

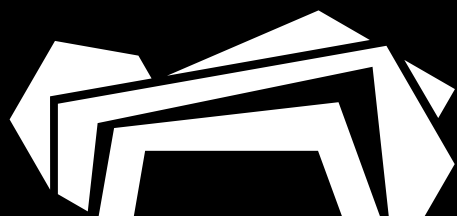
An abstract painting depicting a volcanic landscape. On the left, a bright, fiery sun or volcano erupts with orange and yellow flames. In the center, a thick plume of dark, billowing smoke or ash rises from a mountain. A vibrant rainbow with multiple colors (red, orange, yellow, green, blue, purple) arches across the sky, partially obscured by the smoke. Below the rainbow, a lush green forest with dense trees is visible, situated on a rocky, uneven terrain. The overall color palette is dominated by deep purples and blues in the sky, contrasting with the fiery oranges and the vibrant greens of the forest.

СИРИУС (ЖУРНАЛ

№ 11 | 2025

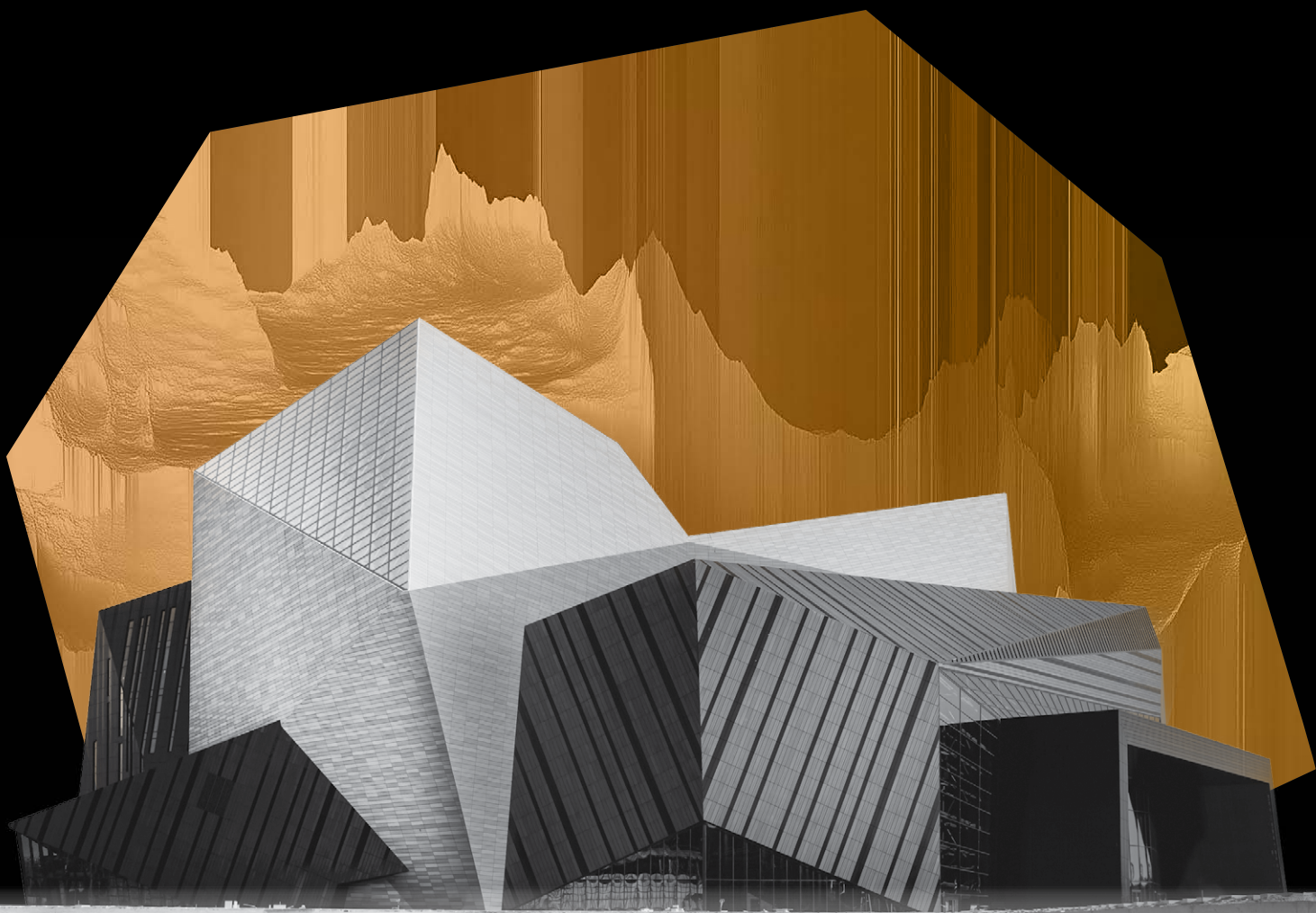
ПОЧЕМУ

КЛИМАТ
МЕНЯЕТСЯ
БЕЗ ВЛИЯНИЯ
ЧЕЛОВЕКА?



Сириус
концертный
центр

ВЕРШИНА МУЗЫКИ И АРХИТЕКТУРЫ



CONCERT.SIRIUS.RU

6+

Образовательный Фонд «Талант и успех», ОГРН 1147700000172,
РФ, 354340, федеральная территория «Сириус», Олимпийский проспект, д. 40

реклама

№ 11 | 2025

ФОНД «ТАЛАНТ И УСПЕХ»
«СИРИУС.ЖУРНАЛ»
 № 11 / 2025

И. О. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:
 Максим Климов

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:
 Яна Алябьева, Мария Анучина,
 Александра Васильева,
 Армен Газанчян, Ольга Канищева,
 Екатерина Козаченко,
 Элина Стоянова

**В ПОДГОТОВКЕ НОМЕРА
 УЧАСТВОВАЛИ:**

Евгения Алексеева, Мария
 Алисова, Игорь Павловский,
 Григорий Студнев

ФОТО:

Олеся Богоцкая, Виктория
 Гололобова, Ольга Ельсукова,
 Алёна Енченко, Денис Пискарев,
 Юрий Славин, Варвара Слива,
 Александр Ушков, Евгений
 Эргардт, Ярослав Яровой

ИСТОЧНИКИ ФОТО:

Shutterstock, ТАСС, ФГБУН ФИЦ
 «Институт биологии южных морей
 имени А.О. Ковалевского РАН»,
 «Наследие С. М. Прокудина-
 Горского»

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

354340, Краснодарский край,
 федеральная территория «Сириус»,
 Олимпийский пр-т, д. 1
 Тел.: 8 (800) 100-76-63, доб. 4366
<https://siriusmag.ru>
 E-mail: mag@sochisirius.ru

**СВИДЕТЕЛЬСТВО
 О РЕГИСТРАЦИИ:**

ПИ № ФС 77–84376,
 выдано Федеральной службой
 по надзору в сфере связи,
 информационных технологий
 и массовых коммуникаций

ИЗДАТЕЛЬ:

Фонд «Талант и успех»
 354340, Краснодарский край,
 федеральная территория «Сириус»,
 Олимпийский пр-т, д. 40

УЧРЕДИТЕЛЬ СМИ:

© ФОНД «ТАЛАНТ И УСПЕХ», 2025

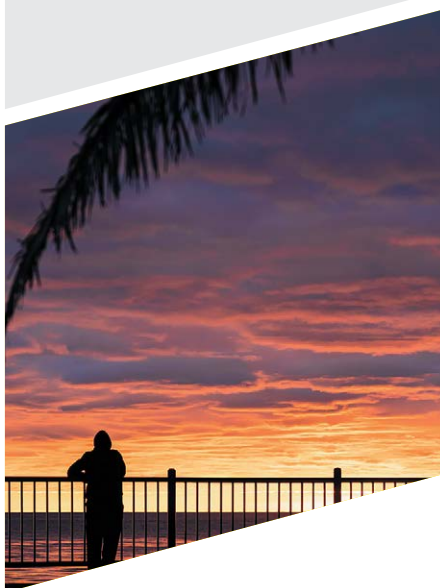


ПЕРИОДИЧНОСТЬ:
 один раз в квартал

**РАСПРОСТРАНЯЕТСЯ
 БЕСПЛАТНО**

ПОДПИСАНО В ПЕЧАТЬ
 22.12.2025
 Формат 220x290 мм,
 усл. печ. л. 7,56
 Тираж 4 000 экз. Заказ № 3 062

ОТПЕЧАТАНО В ТИПОГРАФИИ
 ООО «Сочи-Пресс», г. Сочи,
 пер. Виноградный, д. 15а,
 тел. +7 (862) 296-08-08



ВЫ ОТКРЫЛИ НОМЕР «СИРИУС(ЖУРНАЛА)», КОТОРЫЙ ПОСВЯЩЁН ТЕМЕ, КАСАЮЩЕЙСЯ КАЖДОГО ИЗ НАС, — КЛИМАТИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЯМ И ТЕМ РИСКАМ, КОТОРЫЕ ОНИ НЕСУТ.

Сегодня нередко приходится слышать скепсис относительно их опасности даже от высокопоставленных политиков, но учёные сходятся во мнении, что глобальные перемены несут реальную угрозу. В том числе для России. Один из главных рисков для нашей страны связан с таянием уже совсем не «вечной» мерзлоты, которая занимает больше 60 % территории РФ. Её деградация угрожает стабильности инфраструктуры в северных регионах. Стремительно учащающиеся экстремальные погодные явления — засухи, паводки, волны жары — создают угрозы сельскому хозяйству, энергетике, транспортным системам и даже здоровью людей. А природные экосистемы, наше важнейшее звено в достижении баланса выбросов и поглощения парниковых газов, оказались под ударом из-за роста количества пожаров, инвазий насекомых-вредителей и других негативных эффектов. И это только вершина тающего айсберга — есть и другие опасности. Подробнее о них мы в деталях расскажем на страницах «Сириус(Журнала)».

Перед лицом этих системных рисков национальным ответом на климатические вызовы должен стать только научно-технологический и кадровый суверенитет в области изучения климата. Долгосрочная и сбалансированная климатическая политика нашей страны — в отношении как сокращения выбросов, так и адаптации регионов и отраслей экономики — не может и не должна зависеть от сиюминутного тона международных политических дискуссий. Она основана на комплексных исследованиях экосистем, на достоверных данных, детализированных моделях и глубоком понимании физических, химических и биологических

процессов, происходящих в природе. И роль фундаментальной и прикладной науки в этой области становится решающей.

Именно поэтому стратегическим приоритетом для России сегодня является воспитание нового поколения профессионалов, способных не только проводить передовые исследования в области климата, но и преобразовывать полученные результаты в практические решения и продвигать их в международной научно-политической дискуссии. Нам нужны учёные, инженеры, управленцы и дипломаты, которые свободно говорят на языке климатических моделей, биогеохимических циклов и экономики низкоуглеродного развития. Климатическая повестка давно перестала быть узкой экологической темой — она стала междисциплинарным полем, где пересекаются наука и технологии, геополитика, право и ответственность перед обществом.

Десять лет назад Сириус был создан для того, чтобы развивать молодёжь, способную ответить на такие вызовы. Здесь мы формируем особую образовательную среду, в которой каждый школьник и студент под руководством опытных наставников может решать глобальные задачи и уже сегодня определять будущее развитие экономики. Так, ежегодная Международная олимпиада, посвящённая вопросам изменения климата и проблемам экологии (ЮСЕ), которую инициировал Сириус, собирает на федеральной территории талантливых ребят со всего мира, формируя сообщество будущих лидеров климатического направления. Для студентов и молодых учёных из регионов России мы проводим научные школы и образовательные

программы с ведущими экспертами, где научная теория встречается с практическими задачами от промышленных партнёров. А в Международном научном центре в области экологии и вопросов изменения климата Университета ведутся комплексные фундаментальные и прикладные исследования нашей уникальной природной среды — от развития сети мониторинга геологических рисков Кавказского Причерноморья до разработки технологий создания конструктозёмов (специальных почвенных смесей) для субтропической зоны.

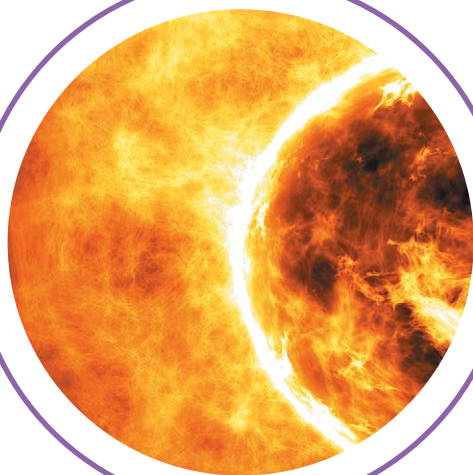
В этом номере вы увидите, как учёные сегодня ищут ответы на глобальные природные угрозы, узнаете о подготовке специалистов-геоэкологов в Научно-технологическом университете «Сириус» и о том, как «климатические переговорщики» учатся отстаивать интересы России, опираясь на безупречную научную аргументацию.

Климат меняется. Меняемся и мы, создавая и развивая образовательную и научную среду, где не просто находим ответы на современные вызовы, но готовим тех, кто будет их решать. Уверен, что именно в этом залог устойчивого климатического будущего нашей страны.

Антон Гусев,
директор Научно-технологического университета «Сириус», заместитель руководителя Образовательного фонда «Талант и успех»

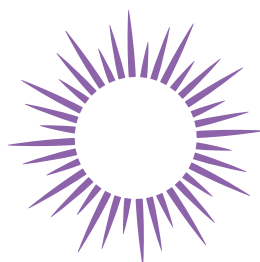


ГЛАВНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ПРИЧИНЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА



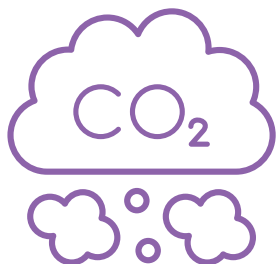
Солнечные циклы

Магнитное поле Солнца меняется каждые 11 лет: когда оно увеличивается, уменьшается яркость звезды. Большие солнечные минимумы — это более значительные десятилетние периоды снижения активности небесного тела.



Смещение тектонических плит

Медленное изменение климата происходит в результате тектонических столкновений. Они приводят в движение химически реактивные породы, в том числе базальт и вулканический пепел, увеличивая скорость реакций, притягивающих углекислый газ.



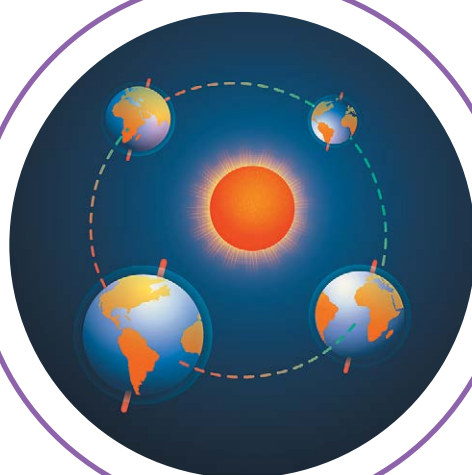
Вулканическая активность

Попадающие в стратосферу частицы серной кислоты отражают солнечный свет, что вызывает глобальное похолодание. Так, например, извержение вулкана Пинатубо на Филиппинах в 1991 году остудило глобальный климат на $0,6^{\circ}\text{C}$ на 15 месяцев.



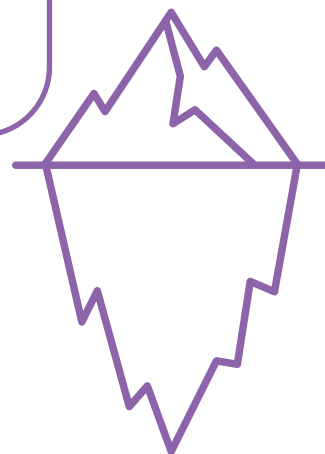
Землетрясения

Изменение климата в Арктике и интенсивное разрушение ледников в Антарктиде в конце XX века могли быть следствием катастрофических землетрясений. Подземные толчки приводили к разрушению природных хранилищ метана в шельфовых зонах. Из-за этого газ попадал в атмосферу, что способствовало резкому увеличению температуры в Арктике.



Орбитальные и осевые колебания

Колебания формы земной орбиты и ориентации её оси меняют количество света в средних широтах. Это приводит к наступлению и окончанию ледниковых периодов.



Жители таких
северных городов,
как Анадырь,
быстрее
других ощутят
на себе глобальные
климатические
изменения

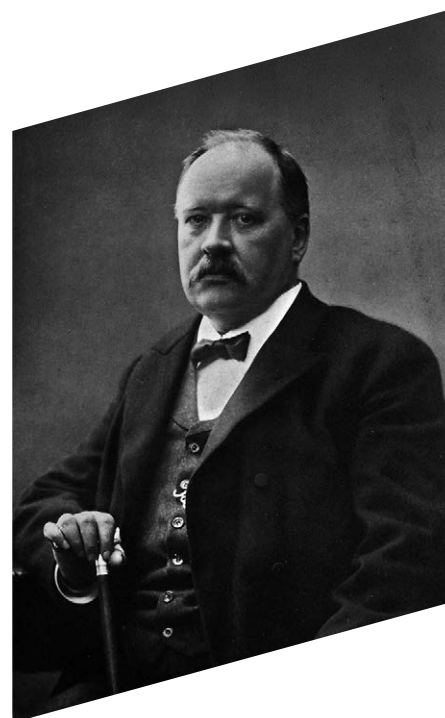


КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПЕРЕМЕНЫ:

ВЫЗОВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ
ДЛЯ РОССИИ



КАК ПОВЕДЁТ СЕБЯ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩАЯ ИНФРАСТРУКТУРА, РАССЧИТАННАЯ НА ВЕЧНУЮ МЕРЗЛОТУ, В УСЛОВИЯХ ЕЁ ТАЯНИЯ?



↑
Шведский
физикохимик
Сванте Аррениус

Где и какие защитные сооружения надо возвести, чтобы уберечь города России от повышения уровня моря? Где в стране возникнет нехватка водных ресурсов и как её не допустить? На фоне климатических изменений ответы на эти вопросы нужны уже сегодня. При этом нужно учитывать и положительные эффекты от больших перемен. Расскажем, в каких секторах экономики их ждать, как глобальное потепление сказывается на нашей стране, а ещё вспомним о вкладе РФ в сдерживание выбросов парниковых газов в 1990-х годах.

Долгое время человек был неспособен глобально менять окружающую среду, и она менялась сама: под воздействием солнечной радиации, из-за вулканической активности, смещения тектонических плит, орбитальных и геомагнитных колебаний. Иногда во внутренние процессы нашей планеты вмешивались инородные объекты. Так, падение астероида диаметром от семи до 14 км около 65 млн лет назад привело к резкому потеплению по всей Земле на 5 °C (такой температурный режим сохранялся около 100 тыс. лет). Тысячелетиями антропогенное воздействие в масштабах планеты было столь незначительным, что им можно было пренебречь. Все изменилось около 200 лет назад, когда началась промышленная революция — массовый переход от ручного труда к машинному. Трубы заводов устремились в небо, а люди — в города. На смену аграрному обществу пришло индустриальное, и научно-технический прогресс постепенно начал менять планету. К середине XIX века влияние человека на климат стало пусть едва, но уже ощутимо.

