieri et al. (2018), 'Escalating impacts of climate extremes on critical infrastructures in Europe' *Global Environmental Change* 48 97–107. Study from the European Commission's Joint Research Centre
10. *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016, EEA Report No 1/2017, European Environment Agency, 2017*
11. *Распоряжение Правительства Российской Федерации № 3183-р от 25.12.2019.*
12. *Global Change Research Act of 1990. Pub. L. No. 101- 606, 104 Stat. 3096-3104, November 16, 1990. <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/STATUTE-104/pdf/STATUTE-104-Pg3096.pdf>*
13. *C40 Cities. URL: <https://www.c40.org/>*

Рекомендации по адаптации к изменению климата: городская инфраструктура

Шмелева Ирина Александровна,

*канд. психол. наук, доцент, ординарный доцент Института дизайна и урбанистики,
руководитель Лаборатории устойчивого развития городов, Университет ИТМО,
директор АНО «Институт стратегии устойчивого развития»*

Роль городов как центральных объектов устойчивого развития была обозначена в Повестке дня на XXI век¹, подробный анализ исследований представлен в работах^{2 3}, однако ЦУР ООН № 11 Устойчивые города и сообщества была заявлена только в 2015 году с основной задачей «сделать города и поселения демократичными, безопасными, гибкими и устойчивыми»⁴.

После ратификации странами Киотского протокола и впоследствии Парижского климатического соглашения, изменение климата стало рассматриваться как важнейшая проблема городского развития и функционирования на международном уровне⁵.

В ближайшем будущем проблема изменения климата станет центральной проблемой развития городов⁶, и к 2030 году миллионы людей и финансовых активов подвергнутся риску климатических катаклизмов, города будут отвечать за 75 % глобальных выбросов CO₂ и одновременно испытывать серьёзные последствия этих воздействий. Например, результаты моделирования 140 городов мира показывают корреляцию между энергетическим балансом и устойчивой городской мобильностью (общественный транспорт, пешеходизация) и выбросами CO₂⁷.

¹ Повестка дня на XXI век. Принята на конференции ООН по окружающей среде и развитию. https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/agenda21.shtml (Дата обращения: 28.10.2020).

² Shmelev S.E., Shmeleva I.A. Sustainable Cities. Problems of Integrated Interdisciplinary research // *International Journal of Sustainable Development*. 2009. Vol.12, Issue 1. P. 4–24.

³ Шмелева И. А., Шмелев С. Э. Методологические проблемы междисциплинарного исследования устойчивого развития крупных городов // *Междисциплинарный и прикладной журнал «Биосфера»*, 2010, т. 2, № 1, С. 112–125.

⁴ Sustainable development Goals <https://www.un.org/development/desa/disabilities/envision2030.html>. (Дата обращения: 28.10.2020)

⁵ Bulkeley H., Betsil M. *Cities and Climate change // Urban sustainability and global environmental governance*. Routledge, 2005.

⁶ Six research priorities for cities and climate change / Bai X, Dawson RJ, Ürge-Vorsatz D, Delgado GC, Salisu Barau A, Dhakal S, Dodman D, Leonardsen L, Masson-Delmotte V, Roberts D, Schultz S. // *Nature*, 2018.

⁷ Шмелева И. А., Шмелев С. Э. Глобальные города: многокритериальная оценка устойчивого развития // *Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера»*, 2019. — Т. 1, С. 1–18.



Согласно ГОСТ Р 54139-2010, под адаптацией к изменению климата понимаются «стратегии, направления политики и меры, осуществляемые с целью уменьшения потенциальных неблагоприятных воздействий на здоровье человека, связанных с изменением климата»⁸. При этом, как утверждают многие исследователи, наилучший вариант достигается при сочетании адаптации и митигации.

В качестве движущих сил последствий влияния изменения климата рассматриваются:

- рост населения;
- политика в области энергетики, транспорта;
- урбанизация в целом;
- изменения в системе землепользования и застройки.

Упоминание городов как целостных единиц адаптации к изменению климата отсутствует в Национальном плане мероприятий до 2022 года⁹. В то же время упоминаются элементы городской инфраструктуры, подверженные климатическим воздействиям: транспорт, топливно-энергетический комплекс, строительство и жилищно-коммунальное хозяйство, а также здоровье населения.

Проблемы изменения климата отражены в ряде действующих строительных правил¹⁰ (СП 131.13330.2012)¹¹, другие же требуют оперативных корректировок¹².

Проблема изменения климата в российских городах проявляется в следующих характеристиках, в зависимости от их географического положения, размеров, численности населения:

- для городов прибрежных зон — затопления береговых территорий¹³;
- для городов Арктической зоны — таяние вечной мерзлоты и разрушение инфраструктуры дорог и строений;
- для мегаполисов — превращение городов в целом в острова тепла, появление локальных островов тепла внутри мегаполиса в районах высотной застройки¹⁴; появление волн жары или волн холода;
- для мегаполисов и промышленных городов — повышение уровня антропогенных загрязняющих веществ от промышленности и транспорта, а также биогенных выбросов (пыльца растений, споры плесени) под воздействием изменений погодных условий и климата; появление над городами облаков с высокой концентрацией загрязняющих веществ;

⁸ ГОСТ Р 54139-2010 Национальный стандарт РФ Экологический менеджмент. Руководство по применению организационных мер безопасности и рисков. Изменение климата.

⁹ Национальный план мероприятий первого года адаптации к изменениям климата на период до 2022 года. Утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 35 декабря 2019 года № 3183-р <https://docs.google.com/document/d/1kelqxYACcwTdDJPOIHueDV6cwHqPe5UV93qvo73UrSo/edit?ts=5faaaf3d>

¹⁰ Павловский А.А. О разработке и реализации первоочередных мер по адаптации Санкт-Петербурга к климатическим изменениям / Гидрометеорология и экология. № 58, 2020, с.11-126

¹¹ СП 131.13330.2012 «Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99»

¹² СП 32.13330.2012 «Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85»

¹³ Павловский А.А. О разработке и реализации первоочередных мер по адаптации Санкт-Петербурга к климатическим изменениям / Гидрометеорология и экология. № 58, 2020, с.11-126

¹⁴ Человек в мегаполисе. Опыт междисциплинарного исследования. Под ред. Б.А. Ревича, О.В. Кузнецовой. М., 2018

- для крупных городов — влияние на здоровье населения перечисленных факторов изменения климата¹⁵;
- для всех городов — увеличение или уменьшение количества осадков в зависимости от географического положения;
- изменения в биоразнообразии, появление инвазивных видов;
- снижение поглощающей способности зелёных насаждений, позитивного влияния зелёной инфраструктуры на процессы адаптации к изменению климата из-за сокращения площади зелёных насаждений в городах в связи с вырубкой для застройки территорий, гибелью от болезней и концентраций загрязняющих веществ.

Москва — единственный российский город, вступивший в 2006 году в Международную организацию мэров городов C40 по борьбе с изменением климата; реализует ряд проектов, направленных на сокращение выбросов парниковых газов и адаптацию к изменению климата¹⁶. В 2016–2017 гг. в Москве были обобщены результаты принятых в мер по адаптации к изменению климата городского хозяйства с 2011 по 2017 год¹⁷: выросла эффективность энергокомплекса за счёт экономии газа от теплофикации, введения недвижимости без роста теплопотребления.

Санкт-Петербург крайне уязвим к воздействиям изменения климата, особенно береговые территории Финского залива^{18 19}. Разработка стратегии климатической адаптации города началась в 2013 году, до сих пор она не утверждена²⁰. Комплекс защитных сооружений Санкт-Петербурга²¹ введён в 2011 году. В Петербурге разработан проект концепции по защите береговой зоны восточной части Финского залива и водных объектов в границах города.

Город участвует в ряде международных проектов по Балтийскому морю: в проекте «Хелком» с 1992 года²², в проекте «Россия — Юго-Восточная Финляндия» (2014–2020).

Детальное описание опыта Санкт-Петербурга по вопросам адаптации к изменению климата и смягчению антропогенных воздействий на климатическую систему представлено в аналитической записке Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и экологической безопасности²³.

Рекомендации, основанные на публикациях, экспертных мнениях и предложениях^{24 25 26}:

¹⁵ Ревич Б.А., Малеев В.В., Смирнова М.Д. Изменение климата и здоровье. Оценка, индикаторы, прогнозы. М.: 2019

¹⁶ c40.org/cities

¹⁷ Гашо Е. Г., Степанова М. В., Гусева Т. В. Подходы к формированию стратегии адаптации к изменению климата на примере города Москвы // Вестник российского химико-технологического университета имени Д. Н. Менделеева: Гуманитарные и социально-экономические исследования. — 2017, Том 2, № VIII, С. 136–146.

¹⁸ Серебрицкий И. А. Проект «Климатическая стратегия Санкт-Петербурга на период до 2030 года» http://www.infoeco.ru/assets/files/presentation/02_prezent_klimat.pdf

¹⁹ Павловский А. А. О разработке и реализации первоочередных мер по адаптации Санкт-Петербурга к климатическим изменениям // Гидрометеорология и экология. — 2020. — № 58, С.11–126.

²⁰ <https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/ecology/news/94902/>

²¹ Дирекция комплекса защитных сооружений <https://dambaspb.ru/#intro>

²² <http://helcom.ru/>

²³ <http://www.infoeco.ru/index.php?id=8780#4>

²⁴ Павловский А. А. О разработке и реализации первоочередных мер по адаптации Санкт-Петербурга к климатическим изменениям // Гидрометеорология и экология. — 2020. — № 58, С.11–126.

²⁵ Организатор движения «Деревья Петербурга».

²⁶ <http://www.infoeco.ru/index.php?id=8780#40>





- создать реестр выбросов парниковых газов в городах, унифицированную систему мониторинга и обновления данных, собрать надёжную статистическую информацию с продолжительными рядами наблюдений, собирать обновлять и предоставлять открытые данные;
- включить в энергетический баланс используемого топлива и возобновляемые источники энергии во всех городах;
- ограничить прирост численности населения мегаполисов (Москва, Санкт-Петербург) за счёт реализации стратегий регионального развития РФ;
- сократить острова тепла за счёт сокращения высотного строительства и районов высокой плотности высотной застройки на периферии городов;
- ввести в действующие документы территориального планирования и зонирования меры по адаптации к изменению климата;
- определить границу приморской зоны прибрежных городов как зону с особыми условиями использования для защиты селитебной территории от затопления;
- разработать мероприятия по адаптации к изменениям климата для систем водоснабжения и водоотведения;
- разработать федеральный закон об управлении, защите и охране зелёных насаждений в городах и аналогичный закон по поддержанию и управлению внутренними водоёмами в городах;
- законодательно закрепить воздействие зелёного каркаса города как экосистемной услуги и меры адаптации к изменению климата;
- вернуть в структуру городской администрации службу по управлению зелёными насаждениями;
- повсеместно внедрить зелёные стандарты в строительство, например, стандарт по озеленяемым крышам зданий и сооружений²⁷, модернизировать существующую нормативную базу²⁸, адаптировать международные стандарты и законодательно поддержать зелёную сертификацию зданий и сооружений;
- организовать повышение квалификации управленцев на муниципальном, городском и региональном уровне по проблемам адаптации и смягчению последствий изменения климата;
- ввести в качестве обязательного модуля в систему высшего и среднего образования модуль по целям устойчивого развития ООН и проблемам изменения климата; организовать просвещение жителей городов по проблемам адаптации к изменению климата;
- содействовать взаимодействию и сотрудничеству всех заинтересованных стейкхолдеров и горожан;
- использовать опыт Европейских проектов по проблемам динамического воздействия городов на климат и адаптации к изменениям климата.

²⁷ ГОСТ Р 58875-2020 «Зелёные» стандарты. Озеленяемые и эксплуатируемые крыши зданий и сооружений. Технические и экологические требования.

