

Supported by:



Federal Ministry
for the Environment, Nature Conservation,
Nuclear Safety and Consumer Protection



**ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ВОДОЙ,
ЭНЕРГИЕЙ И ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕМ**
Системные решения для
климатически устойчивой Центральной Азии

based on a decision of
the German Bundestag

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА:

хроника событий
второй половины 2024 – начала 2025 года



НИЦ МКВК

Научно-информационный центр
Межгосударственной координационной
водохозяйственной комиссии
Центральной Азии

Ташкент 2025

Научно-информационный центр
Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии
Центральной Азии

**Изменение климата:
хроника событий
второй половины 2024 –
начала 2025 гг.**

Ташкент 2025

Подготовлено и издано при финансовой поддержке проекта «Региональные механизмы для низкоуглеродной и климатоустойчивой трансформации взаимосвязи энергии, воды и земли в Центральной Азии», реализуемого ОЭСР, НИЦ МКВК и ЕЭК ООН за счет средств Федерального министерства окружающей среды, охраны природы, ядерной безопасности и защиты потребителей Германии (BMUV) в рамках Международной климатической инициативы (IKI)

Содержание

Оценки и прогнозы	5
Мегазасухи надвигаются	5
Климатические катастрофы лишают миллионы детей доступа к образованию.....	8
Глобальная температура поверхности Земли растёт быстрее, чем когда-либо за последние 485 миллионов лет.....	9
Глобальное потепление увеличит площадь зон смертельной жары в три раза.....	11
Уровень мирового океана к 2100 году может подняться на 1,9 метра	12
Подсчитано, насколько нагреется мир к концу столетия	14
До конца века экстремальная жара убьёт более 2 млн человек в Европе.....	15
Атмосфера самоочищается быстрее: открытие, которое меняет взгляд на климат	17
Факторы воздействия.....	19
Эль-Ниньо и Ла-Нинья: почему мальчик и девочка, меняющие климат, стали приходить чаще	19
Резкие потепления и похолодания подорвали устойчивость экосистем во всем мире	26
Самый тёплый январь за всю историю наблюдений озадачил климатологов	28
Назван водопад, который влияет на климат всей Земли	29
Спутники показывают резкое падение уровня пресной воды в мире	32
В зоне риска	34
Согласно глобальному отчету о водных ресурсах за 2024 год, постоянное потепление приводит к новым экстремальным ситуациям в круговороте воды	34

Арктика теряет статус углеродного поглотителя: треть региона уже выбрасывает CO ₂	38
Климатологи посчитали, когда растает «зона последнего льда» в Арктике.....	39
Изменение климата и самоуспокоенность способствуют высыханию Каспийского моря.....	41
Ускорение течений в Тихом океане угрожает усилением глобального потепления.....	45
Поверхность океана сейчас нагревается в четыре раза быстрее, чем в конце 1980-х годов.....	46
Спутниковые снимки показали, что десятки тысяч озер «перекрасились» за последние 40 лет.....	48
Самые важные климатические открытия 2024 года.....	51
Более 70 % пресных водоносных горизонтов могут стать солеными к концу столетия.....	54
Таяние льдов в Антарктиде может пробудить скрытые вулканы.....	55
Технологии.....	57
Китайские ученые превращают CO ₂ в питательную пищу с содержанием белка 74%.....	57
32 странных способа борьбы с изменением климата, которые сейчас предлагают учёные.....	60
Финансовые и регулятивные меры.....	70
Климатический кризис усиливает инфляционный.....	70

Оценки и прогнозы

Мегазасухи надвигаются¹

Засухи, которые стали всё более распространёнными с 1980 г., будут продолжаться усиливаться с потеплением климата. К такому выводу пришло исследование Швейцарского федерального института исследований леса, снега и ландшафта (WSL) при участии профессора Франчески Пелличчиотти из Института науки и технологий Австрии (ISTA). Опубликованный в журнале *«Science»*, этот глобальный количественный анализ, охватывающий 40 лет, призван помочь в формировании политики, направленной на смягчение воздействия антропогенных изменений климата на окружающую среду. В исследовании также были выявлены события, которые ранее оставались «упущенными из виду».

Пятнадцать лет разрушительной мегазасухи — самой продолжительной за тысячу лет — почти истощили водные ресурсы Чили, что сказалось даже на жизненно важной добыче полезных ископаемых страны. Это всего лишь один из множества примеров того, как потепление климата вызывает многолетние засухи и острые водные кризисы в уязвимых регионах мира. Однако засухи, как правило, становятся заметными лишь тогда, когда они наносят ущерб сельскому хозяйству или начинают существенно влиять на лесные экосистемы. В связи с этим возникают важные вопросы: можем ли мы последовательно отслеживать экстремальные многолетние засухи и изучать их влияние на экосистемы? И что мы можем извлечь из анализа моделей засух за последние сорок лет?