В 1896 году шведский учёный Сванте Аррениус (был членом-корреспондентом Петербургской академии наук и почётным членом Академии наук СССР), один из основоположников физической химии и нобелевский лауреат, показал, что увеличение объёма углекислого газа в атмосфере в два раза приведёт к глобальному потеплению на 5–6 °С. Правда, о том, что к этому могут приложить руку люди, тогда никто не думал. Эта идея стала массовой относительно недавно, и всё благодаря советскому учёному Михаилу Будыко. В 1971 году на международном симпозиуме в Ленинграде отец-основатель физической климатологии сделал доклад, вызвавший у его коллег — ведущих специалистов из 20 стран — скепсис, граничащий с недовольством. Будыко представил результаты своих расчётов, которые говорили о неизбежности глобального потепления в связи с антропогенными факторами.

Словосочетание **global warming** («глобальное потепление») первым употребил американский климатолог Уоллес Брокер. Его работа «Изменение климата: Находимся ли мы на пороге резкого глобального потепления?» была опубликована 50 лет назад.

Михаил Будыко (слева) общается с главой делегации США Йозефом Смогоринским во время Советско-американского симпозиума по моделированию колебаний климата, Ташкент, 1976 год



Несколько очень известных учёных выступили, сказав, что человеческая деятельность не может оказать никакого влияния на климат, что изменения климата непредсказуемы и что внедрять в умы такие идеи совершенно недопустимо

Из воспоминаний Михаила Будыко



В последующих работах учёный убедительно доказал, что среднегодовая температура повышается из-за двух основных факторов: роста энергопроизводства и увеличения концентрации углекислого газа в атмосфере. Будыко предсказал, что к 2020 году Земля в среднем потеплеет на 1°C — так оно в итоге и произошло. А вот результаты современного прогнозирования глобального потепления к концу текущего столетия разнятся.



Главная проблема прогнозирования климата заключается в том, что мелкомасштабные процессы, в особенности эволюция облачности и аэрозолей, а также их взаимодействие оказывают громадное влияние на чувствительность климатических моделей к внешним воздействиям, в том числе антропогенным. Поэтому модели с различными способами описания, например, микрофизики облаков дают разные прогнозы относительно величины глобального потепления к концу XIX века

Андрей Грицун,
заместитель директора
Института вычислительной
математики
им. Г. И. Марчука РАН



В 1960-х годах на антарктической станции «Восток» были получены первые ледяные керны, с помощью которых советские учёные доказали связь между содержанием углекислого газа в атмосфере и климатическими изменениями в прошлые эпохи



Антропогенные выбросы медленно, но верно стали усиливать парниковый эффект, поглощая солнечную энергию и нагревая воздух. Вырабатываемые промышленностью и энергетикой двуокись углерода, метан, закись азота, фторсодержащие газы пропускают солнечное тепло, но мешают ему выйти обратно. Конечно, парниковый эффект носит и естественный характер, ведь главный парниковый газ — это водяной пар. За счёт испарения воды Мировой океан выделяет около 60 % всех выбросов. Другим их источником является вечная мерзлота, из которой при таянии выходит метан.

«Долгое время считалось, что подводная мерзлота стабильна, но в 2000-х мы доказали, что она деградирует. Проще говоря, тает. В ней образуются мегасипы. Это, по сути, дырки в вечной мерзлоте, из которых фонтанирует метан. Поскольку шельф залегает на небольшой глубине, сквозь водную толщу до атмосферы напрямую доходит 60–70 % этого газа. Есть научные основания говорить о том, что шельф морей Восточной Арктики — это основной природный источник выброса

*Пузырьки метана
в замёрзшем
Байкале.
В 2021 году
концентрация этого
газа в атмосфере
достигла
рекордного
значения
за всё время
систематических
измерений,
но последние
несколько лет
показатель
снижается*



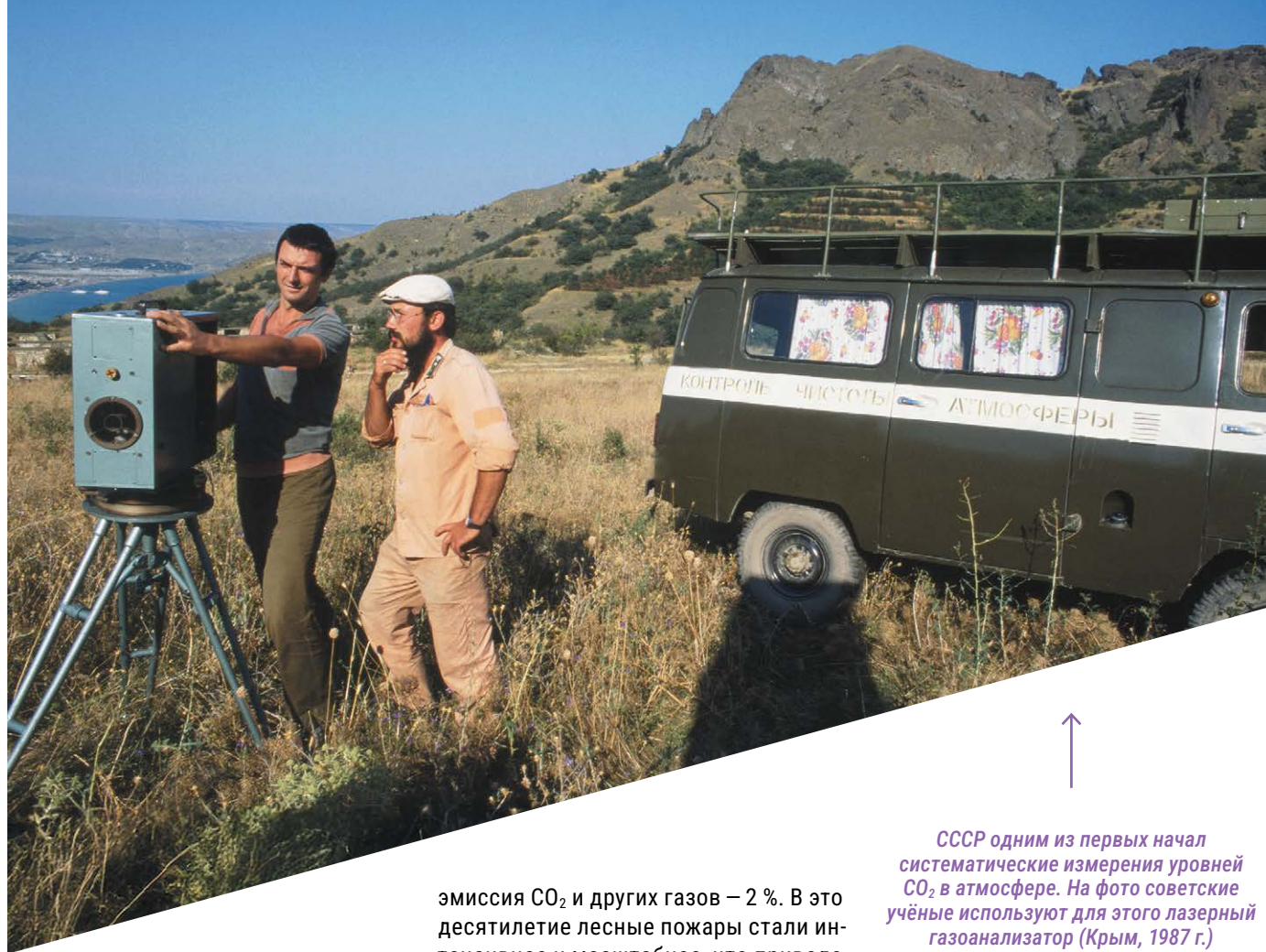
CH_4 в атмосферу. Расчёты показывают: если 5 % предполагаемых запасов метана попадут в атмосферу в течение 10 лет (именно столько живёт молекула этого газа в атмосфере), произойдёт потепление на 2,5–3 °C. Но это, конечно, экстремальный сценарий», — рассказывает Игорь Семилетов, возглавляющий лабораторию арктических исследований в Тихоокеанском океанологическом институте Дальневосточного отделения РАН.

Проблема антропогенных выбросов парниковых газов получила глобальный статус в конце XX века. Сначала благодаря Рамочной конвенции ООН об изменении климата 1992 года, потом — подписанному в 1997-м Киотскому протоколу, а затем и Парижскому соглашению 2015-го. Эти документы объединяют человечество в стремлении сократить эмиссию и затормозить опасные перемены.



*Подробнее
о скапливании
метана
над Арктикой
читайте на сайте
«Сириус.Журнала»*





СССР одним из первых начал систематические измерения уровней CO_2 в атмосфере. На фото советские учёные используют для этого лазерный газоанализатор (Крым, 1987 г.)

Сегодня тренд на декарбонизацию, то есть снижение выбросов CO_2 , является повсеместным. Не везде такие инициативы работают, но Россия вносит в общее дело значительный вклад.

Россия против парниковых газов

В 1990-х годах многие производства в нашей стране закрылись — и эмиссия парниковых газов логичным образом сократилась сразу на 40 % (по данным Института народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук). А резкое снижение объёмов заготовки древесины привело к тому, что леса стали поглощать значительно больше CO_2 — благодаря этому нетто-выбросы (выбросы минус поглощённые газы. — Прим. ред.) обвалились более чем на 75 %. В начале нового века отечественная экономика начала восстанавливаться, а первичные ресурсы стали использоваться эффективнее. В итоге при росте экономики на 60 % эмиссия парниковых газов стала больше только на 6 %. Площадь управляемых лесных земель увеличилась, а вместе с этим и поглощение углекислого газа — с 2000 по 2010 год нетто-выбросы снизились более чем на 60 %. В десятых годах экономика России начала замедляться. Прирост ВВП был 20 %,

эмиссия CO_2 и других газов — 2 %. В это десятилетие лесные пожары стали интенсивнее и масштабнее, что привело к снижению улавливания двуокиси углерода. Нетто-выбросы выросли примерно в четыре раза.

Сегодня леса, болота, сельскохозяйственные территории, пастбища и другие земельные участки поглощают в России около 60 % выбросов. Главным парниковым газом остаётся углекислый — примерно 80 % от всего объёма эмиссии. На втором месте метан — 14 %. Закись азота и фторсодержащие газы — 3 % и 2 % соответственно.

«Метан — более активный парниковый газ, чем CO_2 , поскольку его молекулярная структура позволяет удерживать больше тепла в атмосфере (в расчёте на одну молекулу). Всё дело в способности CH_4 изгибаться и вибрировать различными способами, более эффективно поглощая инфракрасное излучение. Хотя метан имеет более короткий срок жизни в атмосфере (около 12 лет) по сравнению с углекислым газом (сотни лет), его большая эффективность в поглощении тепла делает его значительно более существенным фактором для глобального потепления в краткосрочной перспективе», — объясняет ведущий научный сотрудник Международного научного центра в области экологии и вопросов изменения климата Университета «Сириус» Екатерина Филимоненко.

Мировой уровень углекислого газа имеет чёткий глобальный тренд на повышение. В 2024 году прирост концентрации CO_2 в атмосфере достиг рекордного показателя в 3,7 ppm (частей на миллион). Это угрожает повышением температуры планеты на многие годы вперёд. Диоксид углерода накапливается в атмосфере быстрее, чем когда-либо за время существования человечества: за два десятилетия его объём увеличился более чем на 10 %. В прошлом году средняя температура воздуха на Земле впервые превысила доиндустриальный уровень на 1,5 °C. Таким образом, нижний порог, установленный Парижским соглашением для значительного снижения рисков происходящих изменений климата, уже неактуален: следующая цель — удержать глобальное потепление в пределах +2 °C до конца столетия.

Главный генератор парниковых газов (около половины от всего объёма эмиссии) — топливно-энергетический комплекс, сжигающий газ, мазут, уголь и нефть. До середины предыдущего десятилетия здесь удавалось снижать выбросы благодаря модернизации оборудования электростанций, вводу новых мощностей АЭС и ГЭС, наращиванию степени полезной утилизации попутного нефтяного газа на нефтяных месторождениях и борьбе с неконтролируемыми утечками на трубопроводах. Но к началу 20-х годов эти процессы начали замедляться. Добыча же угля, напротив, растёт (на 36 % за 2010–2022 годы), а вместе с ней и карбонизация этого сектора экономики. Промышленность РФ, в первую очередь металлургия и химпром, генерирует примерно пятую часть от всех выбросов. На третьем месте по негативному вкладу — транспорт. Автодорожный несёт основную нагрузку на окружающую среду. Впрочем, с 2015 года эмиссия серьёзно сократилась из-за повышения топливной эффективности машин и удорожания владения личным автомобилем. В отечественном сельском хозяйстве примерно 10 лет назад объём выбросов начал расти в связи с реализацией государственной программы поддержки отрасли. Произошёл бурный рост производства, вместе с которым увеличивается поголовье скота и интенсивнее используются удобрения.

Видовая структура выбросов парниковых газов в России



Продукты жизнедеятельности скота и внесение минеральных удобрений в почву **5 %**



Продукты химических реакций, не связанных со сжиганием **12 %**



Фугитивные (неконтролируемые) выбросы (сжигание попутного нефтяного газа и утечка газов на инфраструктуре нефтегазового и угольного секторов) **10 %**



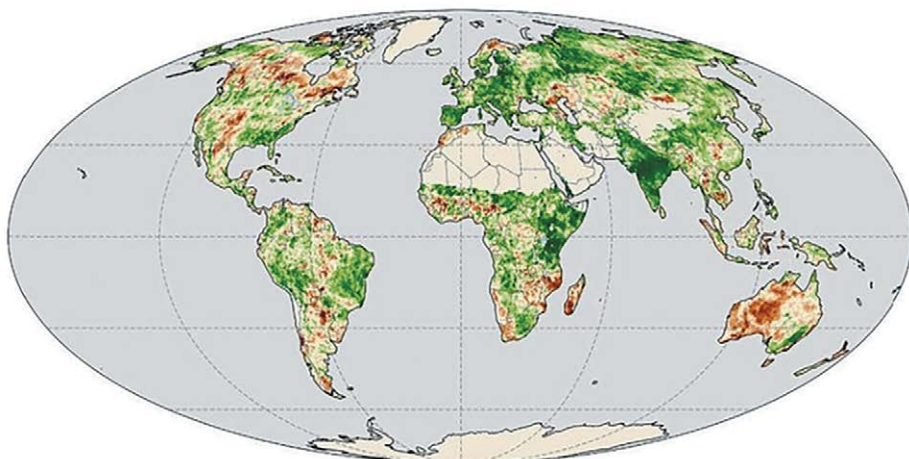
Отходы **4 %**



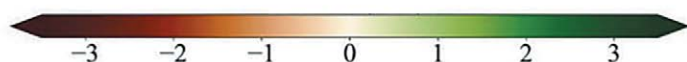
Сжигание углеводородного топлива (энергетика, ЖКХ, промышленность, транспорт) **69 %**

По данным из Доклада об особенностях климата на территории Российской Федерации, подготовленного Росгидрометом в 2022 году (последний подобный доклад)

Зелёным цветом обозначены регионы, где площадь листьев увеличилась, коричневым — где уменьшилась



Отклонение от среднего значения индекса площади листьев в 2020 году



Травянистая Сахара

Сахара зеленеет на фоне глобального потепления, утверждает крупнейший специалист по этому природному объекту немецкий исследователь Стефан Крёпелин. Изучая пустыни и полупустыни более 40 лет, учёный наблюдает этот процесс собственными глазами. Там, где в 1980-х была голая пустошь, сегодня растёт не только трава, но и кустарники с акациями. Спутниковые снимки демонстрируют сокращение площади засушливых районов не только в Африке, но и в Австралии, Северной Америке, а также на Ближнем Востоке.

Минусы и плюсы

Очевидно, что изменение климата — это не только глобальное потепление само по себе. Повышение температуры приводит к более интенсивному испарению и накачке атмосферы избыточной энергией. Отсюда увеличение частоты и силы внетропических и тропических циклонов. Изменение их траекторий приводит к наводнениям в одних районах нашей планеты и к засухам в других. К примеру, на востоке США в последние годы наблюдается переизбыток влаги с наводнениями и ураганами, в то время как на западе буквально на глазах мельчают реки и водохранилища.

Таяние арктических и антарктических ледников вкупе с термическим расширением Мирового океана (чем теплее вода, тем больший объём она занимает) повышают его уровень. В свою очередь, таяние многолетней мерзлоты, которая занимает большую часть территории России, приводит к тому, что в атмосферу, как уже было сказано выше, в большем объёме попадает метан.



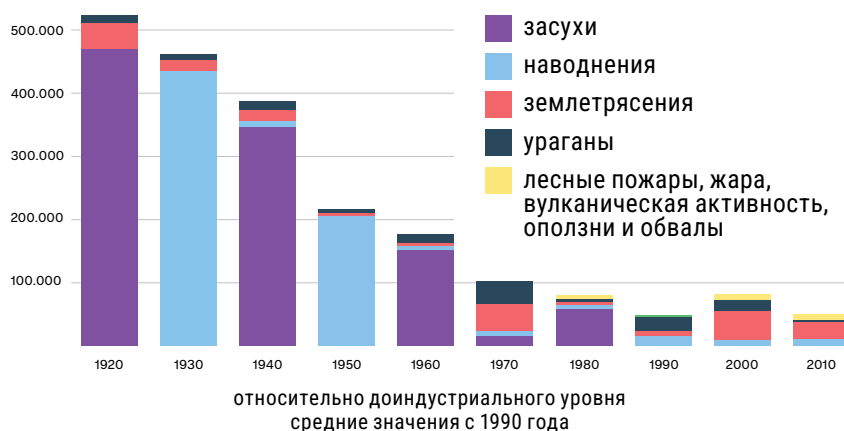
Глобальные изменения окружающей среды могут спровоцировать массовую климатическую миграцию, когда люди будут переселяться в связи с нехваткой воды и плодородных земель

Собранная за последние сто лет статистика говорит о том, что число жертв катаклизмов сократилось на порядок: с более полумиллиона человек в год в начале прошлого века до 45 тыс. в наши дни. При этом население Земли за это время увеличилось с 1,65 млрд до 8 млрд. Наименьшее количество погибших при наводнениях, ураганах и засухах приходится на развитые государства. Всё потому, что совершенствуются системы предупреждения, укрепляется инфраструктура, возводятся защитные сооружения.