²⁸ ГОСТ Р 54694-2012. Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости



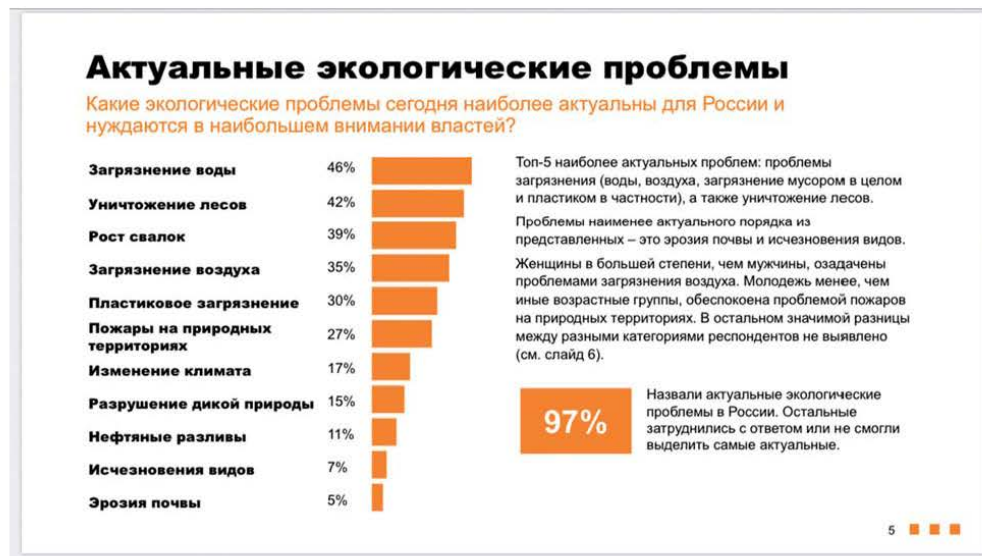
5. Общественный запрос на экологическую модернизацию как условие для технологической трансформации российской экономики

5.1. Общественный запрос на экологическую модернизацию

Что россияне думают о проблеме климатических изменений

Давыдова Ангелина Владимировна,
старший преподаватель СПбГУ и Европейского университета в Санкт-Петербурге,
редактор журнала «Экология и Право»

Данные последних социологических исследований свидетельствуют, что проблема климатических изменений становится более актуальной для жителей России. До недавнего времени климатические изменения мало волновали российское общество, особенно в сравнении с переработкой отходов, качеством воздуха или зелёными насаждениями в городах. Сейчас ситуация начала меняться. По данным социологических опросов¹, тема климатического кризиса стала волновать жителей России значительно больше благодаря росту экологических протестных кампаний, влиянию экотрендов и повышению значимости ответственного и осознанного потребления.



Источник: РОМИР, 2020

¹ Аналитический центр Юрия Левады, опрос «Проблемы окружающей среды», январь 2020. URL: <https://www.levada.ru/2020/01/23/problems-okruzhayushhej-sredy/>

Опрос РОМИР за 2019 год² показал, что 76 % респондентов «замечают изменения в климате», 56 % считают, что эти изменения хотя бы отчасти вызваны деятельностью человека, а 55 % полагают, что климатические изменения увеличивают частоту, продолжительность и интенсивность экстремальных погодных явлений. Тогда участие приняли 1 500 жителей разных регионов России.

Более свежий опрос РОМИР 2020 года³ даёт схожую картину: 66 % опрошенных (также порядка 1 500 жителей разных регионов России) считают, что изменение климата это «реальная угроза уже сейчас», 90 % соглашаются, что изменение климата «реальная проблема», 86 % полагают, что «от изменения климата Россия понесёт потери». Вдобавок 80 % опрошенных говорят, что «уже испытывают негативное влияние изменения климата» и 69 % связывают его с деятельностью человека.

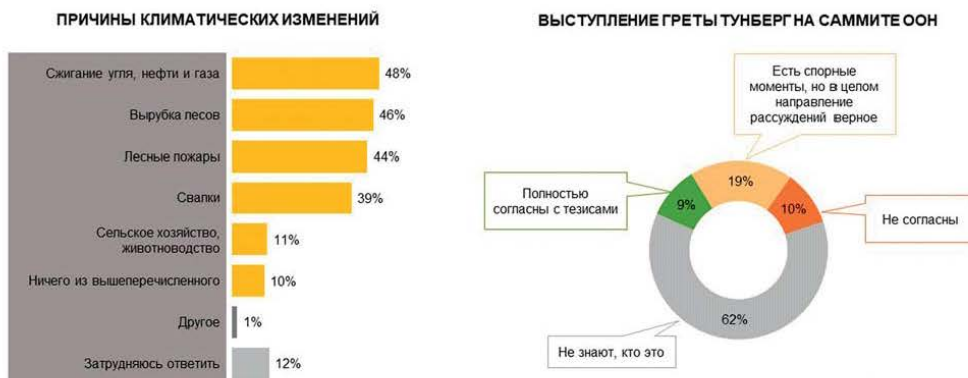
Причины климатических изменений

Более половины респондентов считают, что деятельность человека в той или иной степени влияет на изменение климата. Треть из них затрудняется назвать конкретный механизм воздействия.



Причины климатических изменений

Почти половина опрошенных считают причиной климатических изменений сжигание угля, нефти и газа, а также вырубку лесов и лесные пожары. В отношении выступления Греты Тунберг на саммите ООН более половины затрудняются с ответом.



Источник: РОМИР, 2019

² «Отношение населения к изменению климата». РОМИР — 2020.

³ Там же.



Если посмотреть результаты подробных опросов, можно заметить определенную динамику (ФОМ, декабрь 2018⁴).

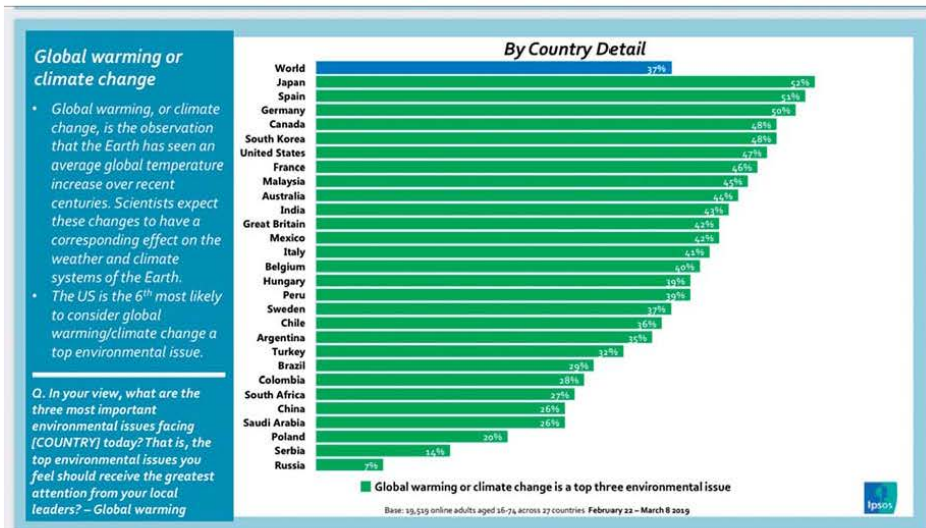


Источник: ФОМ, 2018

В международных рейтингах отношение россиян к проблеме климатического кризиса становится более серьезным и в целом соответствует глобальным трендам, но в топ «зелёных» приоритетов в России климатическая проблема пока входит не всегда.

⁴ Глобальное потепление. Представления о причинах и последствиях глобального потепления, Фонд Общественное Мнение, 2018. URL: <https://fom.ru/Obraz-zhizni/14149>





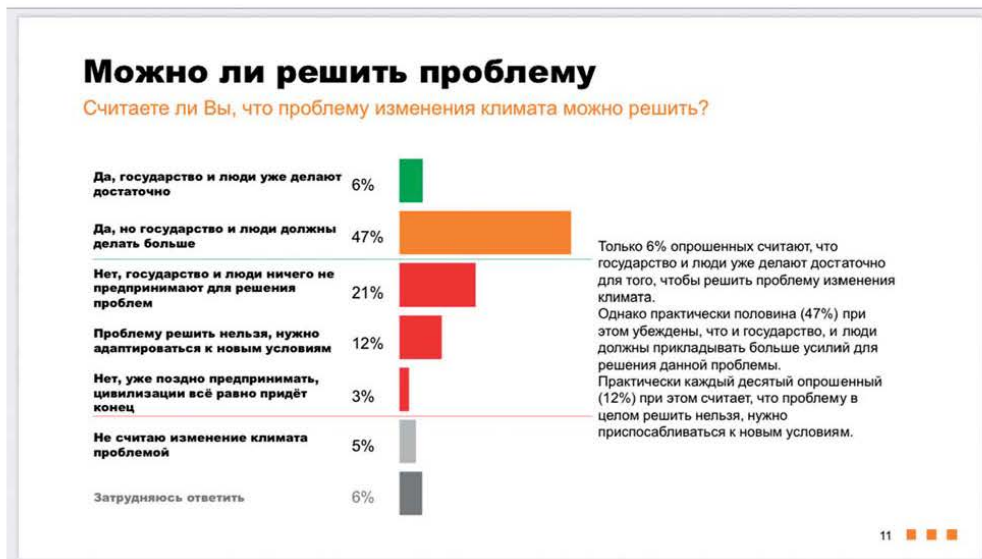
Источник: IPSOS 2018, 2019

Кроме того, отношение к проблемам не всегда совпадает с готовностью действовать. Так, результаты исследования ВЦИОМ и Фонда национальной энергетической безопасности⁵ свидетельствуют, что только 12 % россиян считают, что каждый должен сократить потребление различных ресурсов для борьбы с глобальным потеплением, а 43 % опрошенных полагают, что борьбу с климатическими изменениями надо вести прежде всего государству, создавая законодательную базу и обеспечивая контроль за использованием природных ресурсов. Исследование РОМИР (2020) демонстрирует, что почти половина опрошенных убеждены, что и государство, и люди должны прикладывать больше усилий для решения климатического кризиса.

⁵ ВЦИОМ: Идеи Греты Тунберг разделяют 12% россиян//ТАСС, 18.08.2020 URL: <https://tass.ru/obschestvo/9223313>

100





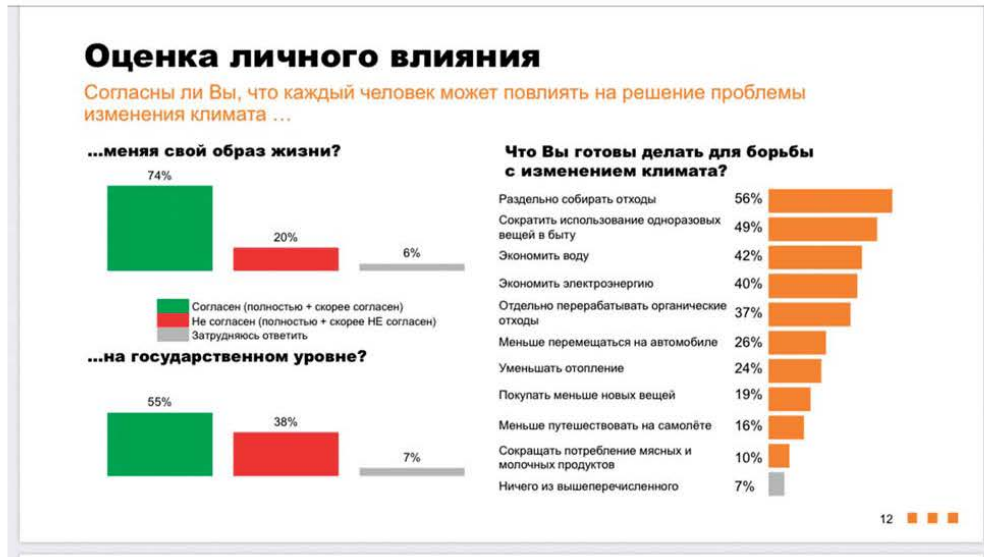
Источник: РОМИР, 2020

Только 15 % опрошенных (22 % в Москве и 21 % в прочих городах-миллионниках) готовы отказаться от поездок на личном автомобиле зато 43 % готовы экономить воду, а 59 % – электроэнергию (ВЦИОМ, 2020). Исследование РОМИР (2019) даёт во многом сходную картину: 44 % респондентов выражают интерес к источникам, из которых произведена поставляемая энергия, более половины опрошенных считают переход на возобновляемые источники энергии правильным решением, 57 % – важным для России, но 82 % не готовы доплачивать более 5 % счёта при переходе на возобновляемые источники энергии.

Следующее исследование РОМИР по теме (2020) приводит новые данные, связанные с экологически ответственным потреблением: 48 % опрошенных считают, что количество купленных товаров влияет на изменение климата (42 % – не влияет). Две трети респондентов полагают, что сейчас потребляется излишнее количество одноразовых товаров. Большинство опрошенных для решения климатической проблемы готовы самостоятельно раздельно собирать отходы (56 %), сократить использование одноразовых вещей в быту (49 %) и экономить воду (42 %) (РОМИР, 2020).