Чтобы ответить на эти вопросы, группа исследователей из Швейцарского федерального института исследований леса, снега и ландшафта (WSL), и Института науки и технологий Австрии (ISTA) проанализировали глобальные метеорологические данные и смоделировали засухи в период с 1980 по 2018 гг. Результаты показали тревожное увеличение многолетних засух, которые становятся более продолжительными, частыми и экстремальными, охватывая всё большие территории. «Каждый год с 1980 г. площадь, поражённая засухой, увеличивается в среднем на 50 000 км² — это примерно размер Словакии или американских штатов Вермонт и Нью-Гемпшир, взятых вместе. Это наносит колоссальный ущерб экосистемам,

¹ Источник: The megadroughts are upon us / <https://www.sciencedaily.com/releases/2025/01/250116161248.htm> Опубликовано 16.01.2025

сельскому хозяйству и производству энергии», — говорит профессор ISTA Франческа Пелличчиотти, главный исследователь финансируемого WSL проекта «EMERGE», в рамках которого проводилось данное исследование. Основная цель группы — раскрыть возможные долгосрочные последствия устойчивых засух по всему миру и помочь в формировании политики, направленной на подготовку к более частым и интенсивным будущим мезозасухам.

Раскрытие экстремальных засух, которые остались незамеченными

Международная группа исследователей использовала климатические данные CHELSA, подготовленные старшим научным сотрудником WSL и автором исследования Дирком Каргером, начиная с 1979 г. Они рассчитали аномалии осадков и эвапотранспирации (испарения воды из почвы и растений) и проанализировали их влияние на природные экосистемы по всему миру. Это позволило выявить возникновение многолетних засух как в хорошо изученных, так и в менее доступных регионах планеты, включая такие области, как тропические леса и Анды, где данные наблюдений были ограничены. «Наш метод не только позволил картировать известные засухи, но и выявить экстремальные события, которые оставались незамеченными, такие как засуха, затронувшая тропические леса Конго с 2010 по 2018 гг.», — поясняет Каргер. Это расхождение, вероятно, связано с тем, как леса в разных климатических зонах реагируют на эпизоды засухи. «В то время как умеренные луга пострадали больше всего за последние сорок лет, бореальные и тропические леса, по-видимому, более эффективно противостояли засухам, демонстрируя даже парадоксальные эффекты в начале их возникновения». Однако возникает вопрос: как долго эти леса смогут сопротивляться разрушительному воздействию изменения климата?

Контрастное воздействие на экосистемы

Постоянно растущие температуры, продолжительные засухи и увеличенная эвапотранспирация приводят к высуханию и ухудшению состояния экосистем, несмотря на более частые и интенсивные эпизоды осадков. Чтобы отслеживать эффект засухи, ученые могут использовать спутниковые снимки, анализируя изменения в зелени растительности с течением времени. Этот метод хорошо работает для умеренных лугов, но для густых пологих тропических лесов изменения в зелени отслеживаются значитель-

но сложнее, что приводит к недооценке последствий засухи в этих районах. Для обеспечения более точных и единообразных результатов группа разработала многоэтапный анализ, который позволяет лучше выявлять изменения в регионах с густой листвой и оценивать серьезность засух с 1980 г. Как и следовало ожидать, мегазасухи оказали наибольшее непосредственное воздействие на умеренные луга. Среди «горячих точек» были запад США, центральная и восточная Монголия, а также юго-восточная Австралия, где результаты пересекались с двумя хорошо документированными многолетними экологическими засухами. В то же время исследователи пролили свет на парадоксальные эффекты, наблюдаемые в тропических и бореальных лесах. Тропические леса могут компенсировать последствия засухи, пока у них достаточно водных запасов для смягчения уменьшения осадков. В то же время бореальные леса и тундра реагируют по-другому. Оказавшись под воздействием потепления климата, они продлевают свой сезон роста, поскольку их растительность ограничена не водообеспеченностью, а низкими температурами.

Засухи развиваются во времени и пространстве

Результаты исследования подтверждают очевидную тенденцию усиления мегазасух: группа исследователей создала первую глобальную, согласованную картину мегазасух и их воздействия на растительность в высоком разрешении. Однако долгосрочные последствия для планеты и её экосистем остаются в значительной степени неизвестными. Между тем, данные уже согласуются с наблюдаемым широкомасштабным озеленением панарктической зоны. «В случае долгосрочного экстремального дефицита воды деревья в тропических и бореальных регионах могут погибнуть, что приведет к долгосрочному ущербу для этих экосистем. Особенно долго будет восстанавливаться бореальная растительность после такой климатической катастрофы», — поясняет Каргер. Пелличчиотти надеется, что результаты работы группы помогут изменить восприятие засух и подход к их подготовке: «На данный момент стратегии смягчения последствий в основном рассматривают засухи как ежегодные или сезонные явления, что резко контрастирует с более длительными и серьезными мегазасухами, с которыми нам предстоит столкнуться в будущем», — отмечает она. «Мы надеемся, что общедоступный перечень засух, который мы публикуем, поможет направить политиков на более реалистичные меры подготовки и предотвращения». Как гляциолог, Пелличчиотти также стремится изучить последствия мегазасух в горах и роль ледников в их смягчении. Она руководит совместным проектом под названием *MegaWat — Megadroughts в*

водонапорных башнях Европы: от понимания процессов к стратегиям управления и адаптации.

Климатические катастрофы лишают миллионы детей доступа к образованию²

В 2024 году глобальный кризис образования усугубился климатическими катастрофами: по данным нового анализа ЮНИСЕФ, не менее 242 миллионов учащихся в 85 странах столкнулись с перебоями в обучении из-за экстремальных погодных явлений.