С конца 1990-х в России более чем в два раза выросло количество опасных погодных явлений. Затем этот рост сменился неким плато в последние десять лет. Если брать последние пять, то наблюдается снижение. Здесь важно то, что речь не просто про опасные метеорологические явления, но и про причинённый ими ущерб. Эта статистика зависит не только от физически наблюдаемой частоты этих явлений, но и от предрасположенности инфраструктуры и населения к таким явлениям. Чем больше инфраструктуры, чем она дороже, тем больше будет ущерб. Поэтому к таким данным надо относиться осторожно, понимая, что это не только сами явления

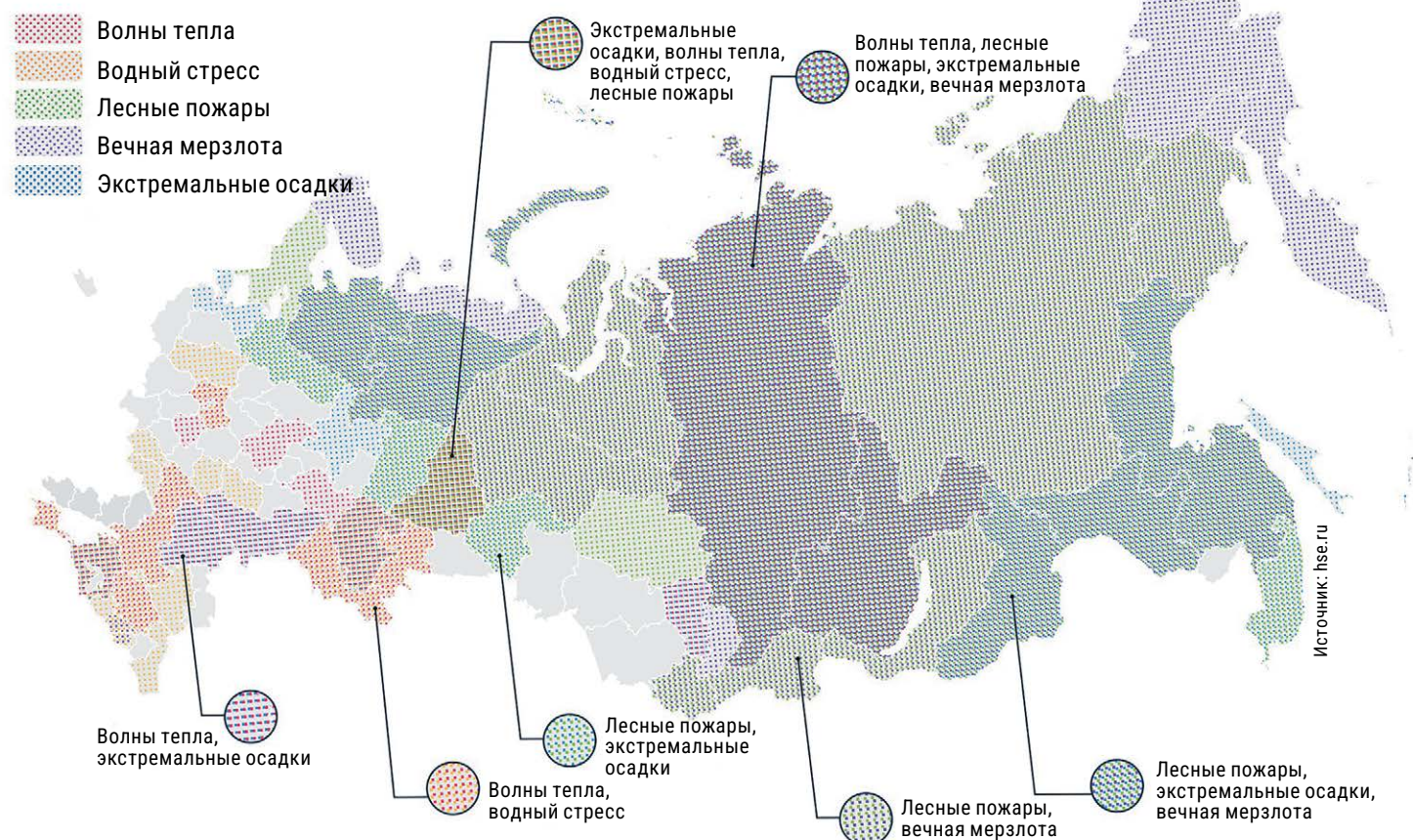
Владимир Семёнов,
директор Института физики
атмосферы им. А. М. Обухова
РАН

Среднегодовая смертность в мире от стихийных бедствий



Рейтинг регионов по климатическим рискам: сводная карта

Топ-25 % регионов по пяти климатическим рискам, сценарий SSP1-2.6



В нашей стране скорость роста среднегодовой температуры уже около 50 лет почти втрое превышает среднюю по земному шару, говорится в Первом ежегодном национальном докладе о климатической повестке в России (подготовлен Институтом народнохозяйственного прогнозирования РАН). Отсюда растущая вероятность возникновения опасных природных явлений как в краткосрочном, так и в долгосрочном (накопленного характера) периоде. Причём спектр рисков широк – в силу разнообразия климатических поясов и природных условий. По разным оценкам, ежегодный ущерб от разгула стихии в РФ составляет десятки миллиардов рублей. Но не все сектора экономики проиграют от климатических изменений. Некоторые получают выгоды. Какие они будут и где, расскажем далее.

Продовольственный сектор

Растения буквально питаются углекислым газом, так что выбросы CO₂ создают для них благоприятную среду. К тому же с повышением температуры

увеличивается интенсивность фотосинтеза и образования органических веществ. Вот почему сельское хозяйство получает очевидную выгоду от глобального потепления. Это подтверждают рекордные в России урожаи зерновых последних лет. Они заслуга не только азотных удобрений, свидетельствуют в Российской академии наук. Ещё один плюс для агросектора – расширение пахотных земель в северных регионах за счёт отступления многолетней мерзлоты.

Минусы для сельского хозяйства из-за изменения климата – сокращение объёма осадков и засухи в южных регионах. Масштабные перемены приводят к деградации почв, и этот процесс происходит значительно быстрее, чем гумификация. К тому же смещаются начало и конец посевного сезона, что приводит к убыткам. Хотя к подобным сдвигам можно приспособиться, в том числе с помощью селекции и новых сортов.

«За последние 60 лет за счёт более производительных сортов, лучших технологий их выращивания, системы питания,

системы защиты растений среднемировая урожайность пшеницы выросла в три раза. В России минувшим летом был установлен рекорд – 140 центнеров с одного гектара дал сорт озимой пшеницы Ермоловка. И несмотря на это, урожайность данной культуры в нашей стране лишь достигла среднемирового уровня – 33 ц/га. Нужно поднять её до 50 центнеров к 2030 году. Это огромный скачок, который необходимо сделать для обеспечения национальных интересов. Но чтобы поднять урожайность, требуется существенно увеличить нагрузку на землю. И вот тут нужно найти компромисс между интенсификацией и экологизацией», – говорит первый заместитель директора Почвенного института им. В. В. Докучаева Даниил Козлов.

Другой подход к защите всходов и даже улучшению урожая – сеять яровые культуры раньше, а озимые позже. Ведь условия перезимовки на фоне глобального потепления становятся лучше. Правда, растут и риски града вместе с заморозками, способными уничтожить посевы.



↑
Один из плюсов
глобального
потепления
для России —
миграция рыбы
в холодные воды
её морей из более
тёплых акваторий

Добыча нефти и газа

Около 60 % территории России покрыто многолетней мерзлотой, и её таяние — один из главных климатических рисков для нашей страны. Во-первых, это приводит к высвобождению больших объёмов крайне вредного для окружающей среды метана. Во-вторых, меняется ландшафт, что негативно сказывается на нефтегазодобывающей инфраструктуре (в криолитозоне РФ сосредоточено около трети разведанных запасов углеводородного сырья и более 90 % потенциальных запасов). Под угрозой трубопроводы, под которыми проседает грунт (как и здания с дорогами). Предотвратить аварии можно, увеличив длину свай.

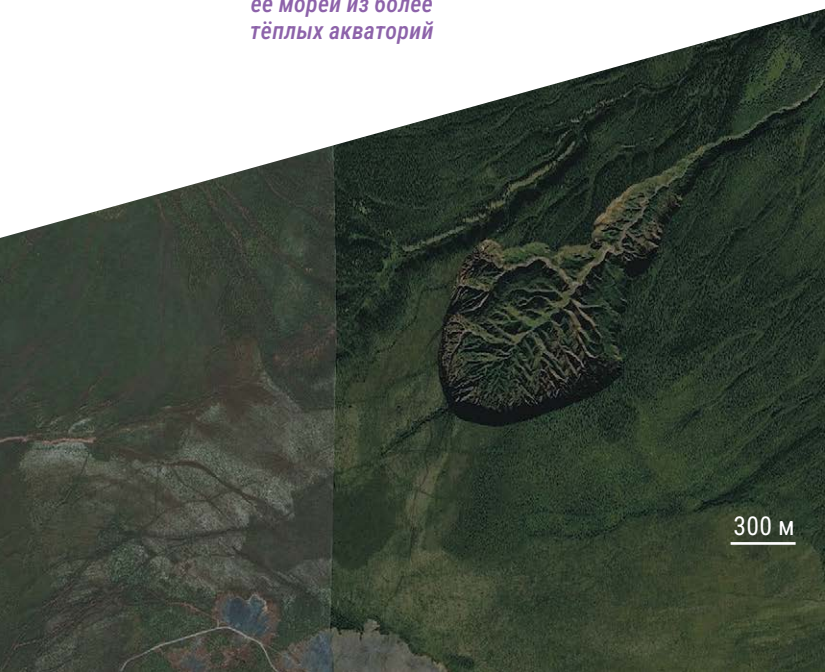
Вообще, климатические риски могут возникнуть на любой стадии реализации нефтегазового проекта: от геологоразведочных работ и промышленной добычи до транспортировки сырья и продуктов переработки. Так, летом из-за жары может снизиться мощность компрессорных станций и сократиться объём добычи газа, а зимой экстремальные морозы (ниже -35°C) способны осложнить работу нефтедобывающих предприятий и спровоцировать аварии.

При всех минусах деградации многолетней мерзлоты этот процесс может дать и выгоду. Той же сфере нефте- и газодобычи. Таяние может привести к обнаружению новых месторождений полезных ископаемых.



Самый большой в мире кратер вечной мерзлоты

В Верхоянском районе Якутии расположена гигантская термокарстовая впадина Батагайка. Она появилась в 1960-х годах из-за эрозии почвы и таяния подземного льда, вызванных деградацией многолетней мерзлоты. По одной из версий, свою роль также сыграла вырубка леса в этой местности. По последним данным, Батагайский кратер растёт на 1 млн м^3 в год.



300 м



↑
Севморпуть
называют
ключевым звеном
в обеспечении
геополитических
интересов
нашей страны
за полярным
кругом

Транспортировка грузов

Повышение температуры очевидно приведёт к удлинению периода судоходства по Северному морскому пути — кратчайшему маршруту между европейской и дальневосточной частями России. Это важная транспортная артерия, по которой ежегодно перевозят десятки миллионов тонн грузов. В 2024-м был установлен новый рекорд — без малого 38 млн (в разы больше, чем в советское время), а к 2030-му этот показатель должен перевалить за 100 млн. Конечно, эти цифры несопоставимы с грузопотоком через Суэцкий канал. Но путь через русскую Арктику значительно быстрее и безопаснее (нападения йеменских хуситов на торговые суда в Красном море стали причиной подорожания морских грузоперевозок. — *Прим. ред.*). Это неизбежно отразится на формировании новых логистических цепочек, а увеличение времени судоходства станет дополнительным фактором.

«Северный морской путь должен стать ключевым участком Трансарктического транспортного коридора, который пройдёт от Санкт-Петербурга через Мурманск до Владивостока. Он призван соединить мировые промышленные, сельскохозяйственные, энергетические центры и потребительские рынки более коротким, безопасным, экономически выгодным маршрутом», — сказал Владимир Путин на пленарном заседании VI Международного арктического форума «Арктика — территория диалога».

Транспортные суда по этому маршруту проводят ледоколы, и у России их много — больше, чем у любой другой страны. Кроме того, у нас единственный атомный флот в мире. В нём восемь атомных ледоколов (половина из них была спущена на воду за последние годы) и несколько специализированных судов для обслуживания реакторов, транспортировки ядерного топлива и сбора ядерных отходов.

Лесное хозяйство

Больше половины территории России покрыто лесами, и она в числе мировых лидеров по этому показателю. В стране активно восстанавливают и увеличивают лесной фонд. РФ в этом деле третья в мире после Китая и США (по оценке Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН и Всемирного банка). В 2023 году был достигнут наивысший показатель за 27 лет — около 1,5 млн га, и к 2030 году он должен вырасти до 2 млн га (по данным Россельхозбанка). Это притом, что в целом по миру за последние два десятилетия площадь лесов сокращается.

Как уже было сказано, повышение среднегодовой температуры и объёма выбросов углекислого газа способствует росту растений, а значит, будут шириться и леса. В России они ежегодно удаляют из атмосферы 0,56 Гт CO₂-экв (CO₂-эквивалент). Для понимания объёмов: ООН ставит задачу повысить аналогичный мировой показатель к середине века до 5–6 Гт CO₂-экв. Фактором риска в этой сфере выступают участвовавшие пожары. За 12 лет площади, пройденные огнём, увеличились втрое. С этой проблемой борется не только государство, но и бизнес.



Преобладающие породы деревьев в лесах России





«Наша компания осуществляет мониторинг лесов на территории более 500 тысяч гектаров в Красноярском крае. Занимаемся ранним выявлением пожаров, а также их авиационным тушением в случае необходимости. За счёт того, что мы рано обнаруживаем возгорание, площадь огня становится меньше. Либо пожар вообще не случается. Таким образом, сокращаются выбросы парниковых газов. В результате реализации проекта компания уже сгенерировала более 1 млн углеродных единиц. В целом по проекту компания планирует выпустить более 5 млн углеродных единиц», — объясняет руководитель направления углеродного регулирования компании «РУСАЛ» Елена Гордеева.

О том, что такое углеродные единицы и зачем они нужны, читайте на стр. 48

Причём бороться с лесными пожарами можно не только тушением, но и буквально вызывая дождь. Сегодня в Ханты-Мансийском автономном округе тестируется проект, который объединил орбитальные спутники и беспилотную авиацию. Получая из космоса данные дистанционного зондирования Земли и ориентируясь по ожидаемой погоде, дроны с помощью специальных реагентов могут воздействовать на облачность и провоцировать осадки. Так они должны предотвращать возгорание.

«Мы создали устройство, которое объединяет дроны. Его можно установить почти на любой беспилотник. Благодаря такому устройству и спутникам связи мы можем работать в любом регионе мира, даже не поставляя туда дроны», — отмечает Максим Мартынов, директор компании «УКТ-СИСТЕМС», которая инициировала этот проект.

Антон Гусев

Если климатические изменения приводят к повышению урожайности сельхозкультур, сокращению издержек на отопление и снижению смертности от холода, тогда возникает вопрос: зачем их тормозить? Во-первых, негативных последствий тоже немало. Во-вторых, плюсы от глобального потепления касаются в основном северных стран с многолетней мерзлотой — России и Канады в первую очередь. Посмотрев же на проблему в масштабах Земли, станет очевидно, что негативных последствий больше, особенно в отдалённой перспективе. Если не адаптироваться к происходящему, к 2050 году урожайность сельхозкультур в мире упадёт на треть. Согласно прогнозам, при повышении мировой температуры на 3,5 °C нарушатся цепочки поставок продуктов питания по всей планете. В Глобальной комиссии по адаптации рассчитали, что при повышении мировой температуры на 1,5 °C ежегодные потери от наводнений в прибрежных городах превысят 10 трлн долларов. По самым осторожным прогнозам, при повышении температуры на 1,5 °C к 2030 году глобальные экономические потери из-за сокращения объёма рабочего времени по причине жары составят около 2,4 трлн долларов. Причём основной удар климатический кризис нанесёт по наиболее бедным странам.

Наш ответ

Ожидаемые негативные и возможные позитивные эффекты климатических изменений в России отражены в Климатической доктрине РФ. Это главный в стране документ, который формулирует государственную политику по данному вопросу. Ключевая идея — это баланс между двумя магистральными направлениями: снижением выбросов и адаптацией к происходящим и будущим переменам. Важно, что при разработке доктрины отечественные специалисты отошли от широко применяемого термина «углеродная нейтральность» к понятию «баланс выбросов и поглощений».

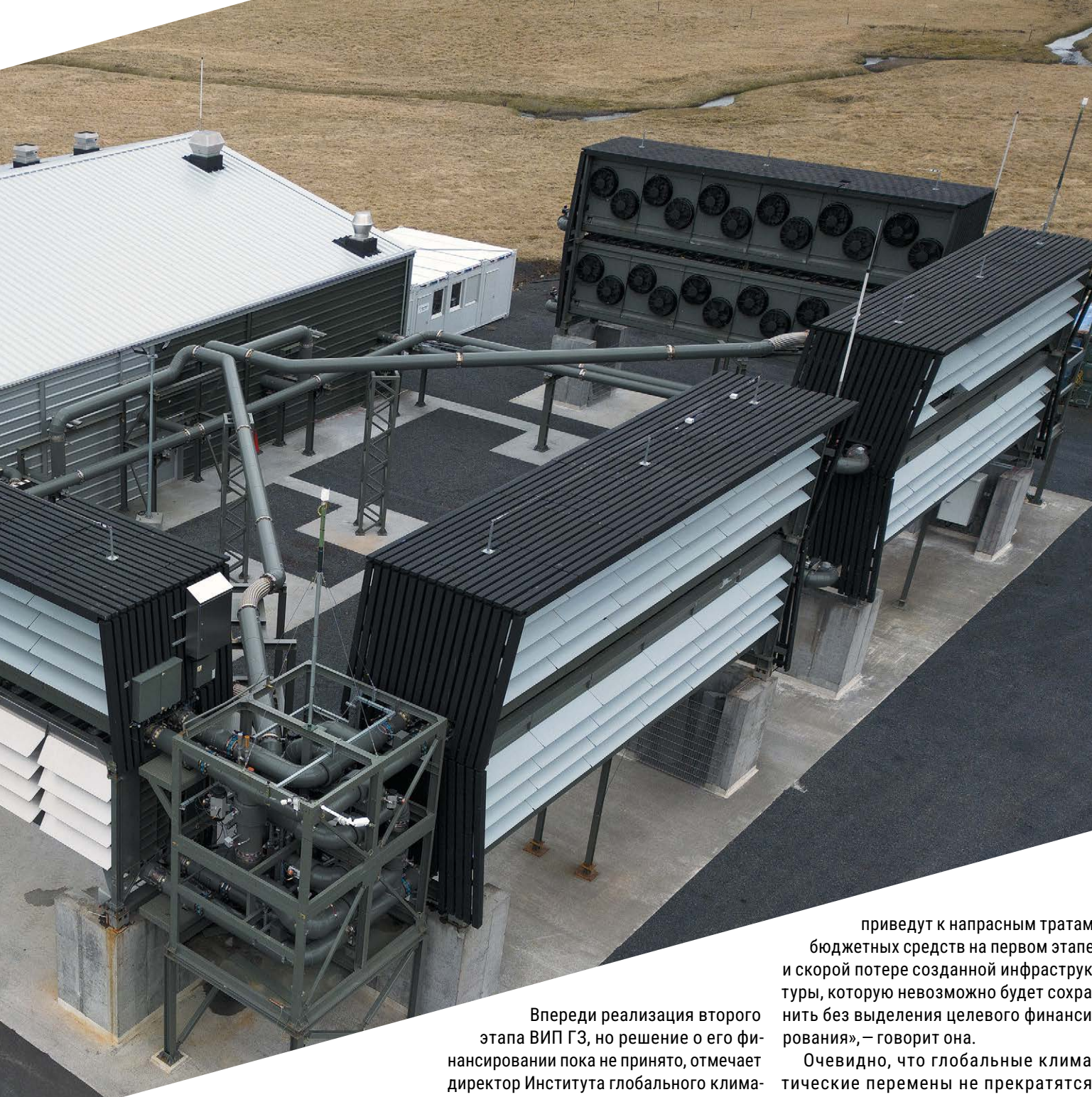
«Для достижения климатических целей можно не только сокращать выбросы CO₂, но и увеличивать его поглощение. Для климата нет никакой разницы, будет меньше выбрасываться или больше поглощаться. Это отражено и в Парижском соглашении, которое ставит цели именно по нетто-эмиссии парниковых газов. То есть для России с её колоссальными лесными ресурсами экономически целесообразнее достигать своих целей с акцентом на увеличение поглощения парниковых газов в естественных экосистемах», — говорит руководитель аппарата в Комитете по климатической политике и углеродному регулированию Российского союза промышленников и предпринимателей Татьяна Ларионова.