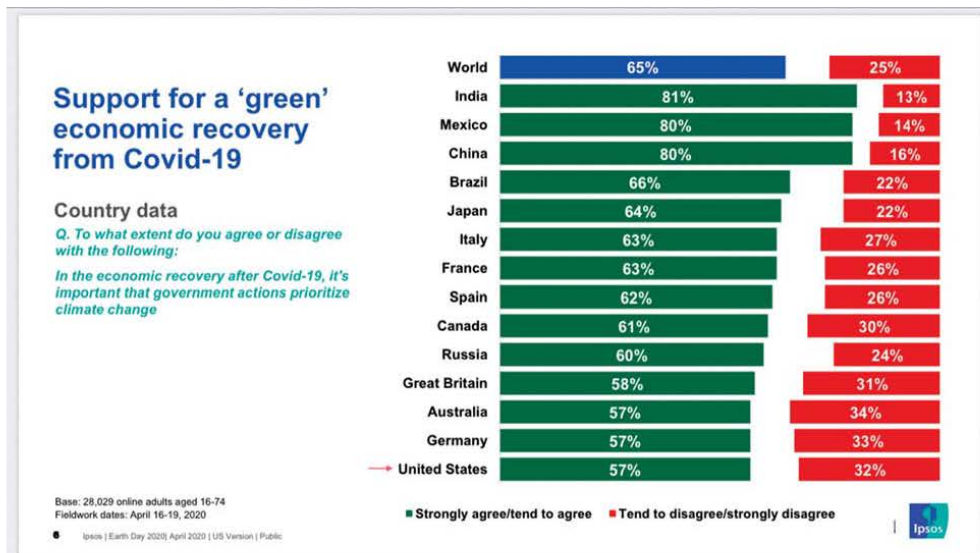
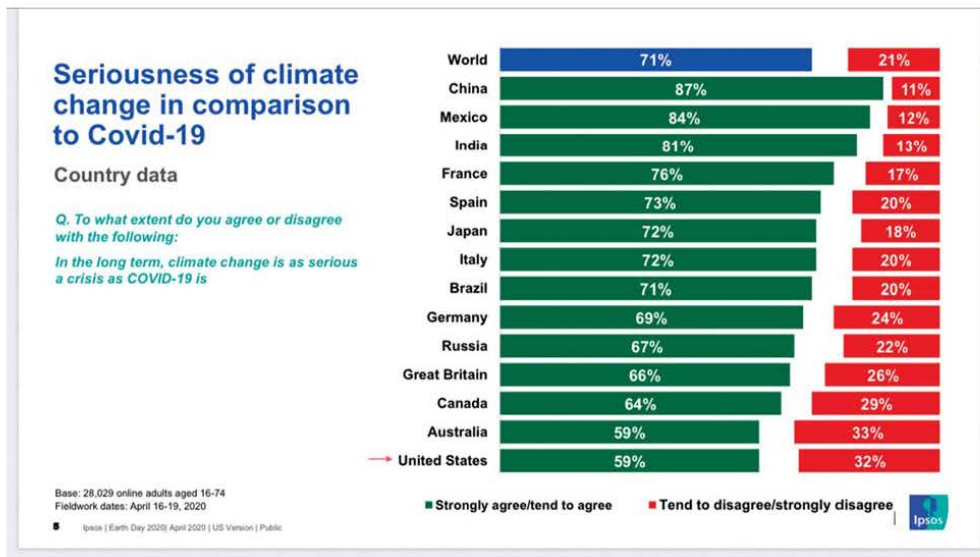


Что Вы готовы делать для борьбы с изменением климата?



Источник: РОМИР, 2020

Впрочем, на этом фоне и даже в условиях пандемии и ограничительных мер, предпринимаемых странами, россияне как и жители большинства других стран продолжают признавать важность климатического кризиса в том числе в условиях пандемии COVID (67 % опрошенных), а также поддерживать «зелёные» меры восстановления экономики (60 %), по данным IPSOS Earth Day 2020 Report. По исследованию РОМИР (2020), 43 % опрошенных считают, что «российские власти должны увеличить затраты на борьбу с изменением климата и сделать эту проблему одним из приоритетов антикризисной программы в период».



Источник: IPSOS, 2020



5.2. Условия, в которых находится экологическое гражданское общество

Давление на активистов и НКО, выступающих против изменения климата и экологически недружественной энергетики

Серветник Виталий Владимирович,

Российский Социально-экологический союз / «Друзья Земли — Россия»

Начиная с 2000-х, ослабление законодательства в области охраны окружающей среды и общественного участия, а также ужесточение законодательства в отношении НКО и гражданского общества привели к возникновению по всей стране большого числа нерешённых экологических проблем. Всё более заметные глобальные кризисы, климатический и экологический, также приводят к росту общественного напряжения и числа публичных конфликтов.

С 2012 года закон об иностранных агентах привел к ликвидации 22 из 32 экологических НКО, объявленных иностранными агентами¹. Значительное ослабление сектора общественных экологических организаций привело к выходу конфликтов, вызванных экологическими проблемами, на уровень уличных протестов и прямых столкновений местных жителей со строителями и частными охранниками.

Зачастую реакцией на подобные конфликты и протесты, вместо диалога с местным населением, экологическими НКО и независимыми экспертами, становится попытка подавить протест и, как результат, давление на экологических активистов².

Давление на активистов, выступающих против изменения климата, влияющей на него грязной энергетики, ложных решений климатического кризиса и за сохранение лесов, — яркий пример тупика взаимоотношений общества и государства в области экологических проблем и вызванных ими конфликтов.

Климат

Возникшее в 2019 году движение школьников и молодёжи «Пятницы ради будущего» (Fridays For Future)³, как реакция на недостаточные действия государства перед лицом климатического кризиса, было встречено многочисленными запретами пикетов и митингов.

¹ Список эко-НКО, признанных иноагентами с 2014 по 2020 год // Российский Социально-Экологический Союз — 2020. — URL: <http://rusecounion.ru/ru/ecoagents>.

² Защитники природы под угрозой // Российский Социально-Экологический Союз — 2020. — URL: <http://rusecounion.ru/ru/defenders-envday2020>.

³ Международное климатическое движение Fridays for Future, 2020. — URL: <http://fridaysforfuture.ru/>.

гов⁴, штрафами⁵, задержаниями^{6 7 8} и арестами активистов⁹, а также давлением со стороны сотрудников ФСБ на подростков в Мурманске¹⁰ и Нижнем Новгороде¹¹.

Грязная энергетика

Проекты в области грязной энергетики, особенно угля, вызывают всё больше протестов у местного населения как в местах добычи сырья (Кемеровская область), так и местах транспортировки (Приморск Ленинградской области), а за протестами следует давление на активистов.

В Киселёвске Кемеровской области осенью 2019 года задерживали активистов перед митингом¹². В 2020 году преследовали журналистов из-за публикаций о подземных пожарах, вызванных возгоранием отработанного угольного шлака и пыли, которые продолжались несколько месяцев^{13 14}. Позднее власти признали возгорания¹⁵.

Жителей Новокузнецкого района Кемеровской области, много лет протестующих против угольных разрезов, задерживали и проводили у них обыски¹⁶, пытались сфабриковать дело по статье об экстремизме¹⁷.

В августе 2020 года жителей поселка Черемза той же Кемеровской области, протестовавших против строительства у поселка станции по погрузке угля, разогнал ОМОН¹⁸, возбудили 19 административных дел¹⁹, а журналиста обвинили в организации митинга²⁰.

⁴ В России не согласовывают акции в рамках международной климатической забастовки // ОВД-Инфо. — 2019. — URL: <https://ovdinfo.org/news/2019/11/28/v-rossii-ne-soglasovyvayut-akcii-v-ramkah-mezhdunarodnoy-klimaticheskoy-zabastovki>.

⁵ Суд в Москве оштрафовал экоактивистку за пикет с требованием обратить внимание на климатический кризис // Апология протеста в Telegram [19.08.2020]. — 2020. — URL: <https://t.me/apologia/2476>.

⁶ Второе задержание на Пушкинской площади активистки @FFFFRussia Сони Епифанцевой // «Открытка» в Twitter [17.07.2020]. — URL: https://twitter.com/openrussia_team/status/1284131631473860608.

⁷ В Москве на одиночном пикете // ОВД-Инфо — 2020. — URL: <https://ovdinfo.org/express-news/2020/07/24/v-moskve-na-odinochnom-pik>.

⁸ В Москве задержали активиста климатического движения Extinction Rebellion // ОВД-Инфо. — 2020. — URL: <https://ovdinfo.org/express-news/2020/01/13/v-moskve-zaderzhali-aktivista-klimaticheskogo-dvizheniya-extinction>

⁹ Зотова Н. Суд отправил под арест российского последователя Греты Тунберг // BBC. — 2020. — URL: <https://www.bbc.com/russian/features-50823012>.

¹⁰ Участница движения #FridaysForFuture рассказала, что к ней на работу приходили из ФСБ // ОВД-Инфо. — 2020. — URL: <https://ovdinfo.org/express-news/2019/09/27/uchastnica-dvizheniya-fridaysforfuture-rasskazala-cto-k-ney-na-rabotu>.

¹¹ Домой к экоактивистке пришли из ФСБ // ОВД-Инфо — 2020. — URL: <https://ovdinfo.org/express-news/2020/06/24/domoy-k-ekoaktivistke-prishli-iz-fsb-eyugrozhal-ugolovnym-delom>.

¹² [Видео] Митинг в Киселёвске: задержания, провокации, резолюция // Абажур: Вид из Кузбасса — 2019. — URL: http://абажур-журнал.рф/video_miting_v_kiselyovske_zaderzhaniya_provokacii_rezoljucija/2019-10-27-1632.

¹³ В Кемеровской области на журналистку завели дело из-за публикаций о подземных пожарах // Сибирь. Реалии. — 2020. — URL: <https://www.sibreal.org/a/30611554.html>

¹⁴ Иванова А. Активиста из Киселевска обвиняют в распространение фейковой новости // Activacia. — 2020. — URL: <http://activacia.org/blogs/view/id/10440/title/kiselevskogo-kanadca-vitaliya-shestakova-obv>.

¹⁵ Власти Кузбасса признали факт горения угля рядом с жилыми домами в городе Киселёвске // Stopcoal.ru. — 2020. — URL: <http://stopcoal.ru/2020/05/28/v-kiselevske-gorit-ugol/>.

¹⁶ Полиция задержала трёх протестовавших против разрезов в Кузбассе // Тайга.Инфо. — 2019. — URL: <https://tayga.info/148494>.

¹⁷ Кузбасские экоактивисты остались свидетелями после допроса о поджоге трактора угольщиков // Тайга.Инфо. — 2019. — URL: <https://tayga.info/148606>.

¹⁸ В Кузбассе жители потребовали не строить у поселка станцию по погрузке угля. ОМОН разогнал их и задержал трех пожилых людей // Такие Дела — 2020. — URL: <https://takiedela.ru/news/2020/08/14/zaderzhali-zhiteley-cheremzy/>.

¹⁹ В Кузбассе на протестующих против углепогрузочной станции возбудили 19 административных дел // ОВД-Инфо. — 2020. — URL: <https://ovdinfo.org/express-news/2020/08/29/v-kuzbasse-na-protestuuyuschih-protiv-uglepogruzochnoy-standcii-vozbudili-19>.

²⁰ Свободен со штрафами // Stopcoal.ru. — 2020. — URL: <http://stopcoal.ru/свободен-со-штрафами>.



В расположенном рядом городе Мыски в том же августе пятеро активистов получили штрафы по 25 000 рублей каждый за перекрытие дороги разреза Кийзасский²¹, когда пытались привлечь внимание к нарушениям во время строительства и эксплуатации технологической дороги в водоохранной зоне скважины водозабора²². Ранее губернатор Кемеровской области Сергей Цивилев поручил убрать углепозульную станцию²³, но этого сделано не было.

В Приморске Ленинградской области местные жители выступают против строительства угольного порта, где ведётся вырубка леса без официального разрешения, уничтожено уже более 200 гектаров зелёного массива²⁴. В марте 2020 года против активиста Анатолия Якименко возбудили дело о хулиганстве за комментарии в интернете²⁵.

Давление на активистов, выступающих против неперспективной отрасли, выглядит вдвойне абсурдно в то время, когда от использования угля отказывается всё больше стран²⁶, а от инвестиций в угольную промышленность всё больше финансовых институтов²⁷.

Леса и пожары

Вырубка лесов и лесные пожары также вызывают реакцию активистов. Особенно если речь идёт о вырубке леса в Центральной экологической зоне Байкальской природной территории.

В Улан-Удэ депутат Прибайкальского муниципального образования Николай Тихонов был оштрафован на 20 тыс. рублей за организацию несогласованного публичного мероприятия путём приглашения участников²⁸. В Иркутске эоактивисту Егору Лесному назначили 80 часов обязательных работ за повторное нарушение правил участия в публичном мероприятии²⁹.

С давлением также столкнулись защитники лесов во Владивостоке³⁰, Барвихе³¹ и Королёве³² Московской области.

²¹ Суд над активистами в Кузбассе в г. Мыски, борющимися с угольными компаниями. Онлайн-обновления (завершены) // Stopcoal.ru — 2020. — URL: <https://stopcoal.ru/2020/08/27/1931/>.

²² Полиция проверит законность технологической дороги в разрезе «Кийзасский» в Кузбассе // ТАСС. — 2020. — URL: <https://tass.ru/sibir-news/9105521>

²³ Марина Матиенко Панов рассказал о нарушениях на крупном разрезе Кузбасса / Марина Матиенко // Вашгород.ru Новокузнецк. — 2020. — URL: <https://vashgorod.ru/novokuznetsk/news/1135911>

²⁴ Усова И. В Приморске вселился Шиес. Порт Трабера и Ко вызвал в Ленобласти дух протеста // 47 News. — 2019. — URL: <https://47news.ru/articles/160972/>.

²⁵ Глава администрации пожаловался на эоактивиста за комментарий «Вконтакте», дело передано в суд // ОВД-Инфо — 2020. — URL: <https://ovdinfo.org/express-news/2020/03/06/glava-administracii-pozhalovalsya-na-ekoaktivista-za-kommentariy-vkontakte>

²⁶ Трифонова П. Европейские страны отказываются от угля в пользу других источников энергии // Ведомости. — 2020. — URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2019/09/29/812345-evropeiskie-otkazivayutsya-uglyu>.