Штормы, тропические циклоны, наводнения, засухи и аномальная жара – все это нарушает учебный процесс, лишая детей возможности получать знания и ставя под угрозу их будущее. Анализ ЮНИСЕФ показывает, что в 2024 году:

- Каждый седьмой учащийся в мире испытал на себе воздействие климатических катастроф, прервавших учебный год.
- В 23 странах отмечены множественные перебои в работе школ, а в 20 – зафиксированы общенациональные закрытия учебных заведений.
- Южная Азия оказалась наиболее пострадавшим регионом – 128 миллионов учащихся столкнулись с проблемами в обучении.
- В Восточной Азии и Тихоокеанском регионе под удар попали 50 миллионов учеников.
- В Африке, где уже более 107 миллионов детей не посещают школу, климатические кризисы угрожают оставить без образования еще 20 миллионов.

Наиболее разрушительное влияние на образование в 2024 году оказали волны тепла: они затронули 171 миллион учащихся. Пик нарушений пришелся на апрель, когда рекордная жара лишила учебного процесса

² Источник: <https://ecosphere.press/2025/01/30/klimaticheskie-katastrofy-lishayut-milliony-detej-dostupa-k-obrazovaniyu/> Опубликовано 30.01.2025

118 миллионов детей в Бангладеш, Камбодже, Индии, Филиппинах и Таиланде. В сентябре, в разгар нового учебного года, 18 стран приостановили занятия из-за климатических потрясений, а тайфун Яги в Восточной Азии и Тихоокеанском регионе затронул 16 миллионов детей.

Более 74% пострадавших учащихся проживают в странах с низким и ниже среднего уровнем дохода, где климатический риск оценивается в 7 баллов из 10 по Индексу климатического риска для детей (CCRI). Там школы и так часто испытывают нехватку инфраструктуры, что делает их особенно уязвимыми перед природными катастрофами.

Эксперты ЮНИСЕФ и экологические организации призывают мировое сообщество к принятию срочных мер по защите образовательных систем от климатических угроз. Среди ключевых решений – строительство более устойчивых школ, развитие цифрового обучения и экстренных образовательных программ. Без решительных действий миллионы детей рискуют потерять шанс на образование и достойное будущее.

Глобальная температура поверхности Земли растёт быстрее, чем когда-либо за последние 485 миллионов лет³

Недавнее исследование климатологов, возглавляемое Эмили Джадд из Университета Аризоны и Смитсоновского института, показало, что глобальная температура поверхности Земли растёт с беспрецедентной скоростью.

Объединив более 150 000 ископаемых свидетельств с современными климатическими моделями, учёные реконструировали средние температуры Земли за последние 485 миллионов лет. Выводы исследования демонстрируют, что, хотя на протяжении большей части этого периода планета была значительно теплее, нынешний темп потепления не имеет аналогов в истории.

³ Источник: <https://ecosphere.press/2025/01/29/globalnaya-temperatura-poverhnosti-zemli-rastyot-bystrye-chem-kogda-libo-za-poslednie-485-millionov-let/> Опубликовано 29.01.2025

Исследование, основанное на методе ассимиляции данных (PhanDA), показывает, что температура Земли колебалась от 11° до 36°C, а чувствительность климата была в два-три раза выше, чем в современных моделях.

«Наши результаты демонстрируют, что Земля переживала периоды экстремальной жары, однако никогда ранее глобальная температура не поднималась так быстро, как сегодня», — отмечает Джадд.

Долгосрочные геологические данные позволяют оценить влияние изменения климата на экосистемы и биоразнообразие. Согласно результатам исследования, парниковый эффект был доминирующим фактором климата в течение фанерозоя, и концентрация CO₂ в атмосфере играла решающую роль в регулировании температуры.

Особенно тревожным открытием стало подтверждение того, что самые масштабные вымирания в истории Земли — включая событие, уничтожившее 90% видов 250 миллионов лет назад — сопровождались резкими температурными изменениями. Учёные предупреждают, что нынешний темп потепления может иметь аналогичные катастрофические последствия для флоры и фауны.

Исследование подчёркивает, что если текущие тенденции сохранятся, средняя глобальная температура может достичь 17°C к концу столетия — уровня, который не наблюдался более 5 миллионов лет. Это создаст условия, кардинально отличающиеся от тех, в которых развивалась человеческая цивилизация.

По мнению ведущих экспертов, срочное снижение выбросов парниковых газов и переход к возобновляемым источникам энергии являются критически важными мерами для предотвращения необратимых последствий климатического кризиса. «Мы построили нашу цивилизацию в условиях ледникового периода, но теперь климат стремительно изменяется. Нам необходимо действовать немедленно», — заявляет Джадд.

Это исследование служит очередным напоминанием о необходимости срочных климатических действий. Игнорирование этих данных может привести к необратимым изменениям, которые окажут колоссальное влияние на экосистемы и будущее человечества.

Глобальное потепление увеличит площадь зон смертельной жары в три раза⁴

Ксения Земскова

Международная группа ученых проанализировала климатические модели с 1994 по 2023 год. Оказалось, что если средняя температура Земли повысится на 2 °С относительно доиндустриального уровня, то общая площадь территорий с невыносимой жарой увеличится в три раза. Более того, из-за высоких температур 35% суши станут непригодны для проживания пожилых людей. Особенно потепление ударит по странам Африки, Южной Азии и Ближнего Востока. Исследование опубликовано в журнале *Nature Reviews Earth & Environment*.