Важно, чтобы государственные решения, касающиеся климатических изменений, были научно обоснованы. В том числе для этого в нашей стране создают Российскую систему климатического мониторинга (РСКМ). Это многофункциональный инструмент прогнозирования, который должен вывести на новый уровень точность измерений выбросов и поглощения парниковых газов. На основе полученных данных разработают наиболее оптимальную экономическую модель декарбонизации с точки зрения затрат и снижения выбросов. Нынешняя цель страны в плане эмиссии — сократить её к 2035 году до 65–67 % относительно уровня 1990 года.

Российская система климатического мониторинга — это ВИП ГЗ, то есть важнейший инновационный проект государственного значения. Над ним работают более полусотни научных и экспертных организаций. Для решения ключевых задач создано шесть консорциумов научных институтов: «Земная система: моделирование



Жители Земли ежегодно отправляют в атмосферу около 9 Гт углекислого газа. И чтобы сократить его количество, начали строить специальные поглощающие установки (на фото)



и прогноз», «Океан: мониторинг и адаптация», «Суша: мониторинг и адаптация», «Углерод в экосистемах: мониторинг», «Экономика климата», «Антропогенные выбросы: кадастр». Работу над системой мониторинга курируют Минэкономразвития и Минприроды, а Международный научный центр в области экологии и вопросов изменения климата Университета «Сириус» подготовил аналитический доклад. В нём отражены результаты первого этапа ВИП ГЗ (эффекты для экономики, общества, государства), рекомендации по повышению практической применимости этих результатов и развитию кадрового потенциала, а также замечания экспертов.

Впереди реализация второго этапа ВИП ГЗ, но решение о его финансировании пока не принято, отмечает директор Института глобального климата и экологии имени Ю. А. Израэля Анна Романовская.

«Это прорывной научный проект, который не только демонстрирует научное лидерство России в климатической сфере, но и создаёт основу для усиления международных позиций страны на международной арене и разработки нового стандарта при решении глобальных вызовов. Однако учитывая, что в рамках ВИП ГЗ создаётся система мониторинга климатически активных газов, а не выполняются отдельные научные исследования, реализация только части этой системы, выполненная научными организациями с 2022 по 2024 год, и отсутствие возможности завершить её создание полностью

приведут к напрасным тратам бюджетных средств на первом этапе и скорой потере созданной инфраструктуры, которую невозможно будет сохранить без выделения целевого финансирования», — говорит она.

Очевидно, что глобальные климатические перемены не прекратятся, даже если чудесным образом остановить все антропогенные выбросы парниковых газов прямо сейчас. Слишком высока инерция многокомпонентных природных процессов. Но это не значит, что нужно опустить руки. Важно сокращать негативное влияние на окружающую среду — это так называемая митигация. На неё расходуют больше 90 % от всего финансирования в рамках борьбы с изменениями климата. Но не менее важно адаптироваться к происходящим изменениям. На это пока тратят значительно меньше — около 10 %. Хотя именно приспособляясь к новым условиям, можно извлечь ощутимую выгоду от положительных эффектов. ■

ГЛАВНЫЕ АНТРОПОГЕННЫЕ ПРИЧИНЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Животноводство

Коровы и прочие жвачные парнокопытные из-за особенностей пищеварительной системы выделяют метан через отрыжку. На животноводство приходится 14 % выбросов парниковых газов.



Удобрения

Сельское хозяйство — источник более половины эмиссий закиси азота антропогенного происхождения.

Примерно две трети выбросов в сельском хозяйстве происходят из-за использования синтетических удобрений: их избыток приводит к повышению микробиологической активности почв.



Энергетика и промышленность

Сжигание ископаемых видов топлива, например угля, приводит к выбросам климатически активных веществ, что влечёт за собой усиление парникового эффекта.





Вырубка лесов

Примерно четверть выбросов парниковых газов приходится на высвобожденный в результате вырубки деревьев углерод.



Выбросы фторсодержащих газов

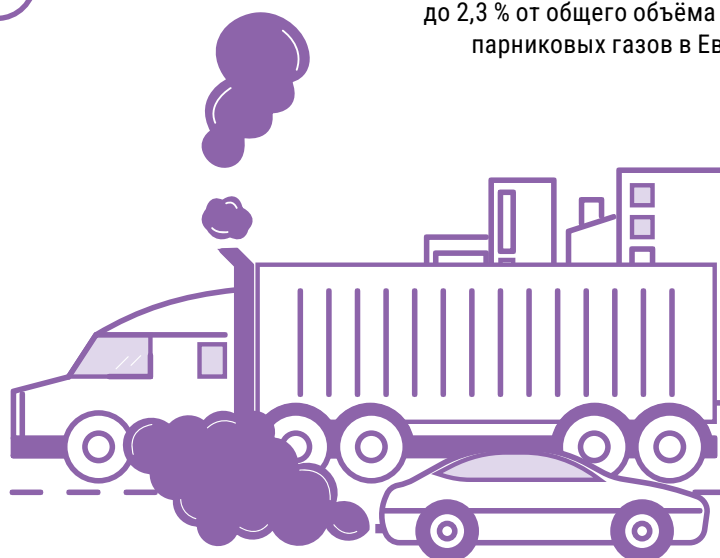
Фторсодержащие газы не имеют природных источников и образуются только в результате деятельности человека. Например, они используются в качестве хладагентов для коммерческого и промышленного холодильного оборудования, систем кондиционирования.

Фторсодержащие газы влияют на изменение климата и составляют до 2,3 % от общего объема выбросов парниковых газов в Европе.



Транспорт

Подавляющее большинство автомобилей, грузовиков, кораблей и самолётов работают на ископаемых видах топлива. Это делает транспорт одним из главных источников выбросов парниковых газов, особенно CO₂.



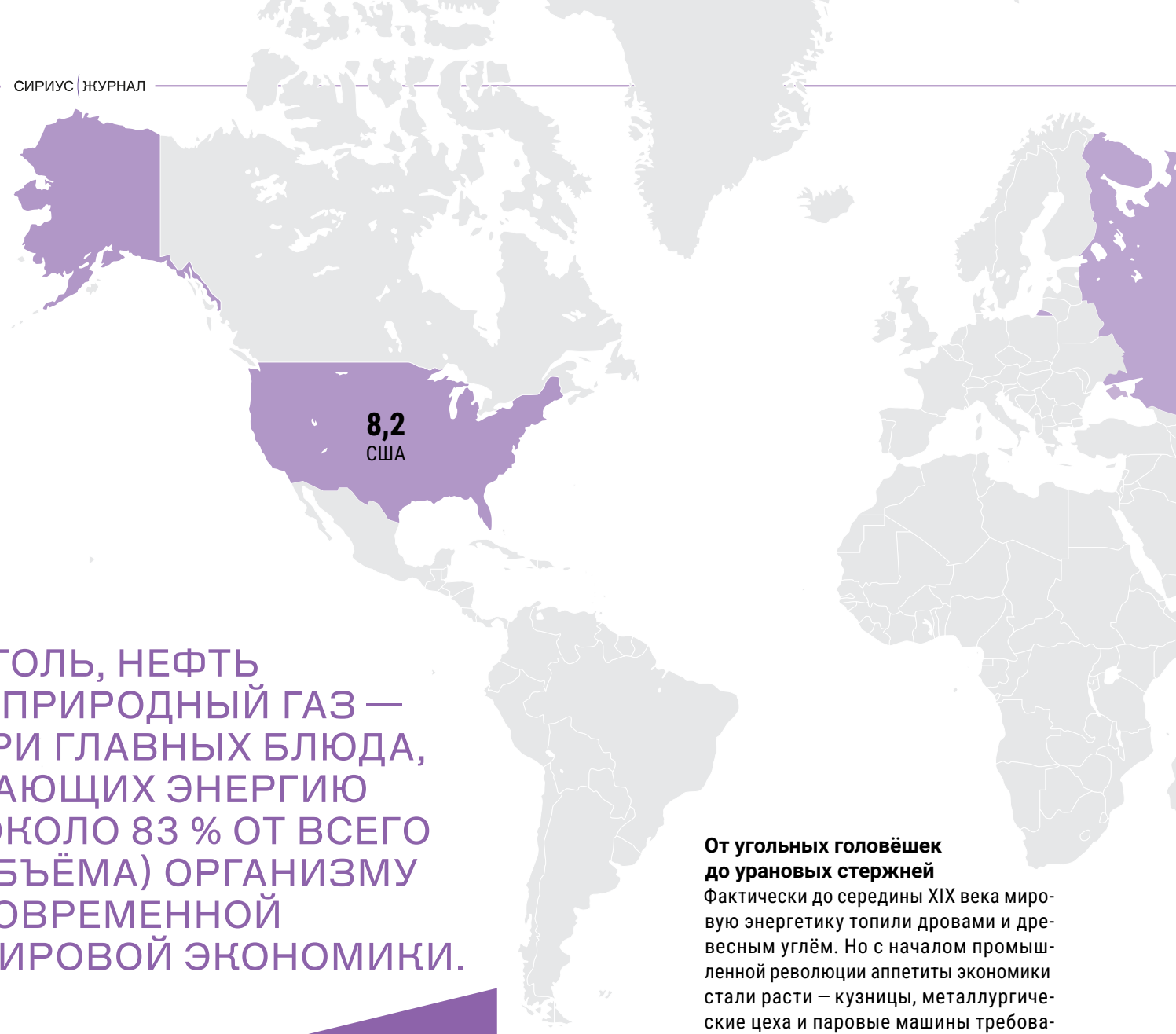
An aerial photograph of a large industrial port facility. In the foreground, two large red and black oil tankers are docked at a pier. To the right, a long pier extends into the water, lined with numerous white oil storage tanks. The background shows more industrial structures and a city skyline under a clear blue sky. The water is a vibrant turquoise color.

ЗЕЛЁНЫЙ ПЕРЕХОД:

НУЖНО ЛИ ОТКАЗЫВАТЬСЯ
ОТ НЕФТИ И ГАЗА И ЧЕМ ИХ
ЗАМЕНИТЬ







8,2
США

УГОЛЬ, НЕФТЬ
И ПРИРОДНЫЙ ГАЗ —
ТРИ ГЛАВНЫХ БЛЮДА,
ДАЮЩИХ ЭНЕРГИЮ
(ОКОЛО 83 % ОТ ВСЕГО
ОБЪЁМА) ОРГАНИЗМУ
СОВРЕМЕННОЙ
МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ.

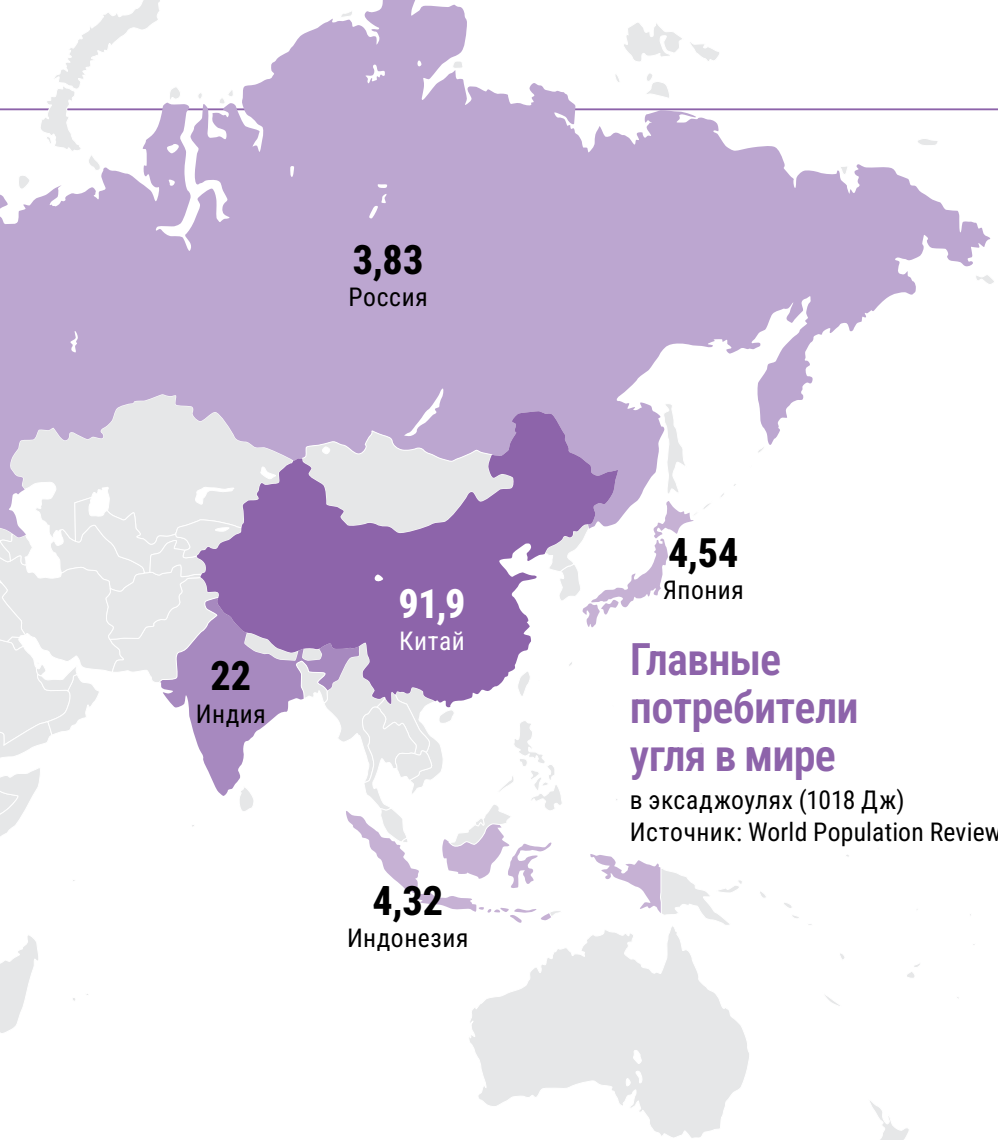
Но обильное поедание этих полезных ископаемых приводит к несварению и порче воздуха парниковыми газами, которые угрожают благополучию сотен миллионов людей. Как изменить углеводородную диету, на которой зиждется процветание многих стран? Какие сферы экономики пострадают от зелёного перехода больше других и на что стоит сделать ставку России при выборе перспективных энергетических источников? Ответы на эти вопросы искали вместе с экспертами.

От угольных головёшек до урановых стержней

Фактически до середины XIX века мировую энергетику топили дровами и древесным углём. Но с началом промышленной революции аппетиты экономики стали расти — кузницы, металлургические цеха и паровые машины требовали гораздо больше топлива, чем могла обеспечить древесина. Тогда произошёл первый в истории человечества энергопереход — от древесного угля к каменному. Последний давал больше тепла при сгорании, что повышало эффективность и производительность технологических процессов.

Энергетический переход — это масштабная смена источников энергии. В истории человечества было уже три подобных этапа, сейчас начинается четвёртый.

До 1840 года
дрова и древесный уголь

**3,83**

Россия

4,54

Япония

91,9

Китай

22

Индия

4,32

Индонезия

Главные потребители угля в мире

в эксаджоулях (1018 Дж)

Источник: World Population Review

Угольный ренессанс

По итогам 2021 года выработка электроэнергии с помощью угля достигла мирового исторического максимума. Она выросла почти на 9 %, превывсив отметку в 10 тысяч тераватт-часов. Крупнейшие экономики мира, в том числе Китай, Индия, США, Европа, стали наращивать долю угля в своих энергосистемах.

Второй энергопереход — на нефть — начался на заре XX века. К 1970-м годам этот вид топлива уже обеспечивал около половины мирового энергобаланса. Он стал символом глобализации, который диктует правила современной экономики и политики.

С 1930-х годов для получения энергии стали активнее жечь природный газ, что привело к третьему переходу. Этот вид топлива значительно экологичнее угля, ведь при его сжигании не образуется сажа, выделяется значительно

меньше парниковых газов CO_2 и N_2O (оксид азота) и вообще не выделяются ртуть и оксиды серы (в отличие от угля и нефти).

Сегодня человечество на пороге энергетической революции, которая со временем отодвинет на второй план ископаемые источники. Впервые в истории подобный переход обусловлен не экономической выгодой (наоборот, многим странам он категорически не выгоден), а вопросом сохранения окружающей среды. Чтобы замедлить глобальное потепление, нужно развивать

низкоуглеродную солнечную, ветровую, гидро- и атомную энергетику (правда, последняя не относится к возобновляемым источникам). Хотя единого мнения о том, сколько должен длиться зелёный переход, нет. Так, в Евросоюзе предлагают осуществить его как можно быстрее — к 2050 году. Другая позиция у стран, которые сильнее зависят от добычи углеводородов. В блоке БРИКС превалирует идея о том, что нужно достичь определённого баланса выбросов и поглощения, а не закрывать все производства, выделяющие парниковые газы. Россия, Китай и Бразилия намерены добиться этого баланса к 2060 году, Индия — к 2070-му.

**1840–1900 гг.**

переход на уголь — с 5 до 50 % от общего объёма

**1915–1975 гг.**

переход на нефть — с 3 до 45 %

**1930–2017 гг.**

переход на газ — с 3 до 23 %

**2017 г. – настоящее время**

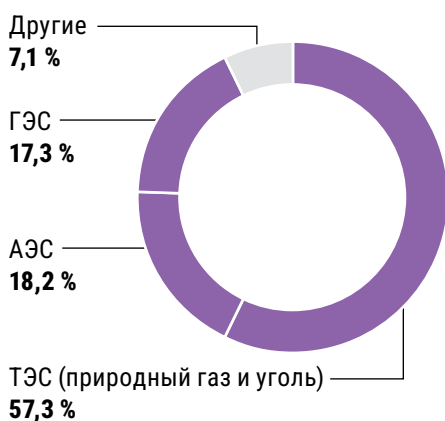
переход на возобновляемые источники энергии

«Особенности баланса выбросов и поглощений парниковых газов в России показывают, что достижение углеродной нейтральности у нас возможно за счёт использования потенциала сокращения выбросов в области лесного и сельского хозяйства, а также роста энергоэффективности, прежде всего, в области ЖКХ. И эти меры не только эффективны в рамках борьбы с изменением климата, но и сопровождаются прямыми экономическими выгодами вследствие рационального и экономного использования природных ресурсов», — рассуждает член-корреспондент РАН и доктор биологических наук Анна Романовская, возглавляющая Институт глобального климата и экологии имени Ю. А. Израэля.