²⁷ Green M. World Bank's IFC adopts new climate rules to deter lenders from backing coal // Reuters — 2020. — URL: <https://www.reuters.com/article/idUSKCN26F06Y>.

²⁸ В Улан-Удэ оштрафовали депутата, приглашавшего через громкоговоритель на акцию против вырубки леса // ОВД-Инфо — 2020. — URL: <https://ovdinfo.org/express-news/2020/08/08/v-ulan-ude-oshtrafovali-deputata-priglashevshago-cherez-gromkogovoritel-na>

²⁹ Суд в Иркутске рассмотрел дела участников митинга 1 августа // ОВД-Инфо. — 2020. — URL: <https://ovdinfo.org/express-news/2020/08/25/sud-v-irkutske-rassmotrel-dela-uchastnikov-mitinga-1-avgusta>

³⁰ В Приморье эоактивистку оштрафовали за чтение стихов около суда // ОВД-Инфо. — 2020. — URL: <https://ovdinfo.org/express-news/2020/07/24/v-primore-ekoaktivistku-oshtrafovali-za-chtenie-stihov-okolo-suda>

³¹ В Барвихе людей зажали в лесу менты // Readovka в Telegram [21.07.2020] — 2020. — URL: <https://t.me/readovkanews/13482>

³² В Королёве задержали журналиста: он якобы стоял на слишком близком расстоянии от другого человека // ОВД-Инфо — 2020. — URL: <https://ovdinfo.org/express-news/2020/04/05/v-koroleve-zaderzhali-zhurnalista-yakoby-stoyal-na-slishkom-blizkom>.



Лесные пожары являются системной проблемой. На Кубани причиной пожаров являются умышленные поджоги, в том числе сельскохозяйственные палы. В последние годы активно развивается деятельность добровольных пожарных. Но вместо того, чтобы поддержать добровольных пожарных и совершенствовать систему пожаротушения, в конце 2019 года Минюст России внёс некоммерческую организацию «Гражданская инициатива против экологической преступности» в реестр НКО-иностранных агентов, организация также была оштрафована на 300 тысяч рублей³³. Кроме того, до сих пор не расследовано жесточайшее нападение на противопожарных активистов лагеря Экологической Вахты по Северному Кавказу и Гринпис России в 2016 году³⁴, производство по уголовным делам прекращено³⁵.

Ложные решения

Проекты, связанные с ложными решениями климатического кризиса, также вызывают протесты местных жителей. Это относится к проектам в области атомной энергетики и проектам по получению энергии от сжигания отходов.

Атомная энергетика

Преследования противников Росатома имеют богатую историю³⁶. Выступающие против добычи урана в Курганской области активисты сталкиваются с угрозами, исками кампании «Далур», уголовными делами^{37 38 39}. Активиста Фёдора Марьясова в Красноярске, выступающего против могильника радиоактивных отходов у Енисея, обвинили в разжигании ненависти к социальной группе «атомщики»⁴⁰, пытались возбудить уголовное дело об экстремизме и вручили предостережение по статье о государственной измене⁴¹.

Противников ввоза в Россию германских урановых отходов (ОГФУ) задерживали в Новоуральске⁴² и Санкт-Петербурге⁴³. Экологические организации, выступавшие против ввоза «урановых хвостов», были объявлены Минюстом «иностранными агентами». «Экозащиту»

³³ «Гражданскую инициативу против экологической преступности» оштрафовали по закону об иноагентах // ОВД-Инфо — 2020. — URL: <https://ovdinfo.org/express-news/2019/12/17/grazhdanskuyu-iniciativu-protiv-ekologicheskoy-prestupnosti-oshtrafovali-ro>

³⁴ Ночное нападение на лагерь противопожарной экспедиции гринпис и эковахты в Приморско-Ахтарске // Экологическая вахта по Северному Кавказу — 2020. — URL: <http://www.ewnc.org/node/23022>.

³⁵ Перова А. Делу Greenpeace вышло время // Коммерсантъ — 2020. — URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3854095>.

³⁶ Истории антиядерного сопротивления: проблемы, протесты, преследования // Российский Социально-Экологический Союз — 2020. — URL: <http://rusecounion.ru/ru/antinuclearresistancereport>.

³⁷ Суд в Кургане оправдал координатора штаба Навального по делу о взятке // Медиазона — 2020. — URL: <https://zona.media/news/2019/09/30/kurgan/>.

³⁸ В Кургане ФСБ возбудила уголовное дело против эоактивистки // ОВД-Инфо — 2020. — URL: <https://ovdinfo.org/express-news/2020/04/15/v-kurgane-fsb-vozbudila-ugolovnoe-delo-protiv-ekoaktivistki>

³⁹ Жители Курганской области выступают против освоения уранового месторождения «Добровольное», опасаясь экологической катастрофы // Российский Социально-Экологический Союз. — 2020. — URL: http://rusecounion.ru/ru/kurgan_antiuran.

⁴⁰ Красноярского активиста обвинили в разжигании ненависти к «атомщикам» // Meduza. — 2016. — URL: <https://meduza.io/news/2016/08/25/krasnoyarskogo-aktivista-obvinili-v-razzhiganii-nenavisti-k-atomschikam>.

⁴¹ Активисты в Красноярске борются против могильника радиоактивных отходов // Российский Социально-Экологический Союз — 2020. — URL: <http://rusecounion.ru/ru/noradwaste>.

⁴² Ямщикова В. Урановые хвосты создали оппозицию в Новоуральске. Задержаний и судов за протест тут не было никогда // 66.ru — 2020. — URL: <https://66.ru/news/society/226814/>.

⁴³ Фомин К. Петербург не хочет радиоактивных подарков // Greenpeace.ru, блог [17.12.2019]. — 2019. — URL: <https://greenpeace.ru/blogs/2019/12/17/peterburg-ne-hochet-radioaktivnyh-podarkov/>.



включили в список «агентов» за кампанию против строительства атомной станции в Калининградской области. В 2019 году на директора «Экозащиты» Александру Королёву было заведено пять уголовных дел⁴⁴, после чего она была вынуждена уехать из страны⁴⁵.

Энергия из отходов

Конфликты вокруг проектов строительства мусоросжигательных заводов возникли в ряде регионов России. В декабре 2019 года произошло массовое задержание участников мирного палаточного лагеря против незаконных работ по строительству дороги к мусоросжигательному заводу в пос. Осиново Республики Татарстан⁴⁶. Экоактивистам выписали штрафы на общую сумму 167,5 тысяч рублей⁴⁷. За организацию серии одиночных пикетов против МСЗ в Казани Ирине Никифоровой назначили 30 часов обязательных работ⁴⁸.

Протесты и давление на активистов, выступающих против МСЗ, также отмечены в Ногинском районе⁴⁹, Воскресенске⁵⁰ и Солнечногорске⁵¹ Московской области.

Заключение

Нерешённые экологические проблемы ведут к возникновению социально-экологических конфликтов, а нерешённые совместно с местным населением и экологическими организациями конфликты ведут к эскалации конфликтов и давлению на экологических активистов, а также к дальнейшей политизации протестов⁵².

Наиболее яркий пример политизации локального экологического конфликта можно наблюдать вокруг полигона около станции Шиес в Архангельской области, приведшего к смене губернаторов в Архангельской области и соседней Республике Коми⁵³.

Совет по правам человека ООН в марте 2019 года принял резолюцию о признании вклада защитников экологических прав человека в осуществление прав человека, охрану окружающей среды и устойчивое развитие⁵⁴. Российская Федерация обязана уважать, соблюдать, защищать и выполнять права человека, включая экологические права.

⁴⁴ На эколога завели пять уголовных дел // Экозащита, блог [19.06.2019] — 2019. — URL: <https://ecodefense.ru/2019/06/19/five/>

⁴⁵ Александра Королева получила убежище в Германии // Экозащита, блог [30.12.2019]. — 2019. — URL: <https://ecodefense.ru/2019/12/30/alexandra-koroleva-political-refuge/>

⁴⁶ Под Казанью задержали участников эко-лагеря против строительства мусоросжигательного завода // ОВД-Инфо. — 2019. — URL: <https://ovdinfo.org/express-news/2019/12/16/pod-kazanyu-zaderzhali-uchastnikov-eko-lagerya-protiv-stroitelstva>.

⁴⁷ Бакин И. Судебный конвейер // Znak. — 2019. — URL: https://www.znak.com/2019-12-17/zaderzhannym_pod_kazanyu_ekoaktivistam_vypisali_shtrafov_na_167_5_tys_odin_chelovek_arestovan.

⁴⁸ Казанской активистке назначили обязательные работы за серию пикетов против мусоросжигательного завода // Медиазона. — 2020. — URL: <https://zona.media/news/2020/03/18/nikiforova-30>.

⁴⁹ В Подмосковье экоактивистов задерживали из-за попытки встретиться с начальником отдела полиции // ОВД-Инфо. — 2019. — URL: <https://ovdinfo.org/express-news/2020/05/19/v-podmoskove-ekoaktivistov-zaderzhivali-iz-za-popytki-vstretitsya-s>.

⁵⁰ Васильева А. И в пост, и в митинг // Коммерсантъ. — 2020. — URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4408272>.

⁵¹ В Солнечногорске пикетчиков против мусоросжигательного завода задержали уже после акции // ОВД-Инфо — 2019. — URL: <https://ovdinfo.org/express-news/2020/06/30/v-solnechnogorske-piketchikov-protiv-musoroszhigatel'nogo-zavoda-zaderzhali>.

⁵² Брицкая Т. Кандидат Шиеса. Экологический протест стал политическим // Новая Газета. — 2020. — URL: <https://novayagazeta.ru/articles/2020/08/08/86582-kandidat-shiesa>.

⁵³ Жертвы Шиеса. Как один мусорный полигон погубил двух губернаторов — Коми и Архангельской области // Meduza. — 2020. — URL: <https://meduza.io/feature/2020/04/03/zhertvy-shiesa>.

⁵⁴ Совет по правам человека, сороковая сессия. Генеральная Ассамблея ООН. — 2019. — URL: <https://undocs.org/ru/A/HRC/40/L.22/Rev.1>.



Российский Социально-экологический союз (РСоЭС) ведёт мониторинг давления на экологических активистов с 2012 года и сформулировал набор необходимых мер для выхода из сложившейся ситуации. В качестве первоочередной меры необходимо прекратить давление на защитников окружающей среды, расследовать все случаи нападения на активистов и их преследований. Непременной мерой по защите экологических активистов является надлежащее расследование экологических нарушений, с сопротивлением которым связаны случаи преследования активистов. Для предотвращения конфликтных ситуаций должен быть обеспечен свободный доступ к экологической информации, широкое общественное участие в решении экологически значимых вопросов, реальный учёт мнения экологов и других граждан⁵⁵.

⁵⁵ Горячие точки — старые, преследования — новые: Шлес, Куштау, Стоп-ГОК, Московская Хорда, «зелёные» территории в Вологде, Нижнем Новгороде и Москве // Российский Социально-Экологический Союз. — 2020. — URL: <http://rusecounion.ru/ru/ehrd-sept2020>.



5.3. Роль науки и образования в формировании новой климатической политики

Рекомендации по поддержке дальнейших научных исследований в РФ в области изменения климата

*Чернокульский Александр Владимирович,
канд. физ.-мат. наук, с.н.с. Лаборатории теории климата Института физики атмосферы
им. А. М. Обухова РАН, учёный секретарь Научного совета РАН по проблемам климата Земли*

В 2009 году в России была принята Климатическая доктрина (далее — Доктрина), где были сформулированы основные принципы политики в области климата, в том числе связанные с развитием климатической науки в России. Отмечена необходимость разработки и реализации государственной программы высокотехнологичного оснащения национальных центров климатических исследований, необходимость более глубокой интеграции российской климатической науки в международные программы исследований и обеспечение соответствия климатических исследований в России мировому уровню.

Следование этим принципам позволило бы в большей мере опираться на результаты российских исследований и использовать их в качестве аргументов в межгосударственном политическом диалоге по проблемам климата. Однако, большинство декларируемых принципов так и осталось на бумаге.

Технологическое отставание российских климатических научных организаций и неучастие России в крупных климатических исследованиях и международных экспериментах отодвигает российских учёных на периферию климатической науки. Например, среди 2006 наиболее цитируемых учёных¹ в области метеорологии и атмосферных наук лишь 8 представляют Россию (для сравнения, в Китае работает 125 учёных из этого списка, в Германии — 120,

¹ По данным о 160 тысячах наиболее цитируемых учёных мира по базе данных Scopus за 2019 год: <https://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371%2Fjournal.pbio.3000918>



в США — 1021); среди 528 наиболее цитируемых учёных в области лесоведения — только один представитель России. В международном проекте по сравнению моделей земной системы SMIP6 от России участвует только одна модель, при этом её участие ограничено из-за недостаточности компьютерных мощностей. В проекте по наблюдению за атмосферными аэрозолями AERONET на всей территории России участвует лишь 11 станций (из более чем 600, установленных по миру). Из более 750 станций наблюдательной сети за потоками парниковых газов из экосистем суши FLUXNET на территории России действует лишь 15. Россия не участвует в глобальном международном океанографическом проекте по исследованию толщи океана с помощью дрейфующих буёв-измерителей ARGO. Наблюдения на базе российских исследовательских спутниковых систем мало востребованы в силу их технологической отсталости и трудности доступа к данным. Палеоклиматологические исследования ограничены из-за отсутствия современного масс-спектрометрического оборудования. Этот список, к сожалению, можно продолжать долго.