Глобальное потепление напрямую влияет на способность человека выживать в некоторых регионах. Когда температура воздуха и влажность становятся слишком высокими, тело перестает эффективно охлаждаться даже с потом. В таких условиях перегрев может наступить, даже если человек находится в тени и пьет воду.

Международная команда ученых решила определить последствия глобального потепления для людей. Для этого они объединили климатические модели и данные о температурных нормах человека с 1994 по 2023 год и оценили, какие уровни температуры и влажности становятся смертельно опасными и как их распространение изменится с потеплением. Ключевым показателем стало «непреодолимое пороговое значение»: если его превышать слишком долго, температура тела начинает расти бесконтрольно, что приводит к тепловому удару и смерти.

Сегодня этот порог кратковременно преодолевается примерно на 2% суши Земли. Однако для пожилых людей, у которых организм хуже справляется с жарой, опасные условия уже фиксируются на 20% суши. Ученые спрогнозировали, что при глобальном потеплении на 2 °С критически жаркими станут 6% суши для молодых людей и до 35% — для пожилых.

При еще более сильном нагреве, на 4–5 °С выше доиндустриального уровня, перегрев станет смертельной угрозой для большей части планеты. Около 60% суши окажется непригодной для жизни пожилых людей, а в субтропических регионах жара будет опасной и для молодого населения.

⁴ Источник: <https://inscience.news/ru/article/world-science/earth-science/globalnoe-poteplenie-velichit-plozhad-zon> Опубликовано 4.02.2025

Такие изменения особенно сильно ударят по странам Африки, Южной Азии и Ближнего Востока.

За последние 20 лет аномальная жара уже привела к сотням тысяч смертей. Например, в 2003 году в Европе от перегрева погибли 72 тысячи человек, в 2010 году в России — 56 тысяч, а в 2022 году новый температурный рекорд унес 62 тысячи жизней.

По словам ученых, прогнозирование масштабов будущих экстремальных температур и их наихудших последствий позволит наиболее уязвимым группам сосредоточить свои усилия на адаптации к тем или иным климатическим условиям.

Уровень мирового океана к 2100 году может подняться на 1,9 метра⁵

Ученые разработали новый метод прогнозирования повышения уровня моря, который учитывает более широкий диапазон возможных сценариев, чем предыдущие оценки. Согласно их расчетам, при высоких выбросах CO₂ уровень моря поднимется на 0,5–1,9 м к 2100 году, что заметно превышает прогнозы ООН (0,6–1,0 м). Исследование предоставляет более точные данные для разработки мер по защите от последствий изменения климата.

Прогнозы повышения уровня моря разнятся из-за различий в методах климатического моделирования. Одни модели учитывают хорошо изученные факторы (например, таяние ледников), другие — менее предсказуемые (разрушение шельфовых ледников). Из-за этого разброса сложно оценить максимальный предел подъема мирового океана. В частности, такая неопределенность мешает Межправительственной группе экспертов по изменению климата ООН (МГЭИК) установить надежные прогностические диапазоны, которые необходимы для принятия мер по снижению рисков. Организация оценивает вероятность собственных прогнозов только в 66%.

⁵ Источник: <https://hightech.plus/2025/01/29/uroven-mirovogo-okeana-k-2100-godu-mozhet-podnyatsya-na-19-metra> Опубликовано 29.01.2025

Чтобы решить эту проблему группа физиков и климатологов из Наньянского технологического университета и Делфтского технического университета объединила статистические методы с мнениями экспертов, используя данные из Шестого доклада МГЭИК, где представлены различные сценарии будущего повышения уровня моря в зависимости от объемов выбросов парниковых газов. Они назвали свой подход «метод слияния».

Исследователи объединили различные типы прогнозов в докладе МГЭИК. Они включили как прогнозы «средней степени уверенности», так и прогнозы «низкой степени уверенности», дополнив их экспертными оценками. Это позволило учесть недостаточно изученные экстремальные процессы, например, резкие изменения в поведении ледниковых покровов. Для обработки неопределенностей использовалась система весов, которая отдает приоритет более надежным данным «средней степени уверенности», но при этом учитывает и прогнозы с «низкой степенью уверенности».

Прогнозы, основанные на методе слияния, показывают, что при сценарии низких выбросов глобальный средний уровень моря, вероятно, повысится на 0,3–1,0 м к 2100 году. При высоких выбросах, согласно новой модели, этот показатель поднимется на 0,5–1,9 м к 2100 году.

Для сравнения, по оценке МГЭИК, в первом случае ожидаемый диапазон составляет от 0,3 до 0,6 м, во втором — от 0,6 до 1,0 м. Свой прогноз повышения уровня моря авторы исследования определили как «очень вероятный» (90%). Это указывают на то, что предыдущие работы недооценили вероятность экстремальных сценариев.

По мнению ученых, новый подход решает ключевую проблему в изучении уровня моря — расхождения в результатах, получаемых разными методами прогнозирования. Объединение этих методов в единую систему позволяет оценить неопределенность, связанную с будущим повышением уровня океанов, и определить наиболее вероятный диапазон.