Сколько эмитируют страны из блока БРИКС?

Согласно данным проекта Global Carbon Project за 2023 год, страны БРИКС ответственны за более чем половину мировых выбросов парниковых газов. Антилидер — Китай, на долю которого приходится 31 % глобальной эмиссии. Несравнимо меньше выделяют Индия (7 %) и Россия (5 %), а Бразилия и Южная Африка производят примерно по 1,2 %.

Российская энергетика



По данным Системного оператора Единой энергетической системы РФ

Атомная энергетика

За последние годы доля атомной энергии в мировом производстве сокращается, и сейчас она составляет около 10 %. Мировые лидеры по установленной мощности АЭС (по данным МАГАТЭ и Всемирной ядерной ассоциации за 2024 год): США (96,8 ГВт), Франция (61,4 ГВт), Китай (57 ГВт), Россия (29 ГВт). В нашей стране 11 станций (35 энергоблоков), в том числе единственная в мире плавучая — «Академик Ломоносов».

«В России на АЭС приходится около 20 % всей генерации — это ключевой источник чистой энергии в стране. К 2045 году запланировано увеличение доли чистой атомной генерации до 25 %. В международном сообществе сегодня достигнут консенсус относительно того, что углеродная нейтральность мировой экономики к 2050 году невозможна без атомной энергетики», — говорит директор департамента устойчивого развития госкорпорации «Росатом» Полина Лион.

Атомные электростанции не только не выделяют CO₂, но и вырабатывают электроэнергию стабильно и круглосуточно независимо от погодных условий. В этом их преимущество по сравнению с ветряками и солнечными панелями. Конечно, слабое место нынешних АЭС — ядерные отходы с периодом полураспада, исчисляющимся миллионами лет. Но эту проблему может решить очередной технологический скачок в атомной промышленности. Его намерены совершить учёные и инженеры, работающие над проектом Росатома «Прорыв».



Подробнее
о плавучих АЭС
читайте на сайте
«Сириус.Журнала»

Непотопляемый атом

Российские атомщики разработали целое семейство плавучих энергообъектов, которые по воде можно доставить практически в любую точку планеты. Это уникальный российский проект, не имеющий аналогов. Такая АЭС не только вырабатывает энергию, но и опреснённую питьевую, а также горячую воду. Для реализации масштабного проекта Большого Северного морского пути планируется строительство четырёх плавучих атомных станций малой мощности. Они будут функционировать на севере Чукотки.



Совместно со специалистами проектного направления «Прорыв» в Университете «Сириус» запущена образовательная программа «Прикладная робототехника»



Плавучая атомная теплоэлектростанция «Академик Ломоносов» — первая и единственная в мире, с 2019 года она снабжает светом и теплом город Певек и его окрестности



Проект «Прорыв»

В Росатоме намерены создать новую технологическую платформу на базе замкнутого ядерного топливного цикла с использованием реакторов на быстрых нейтронах. Это позволит многократно перерабатывать отработанное топливо и использовать весь уран-238, превращая его в ценное ядерное горючее — плутоний. Ещё одно важное преимущество технологии на быстрых нейтронах — способность сжигать и трансформировать опасные актиниды (радиоактивные элементы тяжелее урана), снижая продолжительность их распада до нескольких сотен лет. Это должно позволить радикально решить проблему длительного захоронения опасных ядерных отходов. Отрабатывать новую технологию российские специалисты намерены на опытно-демонстрационном энергокомплексе, создаваемом на Сибирском химическом комбинате. Центральным звеном комплекса станет уникальный энергоблок с быстрым реактором БРЕСТ-ОД-300, впервые в мире применяющий свинец в качестве теплоносителя. Первую в мире ядерную энергосистему с замкнутым топливным циклом намерены запустить в 2030 году.



Российский проект на базе реактора на быстрых нейтронах «Прорыв» станет революцией

Михаил Чудаков,
заместитель гендиректора МАГАТЭ

При этом наша страна располагает всеми необходимыми этапами замкнутого цикла атомной энергетики — начиная с разведки и разработки месторождений урана и заканчивая безопасной утилизацией радиоактивных отходов. На ближайшие годы акцент намерены делать на реакторах малой мощности. Они модульные — значит, их можно собирать на заводе и перевозить единым блоком на место установки. С другой стороны, не такие мощные (в несколько раз меньше), как обычные ядерные реакторы, а значит, не столь требовательны к месту расположения. Ну а в случае ЧП меньше риск серьёзных последствий, и даже небольшие происшествия не считаются таковыми, с точки зрения МАГАТЭ.

Гидроэнергетика

Лидирующие позиции по установленной мощности в этой сфере занимают Китай (436 ГВт), Бразилия (110 ГВт), США (102 ГВт), Канада (83 ГВт) и Россия (56 ГВт). Такие данные за 2024 год приводит международное агентство по возобновляемым источникам энергии IRENA. В нашей стране действуют 15 ГЭС,

и вырабатываемая ими энергия ежегодно предотвращает сжигание приблизительно 60 млн тонн условного топлива.

Россия богата большими и малыми реками, что открывает широкие перспективы для развития гидроэнергетики. Значительная часть водных артерий страны сосредоточена в Сибири и на Дальнем Востоке: Ангара, Енисей, Лена, Амур, Обь. Там построены Саяно-Шушенская, Красноярская, Братская, Усть-Илимская ГЭС, которые обеспечивают значительную долю потребности в электроэнергии северных районов.

При этом есть несколько ограничений, которые мешают развивать гидроэнергетику в России. Во-первых, большая часть пригодных для строительства ГЭС участков расположена вдали от центров потребления электроэнергии, что усложняет передачу. Во-вторых, возведение таких крупных и сложных объектов сопряжено с серьёзными экологическими рисками, такими как затопление плодородных земель

Саяно-Шушенская ГЭС — самая крупная электростанция России, её мощность составляет 6 400 МВт, расположена на реке Енисей в Хакасии





Геотермальная электрогенерация

Геотермальная электрогенерация использует пар от горячих подземных вод. Сейчас в России пять таких электростанций: три — на Камчатке, две — на Курилах. Это сейсмоопасные регионы. Впрочем, инфраструктура готова к подземным толчкам — июльское восьмибалльное землетрясение на полуострове не нанесло ей значительных повреждений. Геотермальная электрогенерация получила мощный старт в развитии в первой половине 2010-х годов благодаря профильной государственной программе.

и нарушение экосистем рек. И несмотря на то что гидроэлектростанция снабжает энергией бесперебойно, во время засухи выработка может сильно падать.

Большинство ГЭС в мире были построены в прошлом веке, тогда как сегодня лишь немногие страны реализуют новые крупные проекты в области гидроэнергетики. Это в том числе обусловлено ограниченным количеством доступных мест для размещения объектов большой мощности, объясняет директор по устойчивому развитию и климатическим программам Молодёжного энергетического агентства БРИКС Вадим Кузнецов. По его словам, в России сейчас активно развиваются малые ГЭС. Они позволяют использовать гидроэнергетический потенциал небольших рек и могут быть размещены без ущерба для местных экосистем и близлежащих поселений.

*Геотермальная
электростанция
на Камчатке —
Мутновская
ГеоЭС (50 МВт).
Вскоре начнётся
строительство
Мутновской ГеоЭС-2
мощностью
66,5 МВт*



←
Наибольшую
эффективность
солнечная
генерация
демонстрирует
в южных и степных
зонах

Солнечная энергетика

Солнечная генерация — один из наиболее динамично развивающихся секторов энергетики в мире. Во многом благодаря её 29-процентному росту в прошлом году доля низкоуглеродного электричества в мире превысила 40 %. Сегодня совокупная мощность всех солнечных панелей больше 1 600 ГВт (для сравнения: в 2010 году было всего около 40 ГВт). Лидеры отрасли в 2024 году: Китай — 793 ГВт (больше половины всей мировой солнечной энергии), США — 236 ГВт, Индия — 100,33 ГВт (по данным глобального энергетического аналитического центра Ember's Global Electricity Review и национальных отчётов стран). В Европе в июне 2025 года солнечные панели впервые стали главным источником электричества, сгенерировав (по данным агентства Reuters), рекордные 22,1 % от месячного объёма, обогнав АЭС (21,8 %) и ветряки (15,8 %). В России солнечная энергетика тоже показывает устойчивый рост, хотя сравнивать её мощность с лидерами не приходится — всего 3 ГВт.

И всё-таки за последние годы в стране введены в эксплуатацию десятки новых станций. Всего их больше 70.

Главные плюсы солнечной генерации в том, что она бесконечна (Солнце будет светить ещё несколько миллиардов лет) и низкоуглеродна. Фотоэлементы работают бесшумно, их часто монтируют на крышах домов. Владельцы зданий могут самостоятельно производить электричество, не зависеть от централизованных сетей и не страдать от возможных перебоев. Со временем солнечные панели окупаются и помогают экономить на электроэнергии, повышая ценность недвижимости. Главный минус — зависимость от погоды и времени суток. В пасмурный день выработка резко падает. К тому же крупным солнечным фермам нужны обширные территории для установки панелей. Да и добыча кремния вместе с изготовлением фотопреобразователей тянет за собой углеродный след. А отработавшие модули содержат токсичные материалы, и их утилизация пока недостаточно развита.

«
Энергосистема
России — один
из мировых
лидеров по степени
экологичности
выработки
электроэнергии.
Углеродный след
электроэнергетики
России ниже, чем
в среднем в странах
G7

Фёдор Опадчий,
председатель
АО «Системный оператор
Единой энергетической
системы»



О том, что такое
углеродный след
и кто его оставляет,
читайте в онлайн-
версии «Сириус.
Журнала»

Ветроэнергетика

Обычно ветропарки строят в море на расстоянии 10–12 км от берега. Как правило, это десятки турбин, и оборот каждой из них даёт примерно 1,5 кВт·ч электроэнергии (для сравнения: частный дом в среднем потребляет 8–10 кВт·ч в день). Как и солнечные панели, это классический пример зелёной генерации, при которой в атмосферу не попадают парниковые газы (если не учитывать углеродный след от производства и установки ветряков). Минусы: зависимость от погодных условий (требуется балансировка сети, а также накопители или резервные мощности), шумовое загрязнение и негативное влияние на диких животных — в частности, на птиц и летучих мышей.

Безусловный мировой лидер по установленной мощности наземной ветроэнергетики — Китай. Данные Global Wind Energy Council, IRENA и Национального энергетического управления КНР показывают, что общая установленная мощность наземных ветроэлектростанций (ВЭС) в Поднебесной на конец 2023 года достигла 446 ГВт. Это более 40 % от мировой установленной мощности всей наземной ветроэнергетики. Причём китайские инженеры не только развивают уже освоенные технологии, но и предлагают новые решения.

На втором месте США (150 ГВт), на третьем — Германия (61 ГВт). В России сейчас эксплуатируются 26 ветропарков с суммарной мощностью 2,5 ГВт (по данным АО «Системный оператор Единой энергетической системы» на начало 2024 года). Доля ветрогенерации в общем производстве электроэнергии в РФ сегодня не превышает 0,5 %.

При этом в нашей стране нет действующих морских ВЭС, хотя природный потенциал для их установки колоссальный — Россия обладает одной из самых длинных береговых линий в мире. Причина в том, что строительство морской турбины в несколько раз дороже наземной из-за сложности монтажа, дороговизны фундамента, необходимости прокладывать подводные кабели и нанимать для этого специализированные суда.

В развитии ветроэнергостанций важно учитывать вопрос переработки и безопасной утилизации отработавших лопастей. Многие материалы, используемые в создании ветровых турбин и солнечных батарей, требуют добычи полезных

Ветровая энергетика способна обеспечить до четверти от всего внутреннего объёма энергопотребления России



Летающий ветряк

В сентябре 2025 года в Китае успешно испытали самый большой в мире летающий ветрогенератор. Это дирижабль с кольцевым крылом длиной 60 метров и высотой 40, способный работать на высоте около 1 500 метров. На нём установлены 12 турбогенераторов мощностью 100 кВт каждый. От воздушной электростанции к земле тянется кабель, по которому передаётся выработанная энергия.

Ветры, дующие на высоте от 500 до 10 000 метров над землёй, значительно сильнее и стабильнее тех, что у поверхности. При удвоении скорости ветра его энергия увеличивается до восьми раз, а при утроении — в десятки раз. В отличие от обычных наземных ветрогенераторов, воздушным не нужны основательный фундамент и массивная башня. Значит, можно ощутимо сократить затраты на установку и на стоимость конечного продукта.

ископаемых и сложных производственных процессов. Далеко не все компоненты, такие как сплавы металлов или композиты, легко подвергаются вторичной переработке. Зачастую утилизация отходов альтернативной энергетики оказывается затратной процедурой, иногда требуется захоронение отслуживших своё деталей.

В России на заводе в Ульяновске изготавливают лопасти ветровых турбин из специальных долговечных материалов — стекло- и углекомпозитов, а также бальзового дерева и поливинилхлоридных листов. Благодаря этому срок службы повышается минимум до 25 лет.



При сравнении различных источников энергии необходимо принимать во внимание не только объём выбросов в момент генерации, но и углеродный след конкретной энергетической технологии на протяжении всего жизненного цикла — с момента добычи необходимого для её производства сырья до вывода объекта из эксплуатации

**Вадим Кузнецов,
директор по устойчивому
развитию и климатическим
программам Молодёжного
энергетического агентства БРИКС**



*Первый ветропарк
в России появился
в 2018 году
в Ульяновской
области, в посёлке
Красный Яр*

Как и на кого повлияет зелёный переход?

Пока одни страны будут нести значительный экономический ущерб от декарбонизации, другие получают ощутимые преимущества. Речь о тех, кто уже давно инвестирует в области возобновляемой энергетики и мирного атома. Перечислим сферы, в которых ожидаются масштабные изменения. А лидерство в глобальной торговле рано или поздно перейдёт к низкоуглеродным производителям и к тем, кто специализируется на зелёных технологиях и инфраструктуре.

Транспорт

Общемировой объём инвестиций в новый энергетический переход ежегодно растёт. По данным Bloomberg, в 2024 году на него потратили больше двух триллионов долларов (+11 % по сравнению с 2023-м). И больше всего финансирования получает электротранспортное направление — 757 миллиардов (для сравнения: на развитие всей энергетики из возобновляемых источников было потрачено 728 миллиардов).

Каждый пятый новый автомо- биль, проданный в 2024 году по всему миру, был электри- ческим

Международное
энергетическое агентство

В Китае владельцам
электромобилей
выдают
специальные
зелёные номера



Всего в 2024 году куплено более 17 млн электрокаров, более 11 млн из них — в Китае. В США продажи тоже растут, но темпы ниже, чем раньше. А в Европе они замедлились из-за отмены субсидий. При этом один из мировых лидеров по переходу на электротранспорт — Норвегия. В 2024 году 94 % приобретённых её жителями новых машин были с электродвигателем. В планах правительства страны полностью отказаться от продаж обычных бензиновых автомобилей.

Вопрос рентабельности — ключевой при переходе на электротранспорт. Например, в Германии в 2024 году продажи электромобилей упали почти на 55 % по сравнению с предыдущим годом после того, как государство прекратило субсидировать эту сферу. Многие производители вынуждены продавать электромобили в убыток или с минимальной прибылью. Например, в компании Ford, крупнейшем производителе «электричек», неоднократно заявляли, что их подразделение

электромобилей несёт многомиллиардные убытки — и инвестиции в них придётся сократить. Другой крупный игрок рынка — Mercedes-Benz также пересмотрел свои амбициозные планы по полной электрификации к 2030 году. Там ссылаются на рыночные условия и сохраняющуюся рентабельность автомобилей с двигателем внутреннего сгорания и гибридных электродвигателей). В Германии прогнозируют, что в случае зелёного перехода к 2030 году под угрозой потерять работу окажутся 100 тысяч сотрудников автозаводов. Впрочем, Volkswagen и BMW продолжают активно инвестировать в электротранспорт. Нарращивают объёмы выпуска и китайские производители — с каждым годом они предлагают покупателям всё более доступные по цене и качеству модели.





Российский «АТОМ»

Массовое производство легковых электромобилей в России пока ограничивается сборкой китайских моделей. Впрочем, в нашей стране ведут собственные разработки. Так, Росатом уже готовит к запуску первый в стране серийный электрокар — «АТОМ». Такой подход должен способствовать популяризации электрического транспорта в России и обеспечить эффективную эксплуатацию существующей сети зарядных станций, говорит директор направления «Электромобильность» компании «ТВЭЛ» (управляющая компания топливного дивизиона Росатома) Александр Бухвалов. Госкорпорация намерена реализовать весь спектр производства аккумуляторов — от добычи и переработки лития до изготовления анодов, катодов, электролитов и собственно самих батарей. Сейчас строятся две фабрики.

↑
В первую очередь «АТОМ» планируют внедрять в такси и каршеринге

«Китай уже длительное время реализует стратегию полного перехода на электротранспорт. И уже очень скоро автомобили с ДВС просто прекратят поступать на российский рынок. Это несёт в себе большие риски, потому что наша инфраструктура для электромобилей к такому пока не готова. Отсутствие мощностей по массовому производству и переработке ионно-литиевых батарей, зависимость от импортных комплектующих — все эти проблемы требуют серьёзного внимания со стороны государства и бизнеса. Важно обеспечить электрификацию не только российского общественного транспорта, но и легковых автомобилей», — рассуждает преподаватель кафедры международных комплексных проблем природопользования и экологии МГИМО МИД России Екатерина Близнечная.

За последний год число зарегистрированных в РФ электрокаров увеличилось на треть и достигло отметки в 60 тысяч. Правда, это лишь 0,12 % от общего числа машин (по данным агентства «Автостат»). Главные препятствия для развития

↗
Предприятие в Невинномысске (Ставропольский край), где производят аммиак, азотные и сложные минеральные удобрения



электротранспорта в России — дороговизна таких машин и недостаточно развитая сеть зарядных станций и других объектов инфраструктуры (особенно в небольших городах).

Что касается выгод от перехода на электрические машины, то главная заключается в том, что воздух станет чище. Автомобильные выхлопы — главный источник его загрязнения в большинстве российских городов. Также снизятся уровень шума и загрязнение городских стоков и почв горюче-смазочными материалами. А ещё сократятся расходы на личный транспорт, ведь электромобиль служит дольше, чем авто с ДВС, а затраты на его эксплуатацию ниже.