При этом Россия обладала очень сильной теоретической научной школой в области исследования климата — достаточно вспомнить имена М. Ф. Спасского, Г. И. Вильда, А. И. Воейкова, А. М. Обухова, А. С. Мони́на, М. И. Будыко, Г. И. Марчука. Однако без подпитки молодыми кадрами, без современного оборудования, без возможности проводить сложные численные расчёты и участвовать в крупных наблюдательных экспериментах климатологические научные школы России приходят в упадок. Голос российских климатологов становится всё тише. А значит, и аргументы России в межгосударственном политическом диалоге по проблемам климата будут всё более слабыми.

Для развития дальнейших исследований климата в России целесообразно скорее реализовать заложенную в Доктрине идею разработки и реализации государственной программы высокотехнологичного оснащения национальных центров климатических исследований (например, в рамках планируемой Федеральной научно-технической программы «Климат и экология»).

Национальными центрами климатических исследований могут выступать как существующие организации, так и вновь созданные центры на основе синергии специализированных академических институтов, учреждений высшей школы и Росгидромета. Высокотехнологичное оснащение таких центров должно включать в том числе современные суперкомпьютеры (для проведения численных расчётов с климатическими моделями), масс-спектрометры (для исследования состава воздуха, палеоклиматологических исследований) и т. д., а также обеспечивать полноценное участие России в Глобальной системе наблюдения за климатом (за различными оболочками — атмосферой, гидросферой, биосферой, криосферой и литосферой). При этом должна обеспечиваться открытость данных наблюдений для исследователей, как российских, так и зарубежных. Достаточность финансирования должна решить вопрос «торговли данными».

Важно отметить, что подобное высокотехнологичное оснащение и участие в длительных наблюдательных кампаниях невозможно в рамках грантового финансирования науки.

Также скорейшим образом должен решаться вопрос кадров, притом не только научных, но и инженерных. Если для закрепления молодых исследователей в науке в последнее время появилось несколько вариантов финансовой поддержки, то для инженерных кадров таких механизмов нет. Подобный дисбаланс может привести к тому, что приобретённое высокотехнологичное оборудование для климатических исследований будет некому обслуживать.

Наряду с достойной оплатой труда, стимулом для привлечения молодых кадров должна стать высокая востребованность результатов климатической науки государством, обще-

ством и бизнесом. Применение результатов исследований для оценки рисков и выгод, связанных с последствиями изменений климата, а также возможности адаптации к этим последствиям, является необходимым условием политики в области климата, что отдельно отмечено в Доктрине. Однако на данный момент короткий горизонт планирования не позволяет в полной мере использовать результаты исследований климатологов. Необходим сдвиг общественной парадигмы от реакции на происходящие события к упреждающей адаптации к изменениям, ожидаемым в ближайшие десятилетия. В случае расширения временного горизонта планирования востребованность климатических исследований будет чрезвычайно высокой.

Подобные шаги позволят российским климатическим исследованиям соответствовать мировому уровню (и даже в отдельных областях превосходить его). В рамках данных исследований должны решаться как фундаментальные задачи физики климата (например, количественные оценки роли естественных и антропогенных факторов изменений климата на разных временных и пространственных масштабах, выявление конкретных механизмов быстрых климатических изменений, разработка сценарных прогнозов изменений климата на ближайшие десятилетия с оценкой их неопределённости, исследование предсказуемости климата на различных масштабах, влияние изменений климата на качество воздуха и т. д.), так и прикладные (например, создание эффективных «климатических сервисов», которые будут предоставлять информацию о возможных изменениях климата и их последствий в конкретных регионах, рекомендации по адаптации и смягчению последствий для общества, различных отраслей экономики, конкретных компаний, создание технологий регуляции регионального климата, эффективного управления климатическими и природными ресурсами, участие в разработке планов низкоуглеродного развития экономики и т. д.). Целесообразна также поддержка работ в области просвещения населения и популяризации исследований климата и экологии, что по сути является эффективным способом повышения адаптационного потенциала общества к изменениям климата.

Образование в области изменения климата

Сенова Ольга Николаевна,

*сопредседатель Российского социально-экологического союза,
руководитель Климатической программы, директор АНО «Друзья Балтики»*

Образование в области изменения климата — крайне важное и актуальное направление, уже получившее серьёзное развитие в мировой практике — пока ещё недостаточно представлено в российской системе образования. Зачастую знания о причинах, последствиях, путях предотвращения и адаптации к климатическим изменениям представлены фрагментарно или не представлены совсем, что не способствует формированию целостной картины о проблеме и способах реагирования на неё для подрастающего поколения.

Тема изменения климата могла бы найти место в экологическом образовании, которое активно начало развиваться в нашей стране в начале 1990-х. Постановление Правительства РФ от 3 ноября 1994 года № 1208 «О мерах по улучшению экологического образования населения» определило условия распространения экологических знаний и в школе, и среди населения, а также создание внебюджетных фондов для целей экообразования. В период между 1994 и 2004 годами были разработаны и внедрены образовательные программы



по экологии для 9–10 классов, курсы для начальной школы. Но в 2004 году постановление утратило силу, курс экологии в школе практически не используется, и тема снижения антропогенного вклада в изменение климата в школьных программах отсутствует. В курсе географии в средней школе понятие климата даётся, но тема антропогенного изменения климата не затрагивается, как и в курсе «Окружающий мир» для начальной школы.

В подготовке специалистов в системе высшего и среднего специального образования тема антропогенного вклада в изменение климата и снижения выбросов парниковых газов затрагивается очень фрагментарно в программах некоторых профильных специальностей, связанных напрямую с энергосбережением и энергоэффективностью, развитием возобновляемой энергетики, экологическими решениями в строительстве.

Как правило, вопросы снижения антропогенного вклада в изменение климата не интегрированы даже в образование по таким специальностям, как география, строительство, жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура, лесное дело, — где связь с изменением климата должна быть очевидна. И тем более тема изменения климата никак не звучит в образовании по другим специальностям технического и гуманитарного профиля, не связанным напрямую с вопросами происхождения, учёта и снижения выбросов парниковых газов.

Наиболее близким к образованию по теме изменения климата для взрослых специалистов можно считать обучение по программе «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности» в соответствии с требованиями ст. 24 ФЗ № 261-ФЗ от 23 ноября 2009 года. Целый ряд организаций предлагает повышение квалификации лиц, ответственных за энергосбережение и повышение энергетической эффективности в государственных и муниципальных учреждениях и организациях и ЖКХ по учебным программам, основанным на требованиях Минэнерго РФ. Такое обучение охватывает актуальные задачи и способы реализации потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности бюджетных учреждений и организаций с учётом специфики их деятельности.

Кроме того, в ряде российских вузов создаются Кафедры ЮНЕСКО в рамках программы, которую реализует работающий в Москве с 1997 года Институт ЮНЕСКО по информационным технологиям. В России действует около 70 таких кафедр, в том числе в Москве, Санкт-Петербурге, Кемерове, Екатеринбурге, Казани и др. Эти кафедры внедряют в университетах образовательные программы по целям устойчивого развития, которые включают и тему Цели устойчивого развития № 13 «Борьба с изменением климата».

Программа ЮНЕСКО «Образование в области изменения климата в интересах устойчивого развития» (CCESD), учреждённая в 2010 году, направлена на то, чтобы помочь людям понять влияние глобального потепления сегодня и повысить климатическую грамотность, особенно среди молодёжи. ЮНЕСКО работает с национальными правительствами над включением ССЕ в национальные учебные программы и над разработкой новаторских подходов к преподаванию и обучению для этого.

В государственном дополнительном образовании: на факультативах, в домах детского творчества, станциях юных натуралистов и центрах творческого развития экологическая и природоохранная тема развивалась и развивается наиболее успешно, благодаря педагогам-энтузиастам.

В дополнительном образовании преподавание в тематических детских объединениях (кружках) может осуществляться по авторским программам, и это позволило создать там новые экологические направления, включая темы энерго- и ресурсосбережения и других



аспектов климатических действий. Педагоги начали работать по этим темам, в первую очередь благодаря участию в международных проектах, которые инициировали общественные организации.

Сейчас становится всё более очевидным, что климатические вызовы требуют понимания ситуации во всех слоях общества: в частности в области знаний о том, как приспособиться к изменениям климата, как снизить ущербы и потери и как замедлить изменение климата?

Для этого очень важна интеграция темы снижения антропогенного вклада в изменение климата в образовательные программы на всех уровнях государственной системы образования, от школы до профессионального образования тех, кто будет искать и внедрять решения в технологической, управленческой, общественной и производственной сфере.

Не менее важно широкое неформальное просвещение всех групп населения об изменении климата и ответственном образе жизни, позволяющем снизить влияние человека на окружающую среду и климат. Для этого нужна поддержка инициативных образовательно-просветительских программ и их широкое распространение.



6. Международная климатическая политика: роль и возможности Российской Федерации на международной арене в связи с реализацией политики технологической трансформации

Роль и перспективы России в развитии международного климатического сотрудничества

*Близнецкая Екатерина Александровна,
преподаватель кафедры международных комплексных проблем природопользования
и экологии МГИМО МИД России*

Российская Федерация ратифицировала Рамочную конвенцию ООН об изменении климата в 1994 году, и с тех пор климатическая проблематика стала неотъемлемой частью российской внешней политики. В сентябре 2019 года Россия присоединилась к Парижскому соглашению путём принятия Постановления Правительства¹. В этом Постановлении и в письме о присоединении, направленном в депозитарий международных соглашений ООН, Россия заявила о трёх условиях участия в соглашении: отсутствие обязательств оказывать международную климатическую помощь развивающимся странам, максимально возможный учёт поглотительной способности лесов при реализации механизмов соглашения и неприемлемость использования соглашения в качестве барьера для экономического развития.

Участие в международном климатическом сотрудничестве любого государства предполагает два взаимосвязанных контура, внешний и внутренний. Внешний контур реализуется через взаимодействие с международным сообществом по вопросам климата в рамках двухсторонней и многосторонней дипломатии. Россия регулярно участвует в Конференциях Сторон РКИК ООН, Межправительственной группе экспертов по изменению климата, обсуждениях климатической повестки в Большой Семёрке и Двдцатке, БРИКС, Конференциях сторон Венской конвенции об истощении озонового слоя и Монреальского протокола, Арктическом совете, а также в ряде специализированных учреждений ООН, занимающихся климатической проблематикой в рамках своей компетенции, Всемирной метеорологической организации, ИКАО, Международной морской организации, ФАО; осуществляет проекты в рамках международной помощи развивающимся странам.

Начиная с 2007 года Российская Федерация постепенно перешла из категории нетто-получателей международной помощи в категорию доноров. В апреле 2014 года было приостановлено рассмотрение новых проектов по линии Глобального экологического фонда², в которых Россия является получателем помощи.

По Парижскому соглашению у России нет юридических обязательств оказывать финансовую помощь развивающимся странам в их борьбе с изменением климата, в конце 2019 года было заявлено о выделении российского взноса в Зелёный климатический фонд РКИК

¹ Постановление от 21 сентября 2019 года № 1228

² Всемирный банк выступает в качестве доверительного управляющего Глобальным экологическим фондом и управляет Трастовым фондом ГЭФ.



ООН в размере \$10 млн на период 2020–2022 гг.³. В 2017 году в рамках Тростового фонда Россия — ПРООН было создано тематическое направление под названием «Климатическое окно», в рамках которого финансируются и реализуются проекты по смягчению последствий изменения климата и поддержке мер по адаптации в развивающихся странах, в основном в Центральной Азии. В период с 2017 по 2020 год было реализовано проектов на сумму почти 9 млн долларов США⁴. В дополнение к этому Россия оказывает помощь малым островным развивающимся странам в рамках большого проекта ПРООН «Повышение устойчивости к стихийным бедствиям» в объёме 7,5 млн долларов⁵. По линии Экономической и социальной комиссии ООН для Азии и Тихого океана (ЭСКАТО) Россия участвует в реализации Проекта «Поддержка стран в азиатско-тихоокеанском регионе для выполнения обязательств по Парижскому соглашению», разрабатывает методические рекомендации для поддержки подготовки отчётов и расчётов эмиссий парниковых газов для стран Центральной Азии (Таблица).