Точность этих прогнозов важна для подготовки к последствиям изменения климата. Команда уверена, что их новый метод поможет градостроителям и правительствам принимать действенные меры для защиты уязвимых районов.

Подсчитано, насколько нагреется мир к концу столетия⁶

Ученые оценили климатическое будущее человечества в цифрах.

Текущая политика правительств по всему миру, скорее всего, приведет к потеплению Земли на 1,9–3,7 °С к 2100 году, а в XXII веке этот показатель может увеличиться еще больше.

Таковы результаты подсчетов климатолога Зика Хаусфатера на основе более дюжины исследований, проведенных за последние пять лет, обзор которых он опубликовал в журнале *Dialogues on Climate Change*.

Наиболее вероятный диапазон роста температуры составляет 2,3–3 °С, но эти цифры не полностью учитывают неопределенность относительно будущих антропогенных выбросов парниковых газов и реакции природы на них. Включение этих неопределенностей дает более широкий диапазон от 1,9 до 3,7 °С.

Самые неблагоприятные сценарии допускают потепление на 4,4 °С — но они, по мнению Хаусфатера, маловероятны, поскольку потребление угля выходит на плато, благодаря чему в ограничении выбросов достигнут значительный прогресс.

Если климатическая политика будет ужесточена, в будущем возможно еще более эффективное снижение выбросов, чем предполагается расчетами, но с уверенностью утверждать это не представляется возможным — из-за бурного развития такой энергоемкой технологии, как искусственный интеллект.

«Определенно возможно представить себе мир, в котором ИИ стремительно ускоряется и приводит к увеличению выбросов в краткосрочной перспективе, превосходящему то, о чем мы думаем сегодня», — полагает климатолог.

Однако в долгосрочной перспективе связанные с ИИ выбросы, может, не будут быстро сокращаться, но вряд ли будут вносить существенный вклад в повышение глобальной температуры, заключил он.

⁶ Источник: https://naukatv.ru/news/podschitano_naskolko_nagreetsya_mir_k_kontsu_stoletiya
Опубликовано 27.01.2025

До конца века экстремальная жара убьет более 2 млн человек в Европе⁷

К концу XXI века экстремальные температуры могут привести к 2,3 миллионам дополнительных смертей в европейских городах, если не будут приняты меры по адаптации к изменению климата. При этом сильнее других пострадают восточная Испания, южная Франция, Италия и Мальта. К такому выводу пришли исследователи, изучив влияние глобального потепления на здоровье жителей 30 стран Европы. Однако ситуация не безнадежна: увеличение количества зелёных насаждений, создание тенистых зон и установка систем кондиционирования могут уменьшить смертность от жары на 10%, 50% или даже 90%.

Учёные проанализировали данные о температуре и смертности в 854 городах и спрогнозировали возможные последствия для периода с 2015 по 2099 год. Исследование, опубликованное на днях в *Nature Medicine*, показало, что смертность от жары вырастет почти на 50% даже в самых благоприятных сценариях. При этом регионы Средиземноморья, включая восточную Испанию, южную Францию, Италию и Мальту, пострадают сильнее остальных.

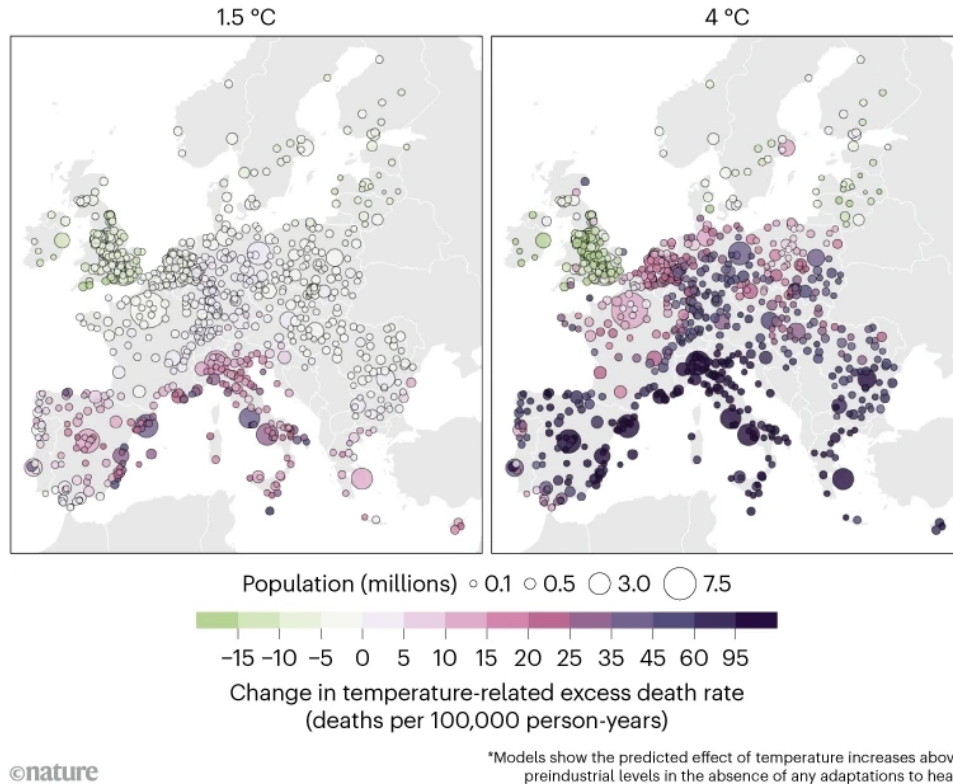
Согласно моделям, смертность от холода, которая сейчас в 10 раз превышает смертность от жары, будет постепенно снижаться. Однако жара станет основной угрозой. Исследователи рассмотрели четыре сценария повышения температуры: на 1,5°C, 2°C, 3°C и 4°C. В наиболее суровом сценарии, при увеличении температуры на 4°C, число погибших возрастёт до критических уровней.