Аккумуляторы

Рынок электротранспорта зависит от производства аккумуляторов, а для их изготовления нужны редкие металлы: литий, кобальт, никель. В ближайшие годы эти элементы будут очень востребованы. Уже через два десятка лет спрос на никель и кобальт вырастет на 60–70 %, на литий — почти на 90 %, на медь и редкоземельные элементы — на 40 % и больше (по оценкам

Международного энергетического агентства). Когда спрос огромный, а предложение ограничено, цены стремительно растут. Подобное было в 2021 году, когда один из видов лития подорожал на 400 %. Такие скачки цен не могут не сказаться на стоимости батарей, а значит, и техники, которую они питают.

Другое слабое место современных аккумуляторов — утилизация. Они содержат токсичные химикаты, которые при неправильном хранении могут попасть в почву и воду. Сейчас перерабатывается всего около 5 % отслуживших батарей, остальные 95 % просто выбрасываются, хотя эффективная переработка возможна — и успехи в этой области демонстрирует Китай. В России утилизацией пока занимаются лишь два завода — в Ярославле и Челябинске. В ближайшем будущем построят ещё один в Дзержинске. Больше пока не нужно — рынок электрокаров всё ещё мал, а значит, и число аккумуляторов, требующих переработки, невелико.

Сельское хозяйство

Число жителей Земли неуклонно растёт, и еды уже давно всем не хватает. С каждым годом всё больше людей страдают от нехватки продовольствия, а зелёный переход способен усугубить такое положение дел. Например, спровоцировать подорожание удобрений. У России с ними всё в порядке — и с азотными, и с калийными, и с фосфорными. В зависимости от методики подсчёта страна стабильно занимает первое или второе место в мире по объёмам производства и экспорта. Ключевые импортёры — Бразилия, США, Индия, страны Африки, рассказывает начальник отдела климатических проектов «РосАгрохимслужбы» Евгений Ваулин.

«Основное наше преимущество — низкая стоимость природного газа, который является ключевым сырьём для производства, например, азотных



удобрений. В России не только дешёвый газ, но и развитая инфраструктура для его использования. Кроме того, для крупнотоннажных химических производств критически важна пресная вода, доступ к которой в стране также имеется. Благодаря этому сочетанию факторов производство удобрений в России остаётся рентабельным и позволяет выпускать продукт с высокой добавленной стоимостью, что исторически и обусловило силу отечественной отрасли», — поясняет он.

В 2022 году резкий скачок цен на газ привёл к подорожанию удобрений по всему миру. Это сильно ударило по рентабельности ферм, особенно в зависимых от поставок метана европейских государствах и странах — импортерах удобрений. Агропредприятия были вынуждены экономить на химикатах, рискуя урожайностью. То же самое может произойти в случае резкого перехода на низкоэмиссионное производство. Другой сценарий: фермеры не станут рисковать и будут тратить больше на удобрения, но при этом поднимут цены на свою продукцию. Это приведёт к повышению глобальной продовольственной инфляции.

Другой немаловажный момент — большинство сельхозтехники работает на дизельном топливе, от которого придётся отказаться. Современный электрический трактор в два-три раза дороже привычного дизельного, а значит, не по карману

Переход на возобновляемые источники энергии повышает риск возникновения региональных дисбалансов в обеспечении продовольствием, ведь многие страны не располагают нужными природными и климатическими условиями для развития солнечной, гидро- или ветроэнергетики



Что такое «зелёный» аммиак?

Аммиак (NH_3) — ключевой продукт для производства минеральных удобрений. Из аммиака делают карбамид и нитрат аммония. На фоне энергоперехода выделяют два технологических подхода к получению этого вещества. Первый — «зелёный» — основан на энергии из возобновляемых источников. Необходимый для этого водород получают путём электролиза воды (процесс расщепления воды на водород и кислород с помощью электричества), а электричество для этого процесса генерируется, например, солнечными или ветряными электростанциями. «Голубой» аммиак производится из природного газа, но с применением технологий улавливания и хранения углерода, что снижает выбросы CO_2 . Второй способ экономически значительно выгоднее первого, и большинство российских предприятий используют именно его. При этом «зелёный» аммиак — это эффективный энергоноситель для хранения и транспортировки водорода, а также топливо для транспорта и энергетики.





↑
*Поле рапса в Бельгии, который
выращивают для производства биодизеля*

малым хозяйствам без господдержки или льготных кредитов.

Один из рисков для сельского хозяйства несёт в себе и развитие биоэнергетики — выработки электричества при сжигании специальным образом переработанных отходов лесозаготовки и сельского хозяйства. Хотя они считаются низкоуглеродным топливом, конверсия пахотных земель под выращивание энергоносителей вынуждает осваивать дополнительные природные территории, что приводит к нарушению природного баланса. Вырубка лесов и осушение болот под новые посевы приводят к высвобождению больших объёмов углекислого газа и метана. А чрезмерное применение интенсивных агротехнологий увеличивает выбросы закиси азота, которая гораздо негативнее влияет на климат, нежели углекислый газ. К тому же усиливаются процессы деградации почвы и загрязнения водных ресурсов.

«Для смягчения изменений климата важно найти последовательность технологических операций, которые

создадут положительный баланс органического углерода в почвах за счёт подбора соответствующих севооборотов, способов обработки почвы, приёмов по гумификации растительных остатков и стабилизации органического вещества в почве», — отмечает первый заместитель директора Почвенного института им. В. В. Докучаева Даниил Козлов.

С другой стороны, развитие возобновляемых источников энергии позволит уменьшить негативное воздействие на природные ресурсы, что положительно отразится на здоровье почв и водоёмов. К тому же снижение выбросов парниковых газов глобально снизит риски наводнений, засух и других экстремальных климатических явлений, угрожающих урожаям.

Городская среда

Энергопереход меняет облик современных городов. Во-первых, важным видом транспорта становятся электрические средства индивидуальной

Топливо против еды

Биоэтанол и биодизель — два основных вида жидкого моторного топлива на растительной основе. Первый изготавливается из сахаристых и крахмальных культур. Второй — из рапсовых, соевых, подсолнечных и пальмовых масел. Один из крупнейших в мире производителей и потребителей биотоплива, особенно этанола из сахарного тростника, — Бразилия. Уже больше 15 лет в этой стране действует программа по привлечению фермеров в производство сырья для биодизеля. Со временем многие из них переключились на более прибыльные «энергетические» культуры, что ударило по продовольственной безопасности страны. Властям пришлось законодательно регулировать данную сферу. Правда, эффективность их решений подвергается критике.

мобильности. Их массовое использование рано или поздно повлияет на внешний вид улиц, ведь потоки пешеходов и самокатчиков нужно разводить (либо снижать скорость последних).

«Распространение робототехнической доставки, дронов, электромобилей — всё это влияет на инфраструктуру, социальные связи, рынок труда и городскую среду. При её проектировании архитектурные консорциумы уже учитывают эти факторы. Здесь социология, архитектура и строительство пересекаются. И вместе с благоприятными эффектами есть очевидные риски: сдвиг в занятости и угроза потери рабочих мест», — отметила председатель Совета федеральной территории «Сириус» Елена Шмелева, выступая на V Конгрессе молодых учёных.

Во-вторых, перевод общественно-го транспорта на электричество приведёт к снижению уровня уличного шума. Значит, жители мегаполисов будут меньше от него уставать.

Изменится и подход к возведению зданий. Сегодня практически у каждого строения есть углеродный след, который состоит из выбросов на каждом этапе его жизненного цикла — от производства стройматериалов и их транспортировки к месту возведения до демонтажа и утилизации отходов. Во время эксплуатации здания этот след складывается из потребления энергии для отопления, охлаждения, освещения, техобслуживания и других нужд. Низкоуглеродное строительство стоит на принципах применения экологически чистых (в том числе переработанных и перерабатываемых) материалов, энергоэффективности, использования возобновляемых источников энергии и компенсации выбросов.

Для того чтобы достоверно оценить выбросы CO₂ при эксплуатации здания, перед строительством создают цифровую модель его и прилегающей территории. Это позволяет ещё на этапе проектирования выбрать оптимальную ориентацию здания по сторонам горизонта, точно рассчитать поступление солнечного света и нагрузку на систему кондиционирования. Также применяются вентилиция с рекуперацией тепла (тепловая энергия передаётся от отработанного воздуха к свежему через специальный теплообменник) и адиабатическое охлаждение (метод снижения температуры воздуха за счёт естественного процесса испарения влаги). Эти технологии

позволяют существенно сократить энергопотребление и уменьшить выбросы углекислого газа.

Примером реализации низкоуглеродных строительных решений станет кампус Научно-технологического университета «Сириус». Он объединит на одной территории учебные корпуса, жильё для студентов, сотрудников Университета и резидентов Инновационного научно-технологического центра «Сириус». Кампус сделают полигоном для демонстрации передовых работ в области декарбонизации строительной сферы.

«В Сириусе будет реализован подход устойчивого развития в строительстве по стандарту Green Zoom. Это значит, что объекты пройдут оценку не только по энергоэффективности, но и по комплексному снижению углеродного следа. Там появятся системы вторичного использования серой воды (сточная

вода из душевых, умывальников и стиральных машин), дождевые сады и испарительные водоёмы, зелёные и светлые кровли, вертикальное озеленение, а также энергоэффективное наружное освещение. Для южного климата особенно важны природоподобные технологии охлаждения: адиабатические системы, навесы, перголы (конструкция для поддержки вьющихся растений), водные поверхности, которые снижают перегрев территории и нагрузку на кондиционирование. Эти решения одновременно уменьшат потребление ресурсов, сократят выбросы CO₂ и сформируют комфортную дружественную среду для людей. Таким образом, Сириус станет первым крупным примером применения Green Zoom в южном регионе России, где низкоуглеродное строительство адаптируется к специфике субтропического климата», — подчёркивает директор Научно-исследовательского института устойчивого развития в строительстве (НИИУРС) Вера Бурцева.





*Университетский
кампус станет
культурно-
образовательным
ядром Сириуса*

Рынок труда

Прогнозы говорят о том, что в течение ближайших пяти лет произойдут существенные изменения на рынке труда. Количество сотрудников в таких сферах, как горнодобыча, нефтеперерабатывающая промышленность и обслуживание двигателей внутреннего сгорания, существенно сократится. Специалисты предполагают потерю около пяти миллионов рабочих мест непосредственно в секторе добычи ископаемого топлива.

Вместе с тем открываются широкие перспективы трудоустройства в новом сегменте. По прогнозу ООН, сфера низкоуглеродной энергетики, энергоэффективных технологий и низкоэмиссионного производства изделий может создать больше 30 миллионов рабочих мест. Значит, потребуется масштабная переквалификация. Появятся новые профессии: инженеры по возобновляемым источникам энергии, специалисты по улавливанию, хранению и утилизации CO₂, разработчики материалов с низким углеродным следом. Для обучения таких специалистов в высших учебных заведениях уже создаются специальные факультеты зелёной энергетики, устойчивого развития, циркулярной экономики. ■

Антон Гусев

Энергопереход обещает будущее, в котором климатические изменения не будут такими угрожающими, как сейчас. При этом он обнажает экономические риски, способные нанести ощутимый ущерб многим странам, где развита добыча полезных ископаемых. Впрочем, сокращать использование невозобновляемых источников энергии всё равно придётся, чтобы добиться оптимального баланса выбросов и поглощения CO₂. Заместить углеводороды в перспективе способны солнечная, ветровая, гидро- и ядерная энергетика — так называемый зелёный квадрат. Две последние покрывают базовую нагрузку, и они в России дают около трети объёма всей электроэнергии. А две первые отвечают за пиковую нагрузку, и в этих областях нашей стране есть над чем работать. Ну а компании, представляющие угольную и нефтегазовую промышленность, неизбежно столкнутся с необходимостью адаптироваться к новым реалиям. Они уже сейчас разрабатывают долгосрочные стратегии развития с учётом зелёного перехода. В прошлом году с помощью возобновляемых источников и АЭС впервые было сгенерировано 40 % от общего объёма электричества в мире (согласно докладу Международного энергетического агентства). Очевидно, что эта цифра в будущем будет только расти.



ИГРА НА ПОТЕПЛЕНИЕ:

КАК УСТРОЕНА
КЛИМАТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА





НЫНЕШНИЙ ЭНЕРГОПЕРЕХОД ДИКТУЕТ НОВЫЕ ПРАВИЛА ИГРЫ НЕ ТОЛЬКО В ЭКОНОМИКЕ, НО И В ПОЛИТИКЕ

Зелёная повестка становится инструментом борьбы с конкурентами и способом давления на международных переговорах. Это напрямую касается России с её экспортно ориентированной углеродоёмкой экономикой. Вот почему нашей стране важно не только адаптироваться к климатическим изменениям, но и разумно отстаивать национальные интересы на базе собственных научно обоснованных данных. Ключевую роль в этом деле играют не только учёные, но и дипломаты.

↑
Выступая на 80-й сессии Генассамблеи ООН, Трамп назвал борьбу с изменением климата «аферой» и раскритиковал усилия стран по сокращению углеродного следа. Он приветствовал использование угля, нефти и газа, заявив, что возобновляемая энергия дорога и неэффективна

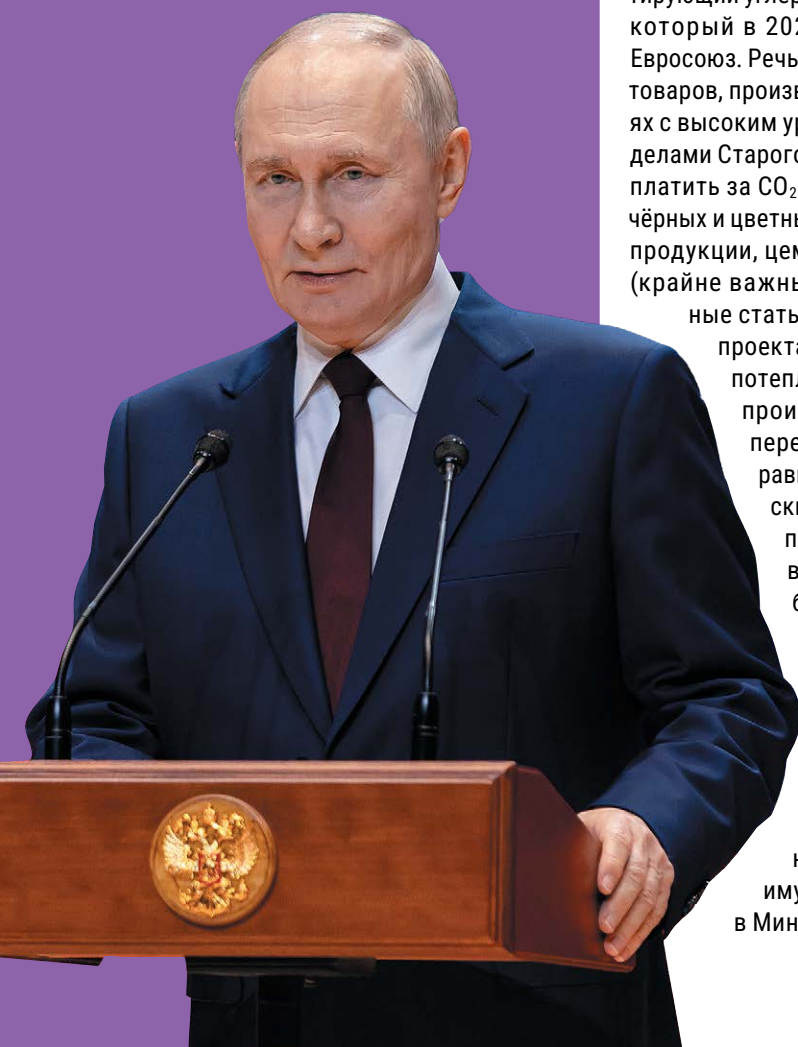


Выход из Парижского соглашения — ключевой международной инициативы по борьбе с глобальным потеплением — стал одним из первых решений президента Дональда Трампа сразу после его второй инаугурации 20 января 2025 года. «Америка прежде всего» — так в трёх словах он обосновал свой указ. Подобные соглашения ограничивают компании из США, добывающие полезные ископаемые. Аналогичный указ Трамп подписал ещё во время своего первого президентства в 2017 году, но его преемник Джо Байден потом вернул всё обратно. Это говорит о том, что вопросы изменения климата давно стали частью международной политики.

Очевидно, что зелёный энергопереход тормозит экономику США, что не устраивает их власти. Новый министр финансов США Скотт Бессент неоднократно заявлял, что для успеха второго президентского срока Трампа необходим рост добычи нефти в стране. При этом на Соединённые Штаты приходится десятая часть всех антропогенных выбросов CO₂ (согласно последнему отчёту Еврокомиссии за 2024 год), так что сокращение эмиссии, очевидно, ударит по нефтяникам.

В структуре российской экономики 85 % низкоэмиссионной генерации. Это одна из самых зелёных генераций в мире

Владимир Путин



Для сравнения: Китай вырабатывает треть от всего объёма парниковых газов на планете, при этом остаётся среди участников Парижского соглашения и не намерен отказываться от декарбонизации своей промышленности. Просто этот процесс власти КНР собираются выполнять постепенно. Ну а у России эмиссия чуть больше 5 %.

Разные страны демонстрируют разные подходы к климатической повестке. Пока одни выходят из международных инициатив, другие их вообще отрицают. К примеру, Иран, который эмитирует около 2 % парниковых газов (вдвое больше, чем вся международная авиация), вообще не подписал Парижское соглашение. Ну а другие вводят квоты на высокоуглеродную продукцию, пограничные корректирующие карбоновые механизмы или просто организуют эмбарго. Некоторые решения фактически формируют альтернативу прямым санкциям, маскируя экономическое давление под заботу об окружающей среде. Перечислим главные инструменты влияния.