Таблица. Международная климатическая помощь России развивающимся странам

Проект	Страна-получатель
ПРООН	
Укрепление потенциала в области управления лесными пожарами для снижения последствий изменения климата	Армения
Повышение устойчивости Армении к изменению климата путём модернизации гидрометеорологической службы	Армения
Адаптация к засухе: улучшение планирования и управления водными ресурсами в Сантьяго-де-Куба для повышения устойчивости и адаптации к изменениям климата	Куба
Укрепление устойчивости к изменению климата в Баткенской области Киргизии путём внедрения климатически обоснованных мер по ирригации и защите от селей	Киргизия
Содействие повышению устойчивости к изменению климата	Таджикистан
Повышение устойчивости к изменению климата в сельском хозяйстве и водном секторе	Таджикистан
Повышение устойчивости и адаптация фермеров Ферганской долины к рискам, связанным с изменением климата	Узбекистан
Содействие реализации определяемого на национальном уровне вклада в рамках Парижского соглашения	Зимбабве
Расширение доступа к финансированию в области климата в регионе Европы и СНГ	Азербайджан, Армения, Казахстан, Киргизия, Молдова, Сербия, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан
Образование и повышение информированности в области изменения климата — «Климатическая шкатулка»	Армения, Казахстан, Киргизия, Молдова, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан
Повышение устойчивости к стихийным бедствиям для малых островных развивающихся государств Тихого океана	Острова Кука, Фиджи
ЭСКАТО	
Поддержка стран в азиатско-тихоокеанском регионе для выполнения обязательств по Парижскому соглашению	Государства Центральной Азии

³ Распоряжение Правительства РФ от 14.12.2019 № 3034-р «Об осуществлении в 2020–2022 годах уплаты Российской Федерацией за счёт бюджетных ассигнований федерального бюджета добровольного целевого взноса в бюджет Зелёного климатического фонда».

⁴ На основе данных <https://expertsfordevelopment.ru/partners/>

⁵ На основе данных Открытого портала ПРООН <https://open.undp.org/projects/00112837>



В рамках международного научного сотрудничества российские учёные регулярно участвуют в подготовке оценочных докладов Межправительственной группы экспертов по изменению климата.

Внутренний контур связан с выполнением взятых международных обязательств путём введения определённых мер государственной политики, направленной на накопление научных знаний о климатических изменениях, сокращение выбросов парниковых газов и адаптацию к наблюдаемым и прогнозируемым последствиям изменения климата. За 26 лет в России было приложено немало усилий для полноценного становления климатической политики как отрасли деятельности государства: создана организационная основа в виде Межведомственной рабочей группы по вопросам изменения климата при Администрации Президента, действует институт советника президента по вопросам климата; была принята Климатическая доктрина и нормативная основа по энергосбережению и развитию возобновляемой энергии; созданы каналы научно-политического взаимодействия, позволяющие не только своевременно предоставлять отчётность по линии РКИК, но также разрабатывать стратегии социально-экономического развития с учётом фактора изменения климата.

Важно отметить, что Россия стала активной участницей международного климатического сотрудничества и реализовывала все указанные меры в условиях, когда климатическая политика во всех странах только начала формироваться, и у России как государства фактически не было обязательств сокращать выбросы внутри страны и оказывать международную климатическую помощь развивающимся странам. Неготовность необходимой нормативной и организационной основы внутри страны не позволила России воспользоваться возможностями международной торговли квотами первого периода обязательств по Киотскому протоколу, а перенос нерасходованных квот во второй период, ожидаемо, был сильно ограничен в связи с их серьёзным избытком на европейском рынке. Эта ситуация послужила уроком, что имеющимся потенциалом участия в международном климатическом сотрудничестве, равно как потенциал сокращения выбросов внутри страны, остаётся лишь потенциалом без тщательного планирования и своевременного развертывания мер государственного регулирования. Те мягкие условия, на которых был осуществлён вход в климатическое сотрудничество, подразумевали, что со временем Россия разработает необходимую внутреннюю политику, что позволит ей стать самостоятельным игроком на полях климатической дипломатии наравне с развитыми и крупнейшими развивающимися странами.

И внешний, и внутренний контур климатической политики государству в современных реалиях приходится реализовывать в десятках различных направлений каждое. Без чётко обозначенных целей и задач России в области решения проблемы изменения климата, а также ясного распределения ответственности за их выполнение климатическая политика России обречена носить реактивный характер и зависеть от внешних факторов, на силу и характер которых она не может повлиять. Отсутствие комплексного, реально осуществляемого политического курса в решении проблемы изменения климата повлечёт прямой экономический ущерб, связанный с физическим воздействием меняющегося климата: по имеющимся оценкам, он может достигать 1–2 % ВВП, и в отдельных случаях 4–5 % регионального ВВП⁶. Что касается косвенного ущерба, связанного с принятием ключевыми торговыми партнёрами России мер климатического регулирования, то сделанная недавно

⁶ Катцов В. М., Порфирьев Б. Н. Оценка макроэкономических последствий изменений климата на территории Российской Федерации на период до 2030 г. и дальнейшую перспективу (резюме доклада) // Труды Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова. — 2011. — № 563. — С. 52.



оценка финансовых потерь российских экспортеров в диапазоне от 6–50 млрд евро⁷ представляется всё-таки преждевременной, хотя и показательной. Игнорирование происходящих процессов как в физической системе Земли, так и международных экономических тенденций сводят на нет все усилия правительства по повышению благосостояния граждан России и устойчивости её экономики.

Климатическая доктрина с 2009–2020 год служила основным политическим и правовым нормативным актом для климатической политики России. С момента её принятия сильно изменились международные условия, и документ, который придёт на смену доктрине, должен учитывать эти изменения и формировать прочный фундамент для государственной политики на перспективу до 2030 и 2050 годов. Ключевой задачей будущей климатической стратегии должно стать повышение синергии между внешними и внутренними контурами климатической политики России, а также между краткосрочными задачами климатической политики и долгосрочными.

Рамочной конвенцией ООН об изменении климата предусмотрено, что политику в области защиты климатической системы от антропогенных изменений страны-участницы формируют самостоятельно с учётом конкретных национальных условий. Парижское соглашение продолжает эту линию, однако вносит значимое дополнение: политика (заявляемые обязательства) должны свидетельствовать о продвижении вперёд с тем, чтобы во второй половине XXI века достичь баланса между антропогенными выбросами и поглощениями парниковых газов (статья 4 Парижского соглашения). Страны Европейского союза, служащие основным рынком сбыта для российской сырьевой продукции, выстраивают регуляторную основу с прицелом на 2050 год, где 2030 служит уже не финальным, а проходным контрольным периодом.

В связи с вышесказанным было сформулировано несколько рекомендаций по постепенному переходу от реализуемой на современном этапе стратегии откладывания конкретных мер, нацеленных на результат и тактике ситуационного реагирования на возникающие климатические риски к последовательной проактивной климатической политике, соответствующей статусу России в рамках международного климатического режима и реальному положению дел в её экономике.

1. Разработать необходимую нормативную и правовую основу климатического регулирования внутри страны, которая позволяла бы осуществлять деятельность по сокращению выбросов парниковых газов и адаптации к изменению климата на постоянной и системной основе с учётом обязательств по Парижскому соглашению и другим международным нормам, направленных на снижение антропогенной нагрузки на климатическую систему Земли.
2. В следующем цикле обновления (2023–2025 гг.) национально-определяемых вкладов по Парижскому соглашению установить сопоставимый объём обязательств по сокращению выбросов парниковых газов в сравнении с основными странами — торговыми партнёрами России.
3. При разработке второго национально-определяемого вклада России и низкоуглеродной стратегии ориентироваться на национальные условия, которые могут способствовать выполнению обязательств по Парижскому соглашению, будут основаны на признанных в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата подходах и методиках учёта;

⁷ KPMG оценила ущерб для России от введения углеродного налога в ЕС // <https://www.rbc.ru/business/07/07/2020/5f0339a39a79470b2fdb51be>



использовать наиболее доступные возможности сокращения выбросов. Такие доказанные доступные возможности, например, имеются в секторе управления лесным хозяйством.

4. Необходимо разработать приоритеты для международного климатического сотрудничества, которые бы в целом способствовали выполнению обязательств по Парижскому соглашению с учётом национальных условий и имеющегося потенциала, но также открывали возможности для продуктивного обмена опытом со странами, сталкивающимися с похожими климатическими вызовами. Одной из форм такого сотрудничества мог бы стать научно-политический диалог по сокращению выбросов парниковых вследствие лесных пожаров с участием таких стран, как США, Канада, Франция, Германия.
5. Разработать федеральный закон «Об основах государственного регулирования в области смягчения изменений климата», в котором зафиксировать цель перехода к низкоуглеродному развитию и распределить ответственность между органами государственной власти в осуществлении мер по смягчению изменений климата, и определения одного из министерств головным ведомством, ответственным за формулирование климатической политики и достижение целей государственного регулирования.
6. Разработать федеральный закон «Об адаптации к изменению климата», в котором будет установлена цель повышения адаптационного потенциала жилищно-коммунального, транспортного и водного комплексов, поставлены задачи учёта фактора климатических изменений при формулировании государственных отраслевых стратегий и программ, установлены источники финансирования программ повышения адаптационного потенциала в бюджетной системе России.
7. Разработать стимулирующие меры для учреждений высшего, среднего специального и дополнительного образования для создания ими кадров по направлениям подготовки «климатолог» «климатолог-экономист», «климатолог-инженер».
8. Через систему государственной поддержки фундаментальной и прикладной науки стимулировать проведение исследований в области прогнозирования климатических последствий для экономики и повышения адаптационного потенциала.
9. Запустить в действие систему государственной отчётности о выбросах парниковых газов российскими предприятиями.



Водородная экономика и решение климатических задач

Сидорович Владимир Александрович,

кандидат экономических наук, генеральный директор информационно-аналитического центра «Новая энергетика»

Водород — самый лёгкий из элементов периодической таблицы, бесцветный, не имеющий запаха и вкуса газ, давно и хорошо известен человечеству и применяется в разных отраслях промышленности.

Ещё в прошлом веке в научной литературе водород был основательно описан как перспективное транспортное топливо, а также субстанция для временного хранения «избыточной» энергии, вырабатываемой солнечными и ветровыми электростанциями (электролиз воды с помощью солнечной и ветровой электроэнергии, «энергия — газ», англ. Power-to-Gas). Некоторые страны-импортёры энергоресурсов уже довольно длительное время вынашивали планы построения водородной экономики и выращивали водородные технологии, призванные заменить ископаемое топливо в некоторых процессах и ослабить зависимость от импорта.

В последние несколько лет интерес к водороду существенно вырос. Это объясняется тем, что многие государства поставили перед собой цели достичь климатической нейтральности к середине нынешнего столетия, и водород стал рассматриваться как недостающее звено для декарбонизации экономики и решения климатической проблемы (энергетическое использование водорода связано с незначительными выбросами парниковых газов). Во многих странах были утверждены национальные водородные стратегии, планы построения водородной экономики и выделены бюджеты для решения соответствующих задач, что ещё больше подогревало интерес к водородной теме. Кроме того, вопросы интеграции возрастающих объёмов солнечной и ветровой энергии в энергетические системы также перешли в практическую плоскость.

Другими словами, мир перешёл от декарбонизации в теории к полномасштабным практическим действиям. Начальный этап этих действий — становление отрасли ВИЭ — уже позади. Теперь всё большее внимание получают другие средства сокращения парниковых эмиссий, среди которых особо выделяются водородные технологии.

Базовые принципы декарбонизации экономики с точки зрения структуры производства и потребления энергии схематично можно описать так:

1. В выработке электроэнергии растёт доля низкоуглеродных технологий.
2. В конечном потреблении энергии растёт доля электричества (это можно назвать «электрификацией потребления энергии»).
3. Значительная часть потребления энергии, которая не может быть напрямую электрифицирована, декарбонизируется с помощью водорода. Речь идёт об использовании H₂ в промышленности (металлургия, цементное производство и т. д.), транспортном секторе (авиация, тяжёлый дорожный и морской транспорт), теплоснабжении.

В случае такого широкого внедрения водород приобретает значение, сопоставимое с нынешним энергетическим сырьём (нефтью, газом, углём).

Следует подчеркнуть, что практическое использование водорода для решения климатических задач на сегодняшний день находится на самом начальном этапе. Иницируются



и реализуются первые (пусть и довольно многочисленные) пилотные проекты. При этом во всех случаях инвесторы ожидают государственное софинансирование по причине новизны темы и отсутствия полноценных наработанных цепочек создания стоимости.

На такой начальной стадии спрогнозировать будущие масштабы водородной экономики в глобальном масштабе невозможно, хотя таким прогнозам несть числа. «Заинтересованные лица» говорят о триллионных объёмах. Например, в соответствии с видением Водородного совета, размер рынка в 2050 году может достичь 2,5 трлн долларов США, включая продажи водорода и оборудования¹, что сопоставимо с нынешними объёмами нефтяного рынка. Эта величина может рассматриваться в качестве теоретической верхней планки, для более точных количественных оценок сегодня недостаточно исходных данных. Впрочем, нет никаких сомнений, что потребление водорода вырастет в разы, и рынок будет огромным.

По оценке BloombergNEF, в 2050 году мировой спрос на водород может составить 187–696 млн тонн в зависимости от сценария развития мировой экономики. Верхняя указанная граница соответствует почти четверти конечного потребления энергии на Земле². Для сравнения, сегодня в мире потребляется примерно 70 млн тонн водорода.