Для снижения риска эксперты предложили три стратегии адаптации. Увеличение количества зелёных насаждений, создание тенистых зон и установка систем кондиционирования могут уменьшить смертность от жары на 10%, 50% или даже 90%, в зависимости от уровня реализации этих мер. Тем не менее, по словам соавтора исследования Пьера Массело из Лондонской школы гигиены и тропической медицины, такой уровень адаптации пока трудно реализовать.

⁷ Источник: <https://hightech.plus/2025/01/28/do-konca-veka-ekstremalnaya-zhara-ubet-bolee-2-mln-chelovek-v-evrope> Опубликовано 28.01.2025

DEADLY HEAT

Under the worst warming scenario, the number of temperature-related deaths could rise by nearly 50% across Europe by the end of the century. In some cities, there will be fewer deaths caused by extreme temperatures because of a reduction in deaths related to extreme cold.



В последние десятилетия Европа испытывает всё более частые и интенсивные волны жары. Согласно данным Европейского агентства окружающей среды, с 1990 года температура в Европе повысилась на 1,5°C, что в два раза превышает средний темп повышения температуры на планете. Это явление приводит к росту числа экстремальных погодных явлений, включая засухи, пожары и, в первую очередь, высокие температуры летом.

С 2000 года в Европе было зафиксировано несколько рекордных периодов жары. Например, летом 2003 года в Европейском союзе погибло около 70 000 человек из-за аномально высоких температур. Тепловые волны стали причиной огромных убытков в сельском хозяйстве и нарушений в энергоснабжении. В 2019 году рекорды температуры были побиты в странах, таких как Франция, Испания и Португалия, где термометры превышали 45°C. Эти события показали, насколько уязвимы европейские города и инфраструктура к изменению климата.

Более того, с каждым годом в Европе возрастает плотность населения в крупных городах, что увеличивает уязвимость людей перед экстре-

мальными погодными условиями. В таких мегаполисах, как Париж, Барселона и Рим, недостаток зелёных зон и обилие асфальта способствуют увеличению температуры на улицах, создавая «тепловые острова».

Атмосфера самоочищается быстрее: открытие, которое меняет взгляд на климат⁸

Исследователи из Национального института водных и атмосферных исследований Новой Зеландии (NIWA) сделали важный прорыв в понимании того, как атмосфера справляется с загрязняющими веществами. Оказалось, что газовая оболочка нашей планеты начала лучше удалять вредные газы, что может повлиять на климатическую систему. Об этом говорится в исследовании, опубликованном в Nature Communications (NatComms).

Гидроксильный радикал: главный очиститель воздуха

Ключевую роль в этом процессе играет гидроксильный радикал (ОН), который называют «моющим средством атмосферы». Это высокореактивная молекула, состоящая из атома водорода и кислорода. Она образуется под воздействием ультрафиолета, озона и водяного пара.

Несмотря на крайне короткое время жизни (менее секунды), ОН способен разрушать до 90% метана и других вредных газов, помогая очищать атмосферу. Однако его концентрация всегда оставалась трудной для точного измерения.

Долгосрочное исследование: неожиданные результаты

Чтобы определить уровень ОН, ученые анализировали данные за 33 года, собранные на двух станциях Южного полушария — в Новой Зеландии и Антарктиде. Для измерений использовался радиоактивный оксид уг-

⁸ Источник: <https://www.pravda.ru/news/science/2170947-atmospheric-self-cleaning/> Опубликовано 4.02.2025

лерода (^{14}CO), образующийся при воздействии космических лучей. Поскольку уровень ^{14}CO напрямую зависит от активности гидроксильных радикалов, его снижение указывает на усиление очищающей способности атмосферы.

Атмосфера справляется лучше, но не без ограничений

Исследование показало, что с 1997 года атмосфера Южного полушария стала очищаться значительно быстрее:

- В Новой Зеландии уровень ^{14}CO падал на 12% ежегодно.
- В Антарктиде в летние месяцы концентрация ^{14}CO снижалась на 43%.

Это свидетельствует о значительном росте уровня ОН, что делает атмосферу более эффективной в борьбе с загрязнителями.

Однако ученые предупреждают: дальнейший рост окислительной способности воздуха может быть ограничен из-за увеличения выбросов метана. Несмотря на более активное разрушение этого газа, его концентрация продолжает расти, что требует дополнительных мер по сокращению выбросов.

Полученные результаты имеют критическое значение для прогнозирования изменений климата. Если атмосфера действительно стала лучше очищаться, это может замедлить рост парниковых газов и повлиять на будущие климатические модели. Однако окончательные выводы делать рано — требуется дальнейшее изучение этого явления.