Налог на CO₂

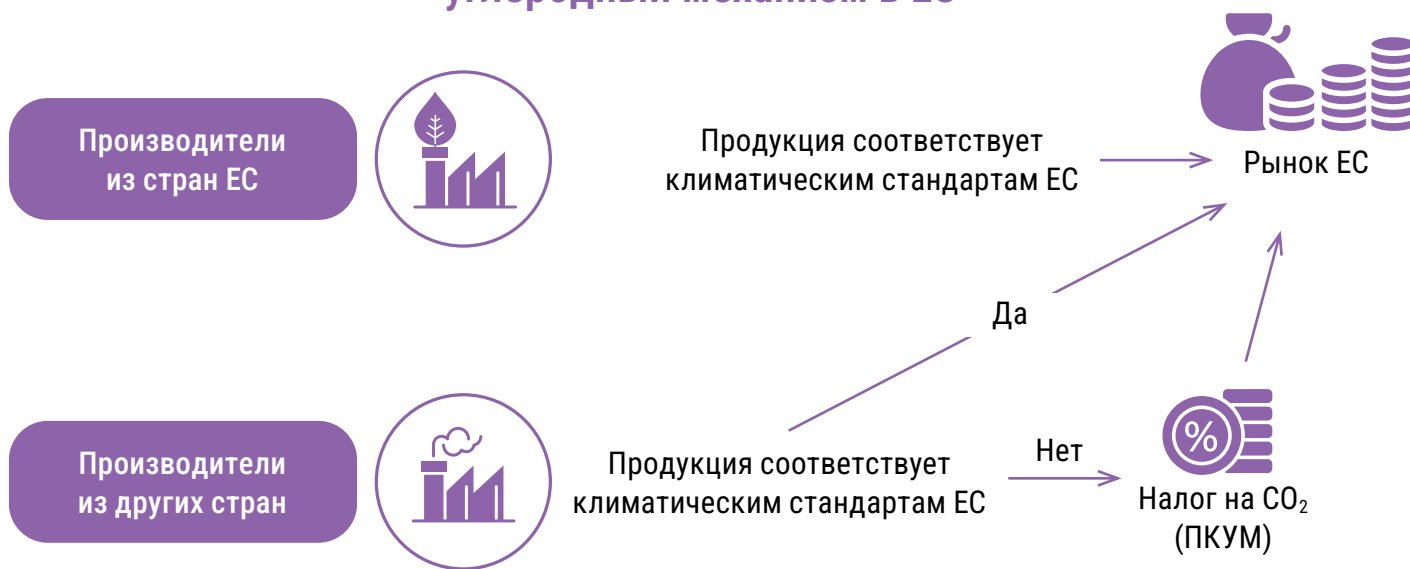
Carbon Border Adjustment Mechanism, или СВАМ, — это пограничный корректирующий углеродный механизм (ПКУМ), который в 2026 году будет вводить Евросоюз. Речь идёт о налогообложении товаров, произведённых на предприятиях с высоким уровнем выбросов за пределами Старого Света. На первом этапе платить за CO₂ придётся поставщикам чёрных и цветных металлов, химической продукции, цемента и электроэнергии (крайне важные для России экспортные статьи). Декларируемая цель проекта — борьба с глобальным потеплением, стимулирование производителей к зелёному переходу и попытка создать равные условия для европейских низкоуглеродных предприятий и их конкурентов в странах с мягкими требованиями по декарбонизации. Но по факту в ЕС борются с проблемой переноса своих производств в третьи страны, где издержки ниже, а также создают собственным компаниям искусственное преимущество. В этом уверены в Минэкономразвития РФ.

Парижское соглашение

ЗаклЮчить международное соглашение об ограничении антропогенной эмиссии парниковых газов планировали ещё в середине 2000-х. Правда, попытка сделать это на Конференции ООН по изменению климата в Копенгагене в 2009 году закончилась неудачей. Через шесть лет инициативу всё же оформили на аналогичной конференции в Париже. Главная цель соглашения — удержать рост средней температуры на Земле в пределах 1,5–2 °C по сравнению с доиндустриальным периодом (условной точкой отсчёта стал 1850 год). Другая важная цель — адаптация к глобальному потеплению и его последствиям.

Документ в итоге ратифицировали 186 стран, а также Евросоюз. Каждое государство самостоятельно определяет свой вклад в ограничение выбросов CO₂, и это одно из слабых мест соглашения, считают эксперты. Отсутствие международно согласованных обязательств по эмиссии на национальном уровне затягивает решение проблемы. Также нет конкретной цели по сокращению объёмов выбросов, установлены лишь температурные отметки, указанные выше.

Как будет работать пограничный корректирующий углеродный механизм в ЕС



«Евросоюз пытается навязать всему миру стандарты, которые выгодны только Брюсселю. Борьба с изменениями климата — в данном случае лишь предлог. ПКУМ не имеет с ней ничего общего. Напротив, он забирает в бюджет ЕС и так ограниченные ресурсы развивающихся стран, которые могли быть направлены ими на модернизацию своих производств или снижение влияния выбросов на климат наиболее экономически эффективным для них способом», — заявил министр экономического развития РФ Максим Решетников.

По оценкам аналитиков РАНХиГС, на первом этапе введения ПКУМ российские компании будут ежегодно терять до 3–4 млрд евро. К 2030 году сумма может вырасти до 6,5 млрд долларов. А отклонение российского ВВП от базового сценария из-за введения СВМ в 2040 году составит минус 11,3 %, подсчитали аналитики Центробанка РФ. Помимо этого, трансграничное углеродное регулирование затрагивает интересы российских производителей на рынках третьих стран, поскольку распространяется на всю цепочку производства соответствующих товаров.

Вот почему Россия обжалует введение пограничного корректирующего углеродного механизма ЕС во Всемирной торговой организации. Помимо РФ, противниками ПКУМ выступают Бразилия, Индия,

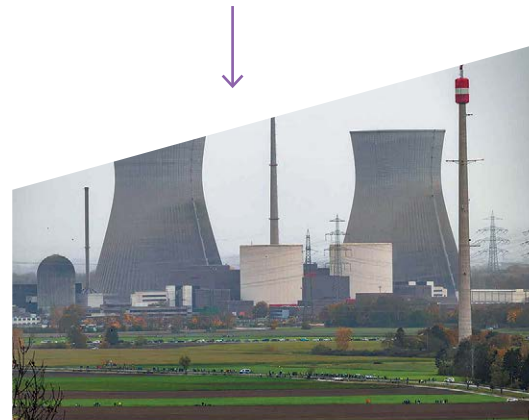
Китай и Южная Африка. Судя по всему, страны БРИКС попытаются заблокировать внедрение СВМ в его нынешнем формате.

Эмбарго под климатическим соусом

Другой пример — отказ от импорта угля и нефти из РФ, который после 2022 года стал общим местом санкционной политики Запада. Он также сопровождался климатической риторикой, что хорошо видно на примере пятого пакета санкций (апрель 2022 года), где эмбарго на уголь было обосновано не только необходимостью «ослабления военного потенциала России», но и «снижением зависимости от ископаемого топлива в рамках Европейского зелёного соглашения». Вместе с тем крупнейшая экономика Старого Света — Германия продолжает активно топить свои ТЭС грязным во всех смыслах углём. А замещение российского природного газа сланцевым из США, который считается более углеродоемким из-за особенностей добычи, фактически увеличило выбросы парниковых газов. Таким образом, экологические аргументы служили скорее для легитимации уже принятых политических решений, чем для соблюдения последовательной климатической стратегии.

«Если какой-то ресурс лежит в основе экономического благосостояния

В октябре 2025 года в Баварии управляемым взрывом уничтожили две охладительные башни бывшей АЭС «Гундремминген» — это событие называют концом атомной эпохи в энергетике Германии



страны, отказываться от него неразумно. Например, уголь. В России есть негацифицированные регионы, и уголь там — единственный экономически эффективный топливно-энергетический ресурс. То есть важно ориентироваться на экономическую целесообразность использования тех или иных ресурсов и технологий, а также на приоритет энергетической безопасности и надёжного снабжения потребителей. При этом можно сокращать выбросы парниковых газов от использования ископаемого топлива, соответствующие технологии есть. Ещё можно компенсировать выбросы за счёт повышения поглощения парниковых газов в природных экосистемах», — объясняет Татьяна Ларионова, возглавляющая аппарат Комитета по климатической политике и углеродному регулированию Российского союза промышленников и предпринимателей.

Низкоуглеродный протекционизм

В 2021 году Байден вернул США в Парижское соглашение, и в стране приняли закон о снижении инфляции. Среди его главных целей было развитие зелёной энергетики и низкоуглеродных технологий. Федеральное правительство выделило около 370 млрд долларов на субсидии и гранты для продвижения водородных проектов и модернизации соответствующей инфраструктуры, а также на налоговые льготы для покупателей

Электромобили Tesla — самые узнаваемые в мире, хотя звание крупнейшего производителя таких машин компания Илона Маска давно утратила



электромобилей.

Только на поддержку производства аккумуляторов было предусмотрено 30 млрд.

Формально это борьба с климатическими изменениями, на практике — усиление конкурентных позиций американских компаний на фоне глобального перехода к низкоуглеродной экономике. В ЕС такие меры назвали «нечестной конкуренцией». В результате две крупные мировые экономики, на словах декларируя климатическое сотрудничество, всё активнее используют зелёную повестку как инструмент бизнес-конфронтации. Технологии из-за этого дорожают, а рынок дробится, что негативно влияет на всех его игроков.

«Для укрепления внешней конкурентоспособности и устойчивости собственной экономики России необходимо учитывать все факторы развития

и регулирования климатической повестки на мировом уровне. Ведь наша страна интегрирована в глобальный рынок и участвует в международных цепочках поставок. Одновременно важно отстаивать свои национальные интересы, учитывая географию страны, отраслевую специфику и экономический потенциал. Кроме того, мы все должны понимать взаимосвязь между изменением климата и задачами по восстановлению экосистем, сохранению биоразнообразия и чистых водных ресурсов, по борьбе с опустыниванием и другими аспектами защиты окружающей среды, а также с учётом, например, интересов коренных народов. Необходимо в первую очередь осознавать влияние изменения климата на благополучие и здоровье людей. Ключевым приоритетом сегодня должны стать меры адаптации к изменению климата», — отмечает исполнительный директор Национальной сети глобального договора ООН в России Наталья Дорпеко.





*Первая продажа
российских
углеродных
единиц за рубеж
стала возможна
благодаря проекту
по авиационной
охране лесов
от пожаров*

Рынок углеродных единиц

Очевидно, что разные предприятия выделяют разные объёмы углекислого газа. И те, кто эмитирует меньше, получают бонусы в виде углеродных единиц (каждая равна тонне сокращённых выбросов, переведённых в эквивалент углекислого газа (CO_2 -эквивалент)). Эту своеобразную валюту можно выставить на специальный рынок, где продавать тем, кто не удовлетворяет требованиям низкоэмиссионной экономики и её целевым показателям. Это должно стимулировать бизнес декарбонизировать собственные производственные процессы: внедрять новые технологии и модернизировать оборудование.

Углеродный рынок может быть как регулируемым, так и добровольным. Первый построен на обязательных квотах и налогах. По такому принципу работает крупнейший мировой рынок углеродных единиц Emissions Trading System в Евросоюзе. Второй вариант ориентирован на компании с небольшим объёмом выбросов. Такой подход реализован в России. В нашей стране уже разработаны правила и нормы для ведения рынка углеродных единиц, созданы национальные стандарты и методы оценки климатических проектов. Можно запускать проекты, направленные на уменьшение

выбросов парниковых газов и увеличение их поглощения природными системами. Также введена своя система проверки достоверности отчётности по выбросам, соответствующая международным требованиям и стандартам РФ. Главная проблема заключается в том, что российские углеродные единицы не признают на международных добровольных рынках. Вот почему первая продажа за рубеж российских углеродных единиц (проект компании «РУСАЛ»), состоявшаяся осенью 2024 года, стала настоящим событием. Сделку организовал Газпромбанк, а покупателем стала Equity International General Trading — компания из ОАЭ, предоставляющая консультации по разработке корпоративных стратегий в области климата и устойчивого развития.

«Обсуждение сделки началось в мае, а завершить её удалось только в ноябре. Однако именно длительность процесса позволила настроить и закрепить необходимые процедуры проверки соответствия требованиям законодательства. Отсутствие прозрачных и понятных процедур признания российских УЕ на международном уровне затрудняет проведение сделок и увеличивает риски для всех участников процесса. Сейчас большинство зарубежных

платформ и покупателей ориентируются на единицы, выпущенные по международным стандартам, таким как Verra или Gold Standard, тогда как российские УЕ не признаются. Это создаёт барьеры для выхода на глобальный рынок. Отсюда низкий интерес со стороны иностранных покупателей», — объясняет директор по устойчивому развитию компании «РУСАЛ» Ирина Бахтина.

Пока российский углеродный рынок формируется, но его уже называют одним из наиболее перспективных. Сведения о результатах проектов верифицируются и попадают в реестр углеродных единиц, который заработал в России в 2022 году. Там ведётся учёт «валюты». По сути, именно в реестре происходит трансформация сокращений вредных промышленных выбросов в товар, который можно монетизировать. Сегодня установленная стоимость одной углеродной единицы в России — 1 000 рублей. Также внедрена система верификации выбросов, соответствующая международным требованиям. В реестре углеродных единиц сегодня около 70 климатических проектов, а количество выпущенных углеродных единиц превышает 34 млн тонн CO_2 -эквивалента. Часть из них используется игроками рынка для компенсации собственного углеродного следа.

Зелёный неокOLONиализм

Многие критически важные для производства аккумуляторов и электромобилей минералы – вроде лития и кобальта – добывают в странах третьего мира. Прибыль же получают развитые экономики. В каком-то смысле во время зелёного перехода воспроизводится колониальная модель: периферии отдают метрополиям свои богатства. Развитые государства предлагают отстающим помощь в «зелёной трансформации»: кредиты на возобновляемые источники энергии, технологии низкоуглеродного развития. Взамен они берут под контроль стратегически важные полезные ископаемые и рынки сбыта. Например, Китай, который отвечает примерно за 80 % мирового производства солнечных панелей,

контролирует более 60 % цепочек поставок лития и кобальта.

Таким образом, климатические изменения для ведущих держав – это не только очередной фактор риска, но и дополнительный инструмент политического и экономического влияния. Вопросы сохранения окружающей среды становятся элементом национальной безопасности, а страны, не способные самостоятельно выстроить стратегию поведения по этому вопросу, рискуют пойти чужим курсом и оказаться в подчинённом положении.

«Уже через год мы будем жить в другом климате, а через 50 лет состояние планеты совершенно изменится. Поэтому

и образование, и государственную политику нам нужно выстраивать не из того, как мы жили раньше, а как будем жить в будущем. У нас люди в массе до сих пор не понимают необходимости в развитии энергоэффективности и разработке энергосберегающего оборудования. Это непонимание есть во всех слоях общества, в том числе у тех, кто принимает конкретные решения», – отмечает преподаватель кафедры международных комплексных проблем природопользования и экологии МГИМО МИД России Екатерина Близнечная.



В 2023 году китайская горнодобывающая компания Zhejiang Huayou Cobalt открыла в Зимбабве завод по переработке лития



Инвестиции в низкоуглеродную экономику

Пенсионные фонды, управляющие десятками триллионов долларов, активно включаются в климатическую повестку из-за долгосрочных финансовых рисков. Поскольку они оперируют с горизонтом 20–50 лет, им важно, чтобы компании, в которые они инвестируют, оставались прибыльными и в условиях декарбонизации. Крупные пенсионные фонды перестраивают стратегии и диверсифицируют инвестиции. Например, главный пенсионный фонд Норвегии KLP ещё в 2023 году исключил из своего портфеля акции (на сумму 15 млн долларов) одной из крупнейших нефтедобывающих компаний мира Saudi Aramco из-за отсутствия у неё плана энергетического перехода. А в системе пенсионного обеспечения государственных служащих Калифорнии CalPERS к 2030 году планируют на 50 % сократить вложения в бизнес, связанный с большим объёмом эмиссии CO₂.



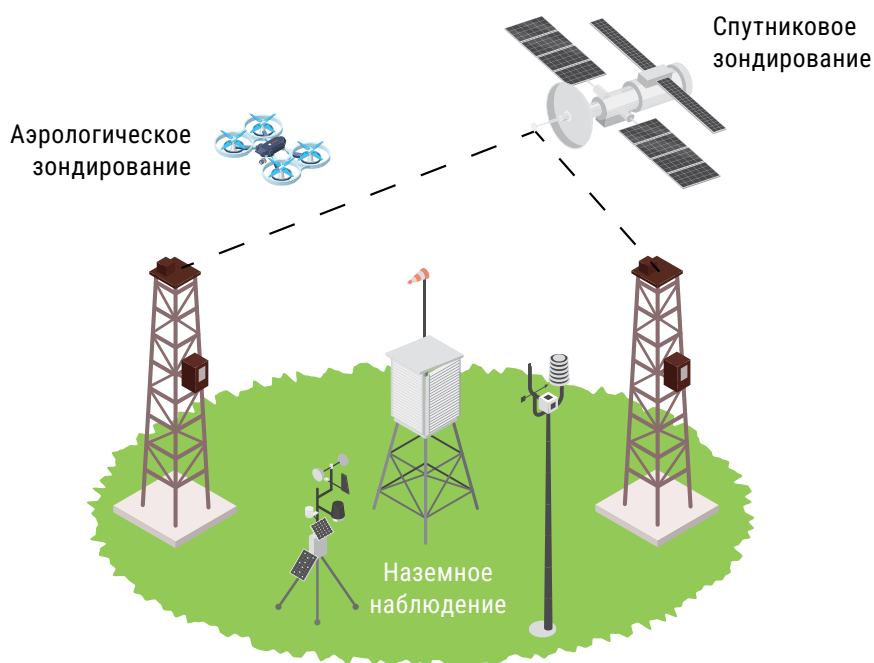
Дорогостоящая реклама в «Формуле-1» говорит о том, что Saudi Aramco не жалеет денег на продвижение своего бренда, и всё же многие инвесторы опасаются вкладывать деньги в нефтедобывающий бизнес

Наука и дипломатия

В климатическом вопросе Россия отстаивает выгодную ей позицию, не отказываясь при этом от обязательств по снижению выбросов парниковых газов, которые указаны в Парижском соглашении. Правда, в отличие от европейских стран, сделавших ставку на быстрый отказ от ископаемого топлива, российский подход ориентирован на постепенный переход. Власти РФ не могут не учитывать структуру отечественной экономики, роль в ней нефти и газа, а также необходимость сохранить устойчивое развитие. К тому же отечественные эксперты считают, что непродуманный стремительный отказ от углеводородного сырья может привести к ещё большим климатическим и социально-экономическим потрясениям, чем те потрясения, которые способны вызывать изменения климата

Углеродной нейтральностью называют состояние, при котором выбросы парниковых газов полностью компенсируются их поглощением

Как исследуют приземные потоки парниковых газов



за тот же период времени. Посол по особым поручениям и специальный представитель МИД России по вопросам климата Сергей Кононученко заявил, что риски при ускоренном варианте развития событий не просчитаны, а значит, принимать подобные решения небезопасно. Вместо углеродной нейтральности, к которой стремятся на Западе, климатическая доктрина РФ ставит цель добиться баланса выбросов и поглощения.

Чтобы не оказаться в положении страны, вынужденной действовать по навязанным извне правилам, России необходимо формировать национальную климатическую экспертизу — научную, правовую и методологическую. Для этого создаётся отечественная система климатического мониторинга (о ней мы уже писали). Сейчас в Российской академии наук, а также в крупных исследовательских центрах, таких как Институт глобального климата и экологии имени Ю. А. Израэля, занимаются построением комплексных моделей оценки климатических рисков, углеродного баланса территорий и составляют сценарии адаптации. Одна из главных сложностей — нехватка данных для объективной оценки

объёма выбросов и поглощения парниковых газов.

«Причём с каждым годом их становится меньше. Те или иные показатели исключаются из статистического учёта, и ни одного нового, необходимо для оценки выбросов и поглощения не было введено в статучёт уже 30 лет. Например, сравнительно недавно из него исчезли площади осушенных земель в лесном хозяйстве, перестали собирать данные по площадям торфоразработки, сокращается детализация статистических данных по энергетике и промышленности. Показательно, что даже в рамках первого этапа ВИП ГЗ министерства так и не смогли расширить перечень предоставляемых ежегодно данных для оценки объёма

выбросов и поглощения парниковых газов до минимально необходимого», — обозначает проблему директор Института глобального климата и экологии имени Ю. А. Израэля Анна Романовская.