Важный вопрос, вокруг которого ломаются копыта, — это происхождение водорода в водородной экономике (водород не добывается в чистом виде, его нужно произвести). Сегодня водород производится в основном из ископаемого топлива — природного газа (в первую очередь), нефти и угля. В процессе его выделения эмитируются парниковые газы. Для решения климатических задач такой водород, который ещё называют «серым», не пригоден, его нужно декарбонизировать с помощью технологий улавливания и хранения углерода (англ. CCS). Водород, произведённый из ископаемого топлива с улавливанием CO₂ в процессе часто называется «синим». Водород, произведённый электролизом с помощью ВИЭ-электроэнергии называют «зелёным». Уже сегодня ведутся оживлённые дискуссии о роли того или иного вида низкоуглеродного водорода в средне- и долгосрочной перспективе. Разница мнений обусловлена в том числе различием интересов субъектов экономики (например, сырьевые компании заинтересованы в продвижении синего водорода, а электроэнергетические — зелёного). Как общее правило в политике декларируется приоритет зелёного водорода, при этом отмечается, что «синий водород также может сыграть важную роль на первом этапе водородного перехода, когда спрос на зелёный водород может превышать предложение»³.

Одна из интриг развития водородной экономики — динамика стоимости зелёного водорода, который сегодня намного дороже серого⁴. По оценке BloombergNEF, к 2050 году в большинстве регионов мира водород может производиться с помощью солнечной и ветровой энергии по цене 0,7 до 1,6 доллара США за килограмм. Это примерно соответствует текущим ценам на природный газ в энергетическом эквиваленте (6–12 \$ за млн БТЕ)⁵. Однако

¹ Hydrogen scaling up. A sustainable pathway for the global energy transition // Hydrogen Council. — 2017. — URL: <https://hydrogencouncil.com/en/study-hydrogen-scaling-up/>.

² Hydrogen Economy Outlook // BloombergNEF. — 2020. — URL: <https://about.bnef.com/blog/hydrogen-economy-offers-promising-path-to-decarbonization/>.

³ Mainstreaming green hydrogen in Europe // Material Economics. — 2020. — URL: <https://materialeconomics.com/latest-updates/mainstreaming-green-hydrogen-in-europe>.

⁴ Даже нынешние оценки стоимости зелёного водорода сильно разнятся. Например, BloombergNEF (2020) приводит интервал 2,6–4,6 долларов США за кг, что является весьма оптимистичной оценкой. По данным Material Economics (2020), стоимость зелёного водорода в Европе сегодня составляет 5,1 евро за килограмм.

⁵ Hydrogen Economy Outlook // BloombergNEF. — 2020. — URL: <https://about.bnef.com/blog/hydrogen-economy-offers-promising-path-to-decarbonization/>.

существуют и более пессимистичные оценки. Например, Международный совет по чистому транспорту (International Council on Clean Transportation, ICCT) в докладе «Оценки затрат на производство водорода электролизом: Соединенные Штаты и Европа» прогнозирует, что минимально возможная цена на зелёный водород для ЕС и США в 2050 году составит 2,23–2,44 долларов США за килограмм⁶.

Если несколько лет назад самым активным строителем водородной экономики была Япония, то сегодня Европа, нацелившись на «климатическую нейтральность» к 2050 году, перехватила первенство по масштабам поставленных водородных задач.

Водородные стратегии приняли ЕС⁷ и ряд его членов (Франция, Германия). Масштабный «водородный переход», как в Европе, так и в азиатских странах, может потребовать импорта водорода.

Россия нацелена стать глобальным игроком набирающей обороты водородной экономики за счёт производства и продажи водорода. Согласно утверждённой энергетической стратегии страны, экспорт водорода к 2024 году должен составить 200 тысяч тонн, а к 2035 году — 2 миллиона тонн. «При этом Россия намерена делать ставку не только на экспорт водорода, но и на поставку технологий производства этого перспективного углеродно-нейтрального топлива»⁸.

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 12 октября 2020 г. № 2634-р утверждён план мероприятий («дорожная карта») по развитию водородной энергетики в Российской Федерации до 2024 года, «направленный на увеличение производства и расширение сферы применения водорода в качестве экологически чистого энергоносителя, а также вхождение страны в число мировых лидеров по его производству и экспорту»⁹.

Россия может экспортировать водород как Европу, так и в Азию. Это может быть как «электролизный» водород, производимый с помощью атомной электроэнергии на Кольском полуострове или с помощью ВИЭ на Дальнем Востоке, так и синий водород, производимый из природного газа методами парового риформинга с улавливанием CO₂ или пиролиза.

При этом, как указано выше, в политике декларируется приоритет зелёного водорода, но отмечается, что «синий водород также может сыграть важную роль на первом этапе водородного перехода, когда спрос на зелёный водород может превышать предложение».

Следует отметить, что хотя планы по экспорту зелёного водорода прорабатывает ряд государств (помимо России это Австралия, Чили, страны Ближнего Востока, Северной Африки и другие), потенциальный объём мировой торговли этим газом оценить на нынешнем этапе сложно. Кроме того, существуют сомнения в конкурентоспособности экспортного водорода, поскольку транспортные издержки могут нивелировать его экономические преимущества¹⁰.

⁶ Assessment of Hydrogen Production Costs from Electrolysis: United States and Europe // ICCT. — 2020. — URL: <https://about.bnef.com/blog/hydrogen-economy-offers-promising-path-to-decarbonization/>.

⁷ Сидорович В. А. Опубликована водородная стратегия ЕС — детали // RenEn. — 2020. — URL: <https://renen.ru/opublikovana-vodorodnaya-strategiya-es-detali/>.

⁸ Ambrose J. Russia rules out cutting fossil fuel production in next few decades // The Guardian. — 2020. — URL: <https://www.theguardian.com/world/2020/nov/01/russia-rules-out-cutting-fossil-fuel-production-in-next-few-decades>.

⁹ План мероприятий («дорожная карта») по развитию водородной энергетики в Российской Федерации до 2024 года // Министерство энергетики Российской Федерации — 2020. — URL: <https://minenergo.gov.ru/node/19194>.

¹⁰ Сидорович В. А. Оценка экономических перспектив, в том числе импорта зелёного водорода // RenEn. — 2020. — URL: <https://renen.ru/otsenka-ekonomicheskikh-perspektiv-v-tom-chisle-importa-zelenogo-vodoroda/>.



ПРИЛОЖЕНИЕ

Прогноз о глобальном потеплении, сделанный 50 лет назад, по-прежнему точен

Лапенис Андрей Геннадьевич,

профессор, руководитель факультета географии и планирования, директор образовательной программы по сохранению биоразнообразия и политики в области охраны окружающей среды, университет в г. Олбани, Государственный университет штата Нью-Йорк

В 1972 году Михаил Иванович Будыко использовал простую методологию для составления климатических прогнозов, которые остаются на удивление точными и сегодня и могли бы стать новым сценарием «business as usual», то есть ожидаемым при «обычном развитии событий».

В этом году исполняется 100 лет со дня рождения Михаила Ивановича Будыко (1920–2001). Пятьдесят лет назад, когда наука о прогнозировании изменения климата только зарождалась, этот учёный из Советского Союза сделал ряд климатических прогнозов, которые впоследствии оказались удивительно точными.

Эти прогнозы не были так хорошо известны на Западе, как некоторые из других его работ. Причина в том, что, как вспоминал сам Будыко в интервью в 1990 году, большинство его коллег в то время отвергали идею неизбежного, долгосрочного глобального потепления как что-то совершенно невозможное¹. Научному истеблишменту потребовалось почти 20 лет, чтобы принять эту парадигму Будыко.

В этой статье представлены методы, которые лежат в основе предсказаний Будыко, и показано, почему его прогноз был важным шагом в развитии современной науки о климате и почему он должен быть основой нового «business as usual»-сценария глобального потепления, характеризующего изменения на Земле, которые могут произойти, если мы не примем дополнительных усилий к тому, что уже делаем, для смягчения или обращения вспять изменения климата.

Пророческий взгляд на современный климат

В 1972 году, ещё до того, как средняя глобальная температура начала резкий устойчивый рост, который наблюдается с тех пор уже полвека, Будыко опубликовал менее известный климатический прогноз на 100 лет вперёд. Он предсказал, что средняя глобальная температура Земли повысится примерно на 2,25 °C к 2070 году и что к 2050 году Арктика больше не будет покрыта льдом круглый год [Будыко, 1972]. (Будыко кратко затронул часть своего прогноза, касающуюся арктических льдов, в статье для Eos 1972 года², которую с тех пор цитировали более 100 раз). Несмотря на уверенность в своей работе, он предупредил, что оценки были сделаны на основе предположений о значительно упрощённой климатической системе и к ним следует относиться соответствующим образом [Будыко, 1972], поэтому его, возможно, удивило бы, насколько точно реальные события совпали с прогнозами.

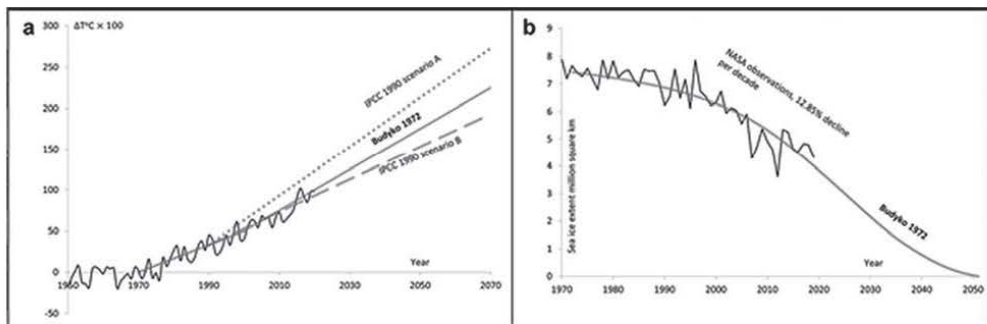
¹ Oral Histories: Mikhail Budyko, Interviewed by: Spencer Weart, 25.03.1990 // American Institute of Physics. — URL: <https://www.aip.org/history-programs/niels-bohr-library/oral-histories/31675>.

² M. I. Budyko The future climate [Электронный ресурс] // American Geophysical Union. — 1972. — URL: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/E00531010p00868>.



Сравнивая 2019 год с 1970 годом, Будыко предсказал повышение средней глобальной температуры на 1 °С и исчезновение около 50 % многолетних льдов в Арктике. Наблюдения подтвердили эти тенденции, продемонстрировав, что средняя глобальная температура за этот период увеличилась на 0,98 °С и что площадь многолетних арктических морских льдов в сентябре 2019 года была примерно на 46 % меньше, чем в 1970 году (рисунок 1).

Рисунок 1. Прогнозы Михаила Будыко 1972 года (сплошные серые линии):
 (а) температура поверхности и (б) изменения в арктических морских льдах.
 На рисунке (а) тонкая чёрная сплошная линия показывает средние за 5 лет наблюдения изменений средней глобальной температуры, сделанные Институтом космических исследований Годдарда НАСА для «Анализа температуры поверхности» (версия 4)³. Пунктирная линия (точки) показывает сценарий «обычного развития событий» Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК); пунктирная линия (дефисы) отражает сценарий МГЭИК при низких выбросах. На рисунке (б) тонкая чёрная сплошная линия показывает спутниковые наблюдения⁴ за изменениями площади многолетних льдов Арктики. Прогноз площади морских льдов был рассчитан на основе первоначальных прогнозов Будыко о средней широте границы морских льдов [Будыко, 1972], предполагая круглую форму многолетнего ледового поля и соотнося эту площадь с показателями 1970 года.



Точность этих прогнозов особенно впечатляет в свете преобладающей неопределённости⁵ в современных сложных моделях глобальной циркуляции [Zelinka et al., 2020]. Хотя эти более новые модели учитывают большую сложность, примерно до 2009 года большинство моделей динамики арктических морских льдов постоянно недооценивали действительную скорость потери льдов в Арктике в последние несколько десятилетий.

³ GISS Surface Temperature Analysis (GISTEMP v4) /NASA — 2020. — URL: <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/>

⁴ Sea Ice Concentrations from Nimbus-7 SMMR and DMSP SSM/I-SSMIS Passive Microwave Data, Version 1 // National Snow and Ice Data Center — 2020. — URL: <https://nsidc.org/data/NSIDC-0051/versions/1>.

⁵ Shultz D., Why Is Climate More Sensitive in the Latest Earth System Models? / David Shultz // Eos 101 — 2020. — URL: <https://eos.org/research-spotlights/why-is-climate-more-sensitive-in-the-latest-earth-system-models>.

Предсказания для нового тысячелетия. 100-летний прогноз

В 1972 году Будыко пошёл дальше этих предыдущих исследований и опубликовал свой прогноз глобального потепления до 2070 года [Будыко, 1972]. Будыко оценил скорость глобального потепления с помощью простых расчётов, которые предполагали линейную зависимость между годовым темпом роста мирового производства энергии и температурой поверхности Земли. Например, Будыко предположил, что ежегодное увеличение темпов глобального потребления первичной энергии возрастёт после 2000 г. примерно в 1,5 раза, или с 4 % в начале 1970-х годов до 6 % после 2000 года, что должно было привести к расчётной скорости глобального потепления $0,25\text{ }^{\circ}\text{C}$ за десятилетие вместо $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 30 лет с 1970 по 2000 (т. е. примерно $0,17\text{ }^{\circ}\text{C}$ за десятилетие), предсказанной в отчете SMIC [Будыко, 1972]. Будыко не дал детального объяснения своим расчётам об увеличении потребления энергии в 1,5 раза, но написал, что темпы потребления энергии неизбежно возрастут, возможно, достигнув 10 % в год в течение XXI века [Будыко, 1972].