Факторы воздействия

Эль-Ниньо и Ла-Нинья: почему мальчик и девочка, меняющие климат, стали приходить чаще⁹

Среди климатологов в настоящий момент существует определенный консенсус, касающийся климатических изменений: по мере того как человечество увеличивает эмиссию парниковых газов, планета нагревается. Глобальное потепление вызывает изменения, которые уже сейчас ставят под угрозу жизнь и здоровье сотен миллионов людей на планете. Это волны тепла, которые происходят со все увеличивающейся частотой, повышение уровня моря, таяние льдов, сильная изменчивость погоды, а также рост экстремальных погодных явлений. К подобным явлениям, но только на глобальном уровне, относятся такие важные климатические колебания, как «Эль-Ниньо» и «Ла-Нинья».

Тепловой гидроаккумулятор

Термин Эль-Ниньо («мальчик» в переводе с испанского, а Ла-Нинья, соответственно, «девочка»), или южная осцилляция, означает краткосрочное повышение температуры поверхностного слоя воды Тихого океана в его тропической части, начиная от побережья Южной Америки и до Австралии. При нормальном процессе циркуляции воды, перуанское течение несет холодные воды вдоль западного побережья Южного Конуса. При повороте на Запад, вдоль экватора наблюдается апвеллинг — подъем холодных океанических вод. Пассаты отгоняют нагретый поверхностный слой в западную часть Тихого океана. Там вода прогревается до 30 °С по сравнению с 22-24°С у перуанского побережья.

Наступление Эль-Ниньо приводит к тому, что пассаты ослабевают и поверхностные воды прогреваются на большей площади Тихого океана. По направлению к перуанскому побережью начинает нестись поток теплых вод, апвеллинг ослабевает, и в перуанской пустыне начинают проли-

⁹ Источник: <https://ecosphere.press/2025/02/03/el-nino-i-la-ninya-pochemu-malchik-i-devochka-menyayushhie-klimat-stali-prihodit-chashhe/> Опубликовано 3.02.2025

ваться обильные дожди, что часто ведет к наводнениями, разрушениям домов и гибели людей. В общем, приход «мальчика» приводит к тому, что в регионе становится теплее и более влажно. В противовес ему, «девочка» делает регион суше и холодней. Обычно же оба феномена отсутствуют и температура воды «нормальная».



Какого-то жестко определенного периода у Эль-Ниньо и Ла-Нинья нет. Они просто сменяют друг друга, например, «мальчик» в среднем приходит каждые 3-8 лет, а «девочка» — реже. Так как оба явления воздей-

ствуют на климатическую систему всей планеты, то кроме наводнений/засух в Перу, при приходе Эль-Ниньо наблюдаются засухи в Индии и Австралии, в то время как на юге США идут проливные дожди. И наоборот, Ла-Нинья еще больше высушивает американский юго-запад, который начинает страдать от нехватки воды. В тоже время, с наступлением Эль-Ниньо снижается активность атлантических циклонов.

Ужасы развития

Формально оба явления (Эль-Ниньо и Ла-Нинья) открыли в начале XX века. Но, конечно же, они существовали и ранее. И уже тогда отличались катастрофическими последствиями.

Вызванные Эль-Ниньо в последней четверти XIX века засухи в Индии, Китае, Бразилии, странах Юго-Восточной Азии, восточной Африки и Латинской Америки унесли жизни десятков миллионов людей. Но не сами по себе — а из-за «идеального шторма» неблагоприятных событий. С одной стороны, важную роль сыграл европейский колониализм, в первую очередь британский, и его практики по захвату земли в колонии, массовой вырубке лесов, посевов экспортных культур и их вывоз в метрополию. С другой, масса лишившихся земли коренных народов столкнулась с засухой и политикой тотального невмешательства завоевателей в разворачивающийся продовольственный кризис. Например, из охваченной голодом Индии вывозили зерно в Британию, обеспечивая до 20% всего потребляемого метрополией зерна. Итогом такой политики стала массовая гибель людей.

По подсчетам американского историка Майка Дэвиса, к началу XX века в колониях и странах, зависимых от европейских метрополий, от совокупного эффекта циклов Эль-Ниньо, замены традиционного земледелия плантациями и продолжения экспорта зерна в условиях засухи погибло от 30 до 60 миллионов человек.

В свою очередь, эти трагические события стали катализатором тектонических социальных сдвигов в колониях. В Индии развивался национализм, в Китае и Азии происходили непрерывные восстания, в Латинской Америке местные правительства старались избавиться от господства европейских держав. Все это привлекло дополнительное внимание к климатическому явлению, по которому теоретически можно предсказать засухи и необходимость регулирования продовольственной политики на местах.

Катализаторы природных бедствий

Исследование этих двух природных феноменов привели к тому, что среди «адекватных» климат-отрицателей начали ходить теории, что циклы Эль-Ниньо — Южной осцилляции на самом деле «виновны» в повышении температуры на планете и климатических изменениях. Якобы, это не деятельность человека, а давно известные природные феномены. И очень быстро мы увидим настоящее похолодание и падение температуры. Опирались такого рода «продвинутые диссиденты» на серьезные научные работы, например, исследовавшие проблемы влияния парниковых газов на истончение озонового слоя или состояние озоновых дыр над разными континентами.