Для сбора репрезентативных данных по содержанию парниковых газов в атмосфере и их потокам в природных экосистемах нужно развивать систему мониторинга с использованием высокоточного стандартизированного оборудования, отмечает профессор кафедры метеорологии и климатологии географического факультета МГУ Александр Ольчев.

«Оборудование для подобных измерений развивалось на протяжении последних 50 лет, и ключевые идеи принадлежали в том числе советским учёным.



↑
На климатической
конференции ООН
COP29 в Баку



↑
Сириус регулярно
становится
площадкой
для проведения
форумов
и конференций
по вопросам
климатических
изменений

Это системы лазерной спектроскопии для высокоточных измерений концентраций парниковых газов, оборудование для высокоточных измерений метеорологических параметров и многое другое. К сожалению, с годами многие лидерские позиции были утрачены. Чтобы сегодня защищать свою точку зрения на международной арене, нам нужны стандартизированные приборы, соответствующие принятым мировым стандартам», — сетует он.

Не хватает в России и карбоновых полигонов — специальных площадок, на которых наблюдают за потоками парниковых газов, а также развивают технологии их контроля в природных экосистемах. Профильный пилотный проект Минобрнауки позволил в последние годы создать в России около 20 подобных полигонов. Очевидно, что для решения стоящих перед Россией масштабных задач по декарбонизации их нужно существенно больше.

Впрочем, недостаточно собрать данные по выбросам и поглощению парниковых газов и научно обосновать свою позицию — необходимо ещё отстоять её на международной арене. Для этого нужны квалифицированные переговорщики по климату. В России дипломатов подобного профиля уже 15 лет готовят в МГИМО на кафедре международных комплексных проблем природопользования и экологии. Там студенты изучают не только указанные в названии предметы, но и международную экологическую политику, право, а также менеджмент. Помимо климата, такие специалисты должны разбираться в экономике, социологии и демографии других стран, понимать их переговорные позиции. Немаловажным качеством для будущих дипломатов становится психологическая устойчивость, ведь работать предстоит под постоянным давлением. А ещё не помешает физическая выносливость, ведь обсуждения могут идти и днём и ночью без перерывов на перекус или сон.



Антон Гусев

В вопросах международной климатической повестки Россия не может быть пассивным наблюдателем и исполнителем. Она должна отстаивать свою позицию, исходя из целей собственной климатической доктрины, учитывая, конечно, объективные экологические вызовы. Ключевую роль в этом деле играют профессионалы-переговорщики и профильные учёные. Готовить такие кадры — задача государственной важности. И в этой работе активно участвует Сириус, в том числе занимаясь подготовкой кадров. Наш университет не только проводит школы-конференции по климатической дипломатии, но и готовит высококлассных специалистов по программе магистратуры и аспирантуры «Геоэкология». Другой важный проект Сириуса — Международная олимпиада по вопросам изменения климата и проблемам экологии. Она объединяет школьников из десятков стран. Уверен в плодотворности нашей работы.

Конечно, тема климата всеобъемлющая, поэтому в состав делегаций на международных площадках входят не только сотрудники МИД, представители профильных ведомств, экономисты. К работе привлекают также профильных учёных, занимающихся изучением Мирового океана, почв, лесов, ледников или метановых сипов. Таких специалистов тоже готовят к переговорам.

«Дипломатам под рукой нужны люди, которым не надо втолковывать, о чём в нюансах шла дискуссия. Они должны сами считывать переговорный процесс и видеть второе, третье, четвёртое дно — скрытые смыслы переговоров на естественно-научную тему. И давать практические рекомендации по обсуждаемому вопросу, а не ответы общего характера», — объясняет посол по особым поручениям и специальный представитель МИД России по вопросам климата Сергей Кононученко.

Для подготовки таких специалистов, способных работать на переговорных площадках самого высокого уровня, Научно-технологический университет «Сириус» реализует цикл

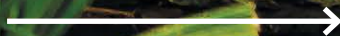
образовательных и научных мероприятий. Яркий пример — прошедшая в августе научная школа-конференция «Международная климатическая дипломатия», куда съехались студенты, аспиранты и молодые учёные естественно-научных направлений из разных университетов и научно-исследовательских центров России. Им преподавали ведущие эксперты в области климатической науки, дипломатии и международного права. А все материалы программы были сформированы на основе реальных примеров решения сложных вопросов во время переговоров.

При этом переговорщики нужны не только в МИД. На самом деле, на дипломатическую службу попадает меньшая часть выпускников бакалавриата и магистратуры МГИМО по климатическому направлению. Вчерашние студенты идут работать в Минприроды, Минэкономразвития, Минэнерго, Банк России и другие ведомства, находят применение своим знаниям в финансовых учреждениях: банках, биржах, институтах развития. Многие выпускники трудоустраиваются в консалтинге и на предприятиях в самых разных отраслях — в энергетике, строительстве, металлургии, ретейле. ■



ОЛИМПИЙСКИЙ РЕЗЕРВ:

КАК ШКОЛЬНИКОВ ИЗ РАЗНЫХ
СТРАН ГОТОВЯТ В СИРИУСЕ
К ГЛОБАЛЬНЫМ ВЫЗОВАМ



ДЛЯ РЕШЕНИЯ ГЛОБАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ НУЖНО ПРИВЛЕЧЬ К НИМ ВНИМАНИЕ ОБЩЕСТВЕННОСТИ.

Особенно важно вовлечь в это дело молодёжь, ведь именно будущие поколения в полной мере ощутят на себе глобальные перемены. Такую цель преследует Международная олимпиада по вопросам изменения климата и проблемам экологии IOCE, которую организовали в Сириусе и проводят уже второй год подряд. Расскажем, как молодые люди из разных стран предлагают «скормить» микробам пластиковый мусор, очищать водоёмы с помощью банановой кожуры и перевести самолёты на электродвигатели.



↑
Участник IOCE-2025
Махди бин Фердаус

Лесные пожары — один из главных источников парниковых газов. Для Бангладеш это насущная проблема, сетует местный школьник Махди бин Фердаус. По его словам, существующие системы по контролю за возгораниями недостаточно эффективно и быстро распознают очаги. Поэтому он вместе со сверстниками разработал чувствительные датчики, которые фиксируют температуру, относительную влажность воздуха и земли.

«Эти данные позволяют предсказать возгорание. Датчики крепятся прямо на деревья в джунглях и передают данные через спутник и интернет на одну платформу. Она аккумулирует информацию, собирает статистику и позволяет предсказывать пожары», — увлечённо рассказывает Махди бин Фердаус.

В IOCE–2025 участвовали команды из России, Бангладеш, Белоруссии, Джибути, Индии, Катара, Коста-Рики, Мьянмы, Пакистана, Таджикистана, Эфиопии

Такие приборыгодились бы и в экосистеме российского Причерноморья, которая тоже страдает от пожаров. Участникам олимпиады дали возможность оценить уникальность реликтовых колхидских лесов. Поездка в Сочинский нацпарк стала своеобразной мини-экспедицией – полевой частью практического тура IOCE. Подростки занимались описанием растительности, оценивали плотность её расположения, устанавливали видовой состав экосистем, а также собирали материал для лабораторного этапа.

«Отобранные пробы проверили в лабораториях Образовательного центра „Сириус“. Это позволило оценить не только экспликационные навыки ребят, но и провести экологический лабораторный анализ. Участники на себе почувствовали, что экология – это междисциплинарная наука, где нужно знать химию, биологию, географию и другие предметы, а ещё комплексно оценивать ситуацию, исходя

Пример задания на IOCE

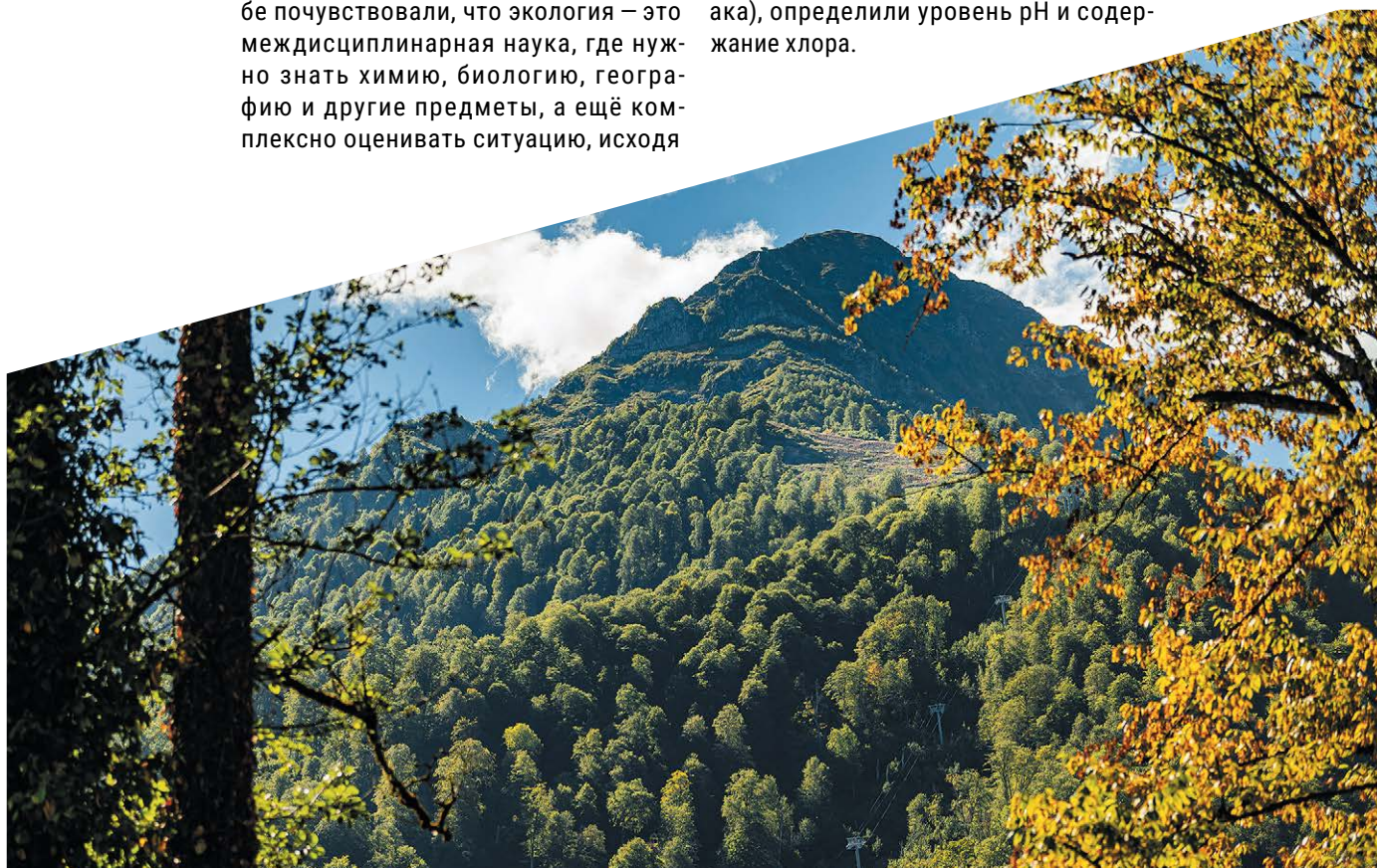
Изменение климата – одна из причин роста частоты, интенсивности и площади природных пожаров по всему миру. Пожары преобразуют все компоненты природной среды: животный и растительный мир, почвы, природные воды и атмосферный воздух.

Вопрос: Нужно ли активно восстанавливать экосистему после пожара во всех случаях? Приведите примеры, где необходимо вмешательство, а где природа справится сама.

из климатической повестки», – говорит член жюри IOCE-2025, методист по химии и экологии Физико-математической школы Тюменской области Елизавета Крестьянникова.

Полученные данные помогли оценить степень антропогенного влияния на территорию национального парка и предложить решения для его снижения. Молодые экологи измерили жёсткость и щёлочность воды с помощью метода титрования, проверили пробы на разные типы загрязнения (содержание нитритов, нитратов, фосфатов, аммония и аммиака), определили уровень pH и содержание хлора.

Сочинский нацпарк стал площадкой для полевых работ участников олимпиады



«Я ждала лабораторного этапа: исследования и эксперименты на современном оборудовании в Сириусе всегда впечатляют. Международная олимпиада помогает понять, что глобальные экологические проблемы можно решать уже сейчас, не только изучая их в теории, но и анализируя данные на практике. Разнообразие взглядов помогает создавать действительно значимые решения», — отмечает школьница из Белоруссии Анастасия Нагибенко.

Следующим испытанием стал теоретический тур, который разделили на индивидуальный и командный этапы. В первом школьники производили расчёты по химическим и математическим показателям, демонстрировали знания по биологии, географии и математике. Например, нужно было вычислить уровень альбедо (способность поверхности Земли отражать солнечный свет) и его влияние на здоровье людей. Задания олимпиады, основанные на актуальной проблематике, придумали эксперты Международного научного центра в области экологии и вопросов изменения климата Университета «Сириус».

«Решать задания теоретического тура было непросто: требовалось не только произвести расчёты, но и сделать из них логический вывод, описать последствия и предложить меры для снижения воздействия на разные типы землепользования. Сейчас я работаю над созданием российского экологического журнала, где будут новости и практическая информация, а также проекты школьников, студентов и молодых учёных. Я планировала выпустить его для русскоязычной аудитории, но на олимпиаде задумалась и об издании на английском языке», — рассказывает российская школьница Милена Иванова.

В командном этапе участники работали над задачей, разработанной Национальной сетью Глобального договора ООН в России. Нужно было определить пять целей устойчивого развития и разработать к каждой из них индикаторы.



Работа
в лабораториях

Пример задания на ЮСЕ

Повышение средней температуры воздуха и океанических вод провоцирует активное таяние ледников летом и снижение количества осадков зимой. Это нарушает глобальный баланс накопления и таяния льда. Ежегодно тает от 2 % массы ледников в Антарктике и до 40 % в Центральной Европе.

Вопрос: Какие основные экологические, экономические, социальные, политические риски несёт в себе дальнейшее таяние ледников в краткосрочной (5–10 лет) и долгосрочной (20+ лет) перспективе? Предложите стратегию из трёх-четырёх ключевых направлений работы для смягчения последствий и адаптации к изменениям.



Участники
олимпиады
посадили деревья
рядом с «Сириус
Ареной»

Вырубка лесов, электросамолёт и банановая кожура

Важной частью IOCE-2025 стал фестиваль проектов, на котором участники олимпиады представили свои наработки в области охраны окружающей среды. Так, индийские школьники разводят микробов, уничтожающих пластик. Причём весьма удачно, как показывают их эксперименты. Их сверстники из Коста-Рики ищут эффективный способ очистки водоёмов. Для этого они хотят использовать наноматериалы на основе сухой и перетёртой в порошок банановой кожуры. Ребята из Мьянмы предлагают экологичные материалы на замену древесине, а Зайн уль Абадин — единственный участник IOCE-2025 из Пакистана — привёз в Сириус свой проект электросамолёта.

«Обычные самолёты заправляют топливом, при сгорании которого выделяется углекислый газ. Но для путешествий по воздуху можно использовать солнечную энергию. Я защищал свой проект в Китае, где удостоился золотой медали. А на олимпиаде в Турции получил бронзовую», — с гордостью говорит Зайн уль Абадин.

Большинство участников команды Джибути — специалисты в области информатики. В будущем они планируют реализовать в своей стране программу по внедрению искусственного интеллекта для контроля системы выработки возобновляемой энергии. А школьники из Катара разработали робота для оценки загрязнения воды, который может заменить целую научную лабораторию.



↑
Захра Хассан
Абдалла —
участница
IOCE-2025
из Джибути

Пример задания на IOCE

Микропластик повсеместно распространён в окружающей среде. Его частицы, попадая в организмы рыб, птиц, зоопланктона и млекопитающих, могут вызвать внутренние повреждения, чувство ложного насыщения, приводящее к голоду, блокировку пищеварительного тракта и истощение.

Вопрос: Предложите стратегические шаги на уровне как системных политических мер, так и управления бытовыми привычками, ранжируя их по потенциальной эффективности, для уменьшения образования и нахождения микропластика в окружающей среде.



↑
Зайн уль Абадин

«Катар окружён водой, и у нас активно изучают океан, а также его экологическое состояние, особенно в условиях пластикового загрязнения. Стоимость нашего робота — 200 долларов. Мы планируем развивать его и распространить на весь мир. Хотим наладить массовое производство», — делится планами представитель Катара Абдулрахман Абуджбара.

Достижения участников оценивали члены профессионального жюри: кандидаты и доктора биологических, физико-математических и геолого-минералогических наук, а также научные сотрудники высших учебных заведений и отраслевые эксперты. За объективностью решений на олимпиаде следили международные консультанты.



Представители
команды Катара
на IOCE-2025
в Сириусе

Российская
команда
на IOCE-2025

Хочу, чтобы каждый участник стал послом защиты природы, ведь они — будущее поколение планеты. Я чувствую шёпот надежды

Амит Маллик,
международный консультант
IOCE-2025, Международный
альянс по сохранению
больших кошек (Индия)



В итоге в командном зачёте первое место заняла команда России. В её составе Милена Иванова, Никита Юнисов, Полина Егорова, Эмилия Гимаева и София Салангина. Последняя стала абсолютным победителем IOCE-2025. В личном зачёте у российских школьников две золотые, одна серебряная и две бронзовые медали.

«Я в этом году оканчиваю 11-й класс, поступаю в университет. Конечно же, хочу специальность, связанную с естественными науками, экологией. Кроме того, планирую развивать свой проект — я изучаю депонирование углерода растительными сообществами. Намерена посмотреть на эту тему с разных углов. Также хочу развивать экологическое образование, особенно у себя в Башкортостане, а ещё воплощать в жизнь общественные проекты», — поделилась планами София Салангина.

Серебро на Международной олимпиаде по экологии и вопросам изменения климата завоевала команда Индии, а бронзу разделили Катар и Джибути. В следующем году IOCE вновь пройдёт в Сириусе. ■

Концертный центр «Сириус»
Федеральная территория «Сириус»,
ул. Чемпионов, 5



ФЕДЕРАЛЬНАЯ
ТЕРРИТОРИЯ
«СИРИУС»



Сириус
концертный
центр



22.12.25—
14.01.26
НОВОГОДНИЙ
МУЗЫКАЛЬНЫЙ
ФЕСТИВАЛЬ
«СИРИУС»



Образовательный Фонд «Талант и успех», ОГРН 1147700000172, РФ, 354340,
федеральная территория «Сириус», Олимпийский проспект, д. 40

Узнайте подробности
и закажите билеты
по телефону или онлайн
concert.sirius.ru
8 800 200 61 11

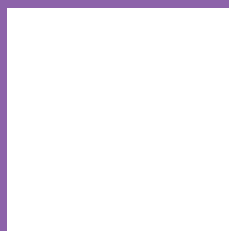




ОФИЦИАЛЬНЫЙ
ЖУРНАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОЙ
ТЕРРИТОРИИ
«СИРИУС»
SIRIUSMAG.RU



SIRIUSMAG.RU



**ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ
НА НАС В ТЕЛЕГРАМ**