С 1970 по 1999 год средняя глобальная температура действительно повышалась на $0,17\text{ }^{\circ}\text{C}$ за десятилетие, а после 2000 года этот показатель вырос до $0,25\text{ }^{\circ}\text{C}$ за десятилетие [GISTEMP Team, 2020] (График 1а). Однако в течение последних нескольких десятилетий годовое потребление первичной энергии росло только примерно на 2,9 % в год [BP, 2019]. Очевидно, Будыко переоценил относительную скорость роста потребления первичной энергии, но правильно угадал пропорцию увеличения абсолютной скорости, с которой энергия потреблялась до и после 2000 г., а также соответствующее повышение температуры. С 1970 по 1999 год абсолютный рост энергопотребления составлял 15 петаватт-часов (ПВтч) за десятилетие, а с 2000 по 2019 год — 25 ПВтч за десятилетие [BP, 2019], что соответствует его увеличению примерно в 1.6–1.7 раза. В течение этих периодов времени отношение тренда температуры к увеличению потребления первичной энергии было почти одинаковым: $0,011\text{ }^{\circ}\text{C/PWh}$ для 1970–1999 годов и $0,010\text{ }^{\circ}\text{C/PWh}$ для 2000–2019. Иными словами, предположение Будыко о линейном характере влияния энергопотребления на температуру оказалось очень близко к реальности.

Примерно через 20 лет после того, как Будыко опубликовал свой прогноз в 1972 году, два похожих сценария, названные сценарий А (при высоких выбросах) и сценарий В (при средних выбросах), были опубликованы в первом отчёте Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК)⁶. Эти сценарии, которые теперь называются сценариями репрезентативных траекторий концентрации (РТК) РТК 8.5 и РТК 6.0 соответственно, существуют в недавних отчетах МГЭИК⁷. Сценарий А, который называется «обычное развитие событий», предполагает углёмкое энергоснабжение, продолжающееся обезлесение, нерегулируемые выбросы метана и закиси азота в сельском хозяйстве и только частичное выполнение Монреальского протокола, который регулирует выбросы химических соединений, разрушающих озоновый слой. Этот сценарий предполагает повышение средней глобальной температуры от $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ за десятилетие (в среднем на $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ за десятилетие). Сценарий В подразумевал сдвиг в сторону более широкого использования природного газа, значительное повышение энергоэффективности, строгий контроль над монооксидом углерода, обратные тенденции в сфере обезлесения и полное выполнение Монреальского протокола. В итоге сценарий В предсказывал более низкое повышение средней глобальной температуры поверхности — на $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ за десятилетие. При таком разбросе темпов потепления, предсказанных МГЭИК в 1990 г., прогноз Будыко 1972 г. оказывается как раз посередине этого диапазона (граф. 1а).

⁶ Climate Change The IPCC Scientific Assessment [Электронный ресурс] // IPCC. — 1990. — URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar1/wg1/>.

⁷ History of the IPCC [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.ipcc.ch/about/history/>.

Модель арктических льдов

Будыко сделал свой прогноз для многолетних арктических морских льдов (льды, которые не тают ежегодно) на основе полуэмпирической модели энергетического баланса процесса замерзания и таяния морских льдов (граф. 1b) [Будыко, 1966].

Будыко понимал, что температура будет повышаться быстрее в Арктике, нежели на более низких широтах, и что это так называемое полярное усиление ускорит таяние арктических льдов. Он подсчитал, что при аномалии арктической температуры на 4 °С по сравнению с 1970 годом слой льда толщиной 4 метра в центральной части Арктики должен исчезнуть примерно за 4 года [Будыко, 1966]. А при полярном усилении с фактором 2, т. е. с потеплением в Арктике вдвое выше среднего глобального потепления, получалось, что аномалия в 4 °С в Арктике должна быть достигнута к 2050–2060 гг., когда средняя глобальная температура будет на 2 °С выше, чем в 1970 году. (График 1а). Современные климатические модели, построенные по сценариям РТК 8.5 и РТК 6.0, предсказывают, что первое лето без льдов, вероятно, наступит где-то между 2042 и 2054 годами [Peng et al., 2020].

Наиболее реалистичное видение «обычного развития событий»

Сегодня антропогенные выбросы углерода остаются высокими. Чтобы избежать потепления на 1,5° к 2060 году (по сравнению с доиндустриальным уровнем), глобальные выбросы необходимо сокращать на 7 % в год, начиная с сегодняшнего дня [Höhne et al., 2020]. Для сравнения, ожидается, что пандемия COVID-19 и связанные с ней локдауны приведут к временному снижению годовых выбросов углерода на 4–7 % в 2020 году [Le Quéqué et al., 2020]. Предыдущие кризисы, такие как мировой финансовый кризис 2008–2009 годов и нефтяной кризис начала 1970-х, также временно снижали выбросы углерода, но эти показатели всегда восстанавливались после завершения очередного кризиса и часто превосходили докризисные значения. То же самое, вероятно, произойдет и после нынешней пандемии, поскольку низкие цены на нефть и меры по восстановлению экономики стимулируют рост потребления.

Вне зависимости от таких кратковременных спадов и всплесков выбросов, даже если бы мы перестали сжигать всё ископаемое топливо уже сегодня, Земля продолжала бы нагреваться на несколько десятых градуса в столетие в течение столетия или дольше из-за накопленной термальной энергии в океане и из-за пониженного охлаждающего эффекта аэрозолей, которые довольно быстро прекратят поступать в атмосферу после остановки процесса сжигания ископаемого топлива⁸. Однако реальное повышение температуры, вероятно, будет интенсивнее, чем это остаточное потепление от прошлых выбросов. Например, в ранних сценариях МГЭИК не учитывались такие источники, как диффузия через толщу воды метана, высвобождаемого при разогреве донных отложений на дне Северного Ледовитого океана, или выброс метана⁹ в результате резкого таяния вечной мерзлоты¹⁰.

В основе сценария «обычного развития событий» МГЭИК лежит отсутствие каких-либо политических или экономических действий по контролю над выбросами. Однако за последние 30 лет мир стал более взаимосвязанным, осознал печальные последствия глобального

⁸ Thomas Lukas Frölicher Continued global warming after CO₂ emissions stoppage/Thomas Lukas Frölicher, Michael Winton, Jorge Louis Sarmiento // Nature Climate Change — 2014. — URL: https://cmi.princeton.edu/wp-content/uploads/2020/02/froelicher_ncc13.pdf

⁹ Sarah Witman Arctic permafrost thaw would amplify climate change/Sarah Witman// Eos, 98, — 2017. — URL: <https://eos.org/research-spotlights/arctic-permafrost-thaw-would-amplify-climate-change>

¹⁰ Merritt R. Turetsky Carbon release through abrupt permafrost thaw/ Merritt R. Turetsky, Benjamin W. Abbott, Miriam C. Jones, Katey Walter Anthony, David Olefeldt, Edward A. G. Schuur, Guido Grosse, Peter Kuhry, Gustaf Hugelius, Charles Koven, David M. Lawrence, Carolyn Gibson, A. Britta K. Sannel & A. David McGuire // Nature Geoscience — 2020. — URL: <https://www.nature.com/articles/s41561-019-0526-0>



потепления и предпринял несколько практических шагов по сокращению выбросов углерода. Поэтому недавно было предложено рассматривать современную версию РТК 8.5 как наилучший сценарий [Hausfather and Peters, 2020]. И всё же, скажем, естественные выбросы метана из Арктики или потенциально быстрое увеличение выбросов углерода вследствие дешёвой нефти и других ископаемых видов топлива после COVID-19 могут привести к даже худшему сценарию развития событий.

Оглядываясь на предыдущие 20 лет, мы видим, что средняя глобальная температура продолжает повышаться на 0,25 °С за десятилетие, совпадая с прогнозом Будыко. Заглядывая вперед, можно сделать множество различных прогнозов и, например, предположить, что температурные тенденции могут ухудшиться, если мир пойдёт по наилучшему РТК сценарию, или они могут немного улучшиться, если обещанные политические решения и будущие технологии сделают возможной интенсивную декарбонизацию экономики путём её перевода на альтернативные источники энергии. На настоящий момент мы не видим дешёвых и безболезненных методов такого перехода. Возможно, в будущем нам придётся прибегнуть к использованию «покрывала Будыко» из аэрозолей в стратосфере для охлаждения планеты. Однако такие геонинженерные проекты всегда сопряжены с риском того, что природа отреагирует на внешнее воздействие не так, как мы ожидали. Радикальные проекты по контролю климата необходимо разрабатывать и дальше, но их осуществление стоит придержать до момента, когда более простые методы митигации перестанут приносить желаемые результаты. Поэтому в перспективе ближайшего десятилетия или даже двух десятилетий наиболее вероятным кажется сохранение существующих тенденций роста атмосферной концентрации углекислого газа и температуры, точно как и предсказывал Будыко в 1972 году.

Литература

1. *BP statistical review of world energy, 68th ed.* [Электронный ресурс] // BP. — 2019. — URL: www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-full-report.pdf. (Дата обращения: 30.11.2020).
2. *Budyko M. I. On the possibility of changing climate by action on the polar ice / M. I. Budyko // Contemporary Problems of Climatology [in Russian]. — St. Petersburg: Gidrometeoizdat. — 1966. — pp. 347–357.*
3. *Budyko M. I. The effect of solar radiation variations on the climate of the Earth / M. I. Budyko // Tellus. — 1969. — 21. — pp. 611–619. DOI: <https://doi.org/10.3402/tellusa.v21i5.10109>.*
4. *Budyko M. I. Man's Impact on Climate [in Russian]. — St. Petersburg: Gidrometeoizdat, 1972.*
5. *GISS Surface Temperature Analysis (GISTEMP), version 4, accessed 3 Mar. 2020 [Электронный ресурс] // NASA Goddard Inst. for Space Stud., New York. — URL: data.giss.nasa.gov/gistemp/ (Дата обращения: 03.03.2020).*
6. *Hausfather. Z. Emissions — the 'business as usual' story is misleading / Z. Hausfather, G. P. Peters // Nature. — № 577. — pp. 618–620. DOI: <https://doi.org/10.1038/d41586-020-00177-3>.*
7. *Emissions: World has four times the work or one-third of the time / N. Höhne et al. // Nature. — 2020. — № 579. — pp. 25–28. DOI: <https://doi.org/10.1038/d41586-020-00571-x>.*
8. *Temporary reduction in daily global CO₂ emissions during the COVID-19 forced confinement / C. Le Quéré et al. // Nat. Clim. Change. — 2020. — № 10. — pp. 647–653. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0797-x>.*

9. Machta L. (1972), *The role of the oceans and biosphere in the carbon dioxide cycle* / L. Machta // *The Changing Chemistry of the Oceans: Proceedings of the Twentieth Nobel Symposium Held 16–20th August, 1971 at Aspenasgarden, Lerum and Chalmers University of Technology, Goteborg, Sweden*, edited by D. Dyrssen and D. Jagner. Wiley Intersci. Div., Stockholm, 1972. — pp. 121–145.
10. Manabe S. *Estimates of future change of climate due to the increase of carbon dioxide concentration in the air* / S. Manabe // *Man's Impact on the Climate: Report of the Study of Man's Impact on Climate (SMIC)*, edited by W. H. Matthews, W. W. Kellogg, and G. D. Robinson. — MIT Press, Cambridge, Mass., 1971. — pp. 249–264.
11. Matthews W. H. *Inadvertent Climate Modification: Report of the Study of Man's Impact on Climate (SMIC)* / W. H. Matthews, W. H. Kellogg, and G. D. Robinson (Eds.). — MIT Press, Cambridge, Mass., 1971. — 332 p.
12. *Sea ice export through the Fram Strait derived from a combined model and satellite data set* / C. Min et al. // *Cryosphere*. — 2019. — № 13. — pp. 3,209–3,224. DOI: <https://doi.org/10.5194/tc-13-3209-2019>.
13. Nijse F. J. M. M. *An emergent constraint on transient climate response from simulated historical warming in CMIP6 models* / Femke J. M. M. Nijse, Peter M. Cox, and Mark S. Williamson // *Earth Syst. Dyn.* — 2020. — № 11. — pp. 737–750. DOI: <https://doi.org/10.5194/esd-11-737-2020>.
14. *What do global climate models tell us about future Arctic sea ice coverage changes?* / G. Peng et al. // *Climate*. — 2020. — № 8 (1), 15. DOI: <https://doi.org/10.3390/cli8010015>.
15. *Causes of higher climate sensitivity in CMIP6 models* / M. D. Zelinka et al. // *Geophys. Res. Lett.* — 2020. — № 47, e2019GL085782. DOI: <https://doi.org/10.1029/2019GL085782>.