Впрочем, эти прогнозы не оправдались (не то чтобы это беспокоило ультраправые медиа типа Breitbart, которые распространяли такого рода материалы). Если следовать расчетам климатических скептиков, температура должна была начать падать с октября 2016 года. На деле же глобальная температура продолжала расти, обновляя один рекорд за другим, достигнув за последние 10 лет устойчивого показателя 1,1 градус по Цельсию выше нормы.

В то же время, научные исследования делают связь между частотой экстремальных явлений — в том числе таких глобальных как Эль-Ниньо и Ла-Нинья — и климатическими изменениями очевидной. Частота Эль-Ниньо увеличилась, а это приводит к усилению засух, ухудшению ситуации с наводнениями и изменению характера ураганов, которые становятся все более разрушительными.

Кроме того, исследование циклов Эль-Ниньо/Ла-Нинья показало, что антропогенное изменение климата может привести к усилению воздействия этих климатических явлений на затронутые ими регионы. Это означает, что увеличиться межгодовая изменчивость экстремальных температур и частота лесных пожаров. Таким образом, будущие Эль-Ниньо сделают наводнения более вероятными, в то время как будущие Ла-Нинья принесут больше засух и усиление сезонов лесных пожаров. Что в свою очередь ведет к увеличению эмиссии CO₂.

Можно сказать, что Эль-Ниньо будущего окажет большее влияние на наш климат, чем Эль-Ниньо, сформировавшийся в конце XX века. То есть, антропогенное изменение климата приводит к тому, что погода на планете все чаще переходит из одной крайности в другую.

Опасное смещение

Из числа 33 явлений Эль-Ниньо, которые были зафиксированы в 1901-2016 годах, с 1978 года все 11 образовались в западной и центральной части Тихого океана. Однако до этого года, абсолютное и подавляющее большинство явлений Эль-Ниньо проявилось в восточной части Тихого океана. Именно там, где их неявно фиксировали перуанские рыбаки и первые исследователи в XIX веке.

Вместе со смещением на сотни километров на запад были зафиксированы первые «супер Эль-Ниньо» — в 1982, 1997 и 2015 годах. Уже сам по себе сильный Эль Ниньо может вызвать серьезную засуху в сухом климате, что хорошо видно в Австралии и Индии. Он вызывает интенсивные наводнения в более влажном климате, например, на северо-западе Тихого океана и в Перу. Одновременно с этим появляются большое число ураганов в Тихом океане. Вариант «супер» — это ужесточение последствий природного явления до катастрофических масштабов. Эль-Ниньо 1997-1998 годов, например, унес тысячи жизней из-за жары, наводнений, засухи и штормов, а ущерб от него оценили в 96 миллиардов долларов.

Но даже «обычные» Эль-Ниньо (или Ла-Нинья) в соответствующих условиях способны довести ситуацию до катастрофы. Засуха на африканском роге в 2011 году меньше, чем за полгода привела к массовому голоду. В Сомали за несколько месяцев умерло 29 тысяч детей. Ещё около 800 тысяч находились под угрозой смерти из-за тотальной нехватки воды и еды, а также угроз, поступающих от террористических группировок.

Кошмар засухи в регионе восточной Африки заключается в том, что он никогда не ограничивается одной страной. Вместе с Сомали от нее страдают Эфиопия, Кения, Эритрея и Уганда. И с каждым новым приходом Эль-Ниньо (или Ла-Нинья) территория засухи расширяется. Если в 2016 году срочную помощь надо было оказывать 10 миллионам жителей региона, то в 2022 году уже 13 миллионам. Ещё более 55 миллионов нуждаются в поставках продовольствия, что почти в два раза выше, чем в 2016 году, когда нуждающихся было 28 миллионов. Они — резерв голодной смерти, в каждый момент времени готовые пополнить ряды тех, для кого любое количество еды и воды — вопрос жизни и смерти.

Однако на самом деле, регионов мира, которые срочно нуждаются в помощи, гораздо больше. В 2016 году Эль-Ниньо вызвал дожди, затопления и сели в Кении, Перу, а также по всему югу и юго-западу США. Сильная жара привела к пожарам в Индии и Индонезии. Причем в последнем случае повлияло то, что в стране быстрыми темпами расширяются плантации масличной пальмы. Джунгли вырубаются, а часто просто сжигаются.

Из-за сухой погоды, которая устанавливается благодаря Эль-Ниньо, пожары охватывают площади в сотни тысяч и миллионы гектаров. Например, в 1997 году только за один месяц в Индонезии сгорело 15 млн гектаров плантаций и лесов.

Помимо прочего, сухая и жаркая погода приводит к потерям продукции. В 1997-1998 годах только на Яве Индонезия потеряла 3 миллиона тонн риса. В Индии, где эффект Эль-Ниньо серьезно влияет на период муссонов, когда выпадает максимальное количество осадков, ситуация оказывается еще хуже. Продуктивность зерновых, риса, бобовых в 1981-2006 годах падала в среднем на 42,7%. Индия теряла десятки миллионов тонн продовольствия из-за засухи, недостатка воды и неоптимизированных систем орошения. Добавьте сюда эрозию почвы и сведение лесов, и вы получите ситуацию, которая в любой момент готова сорваться в самый настоящий голод.

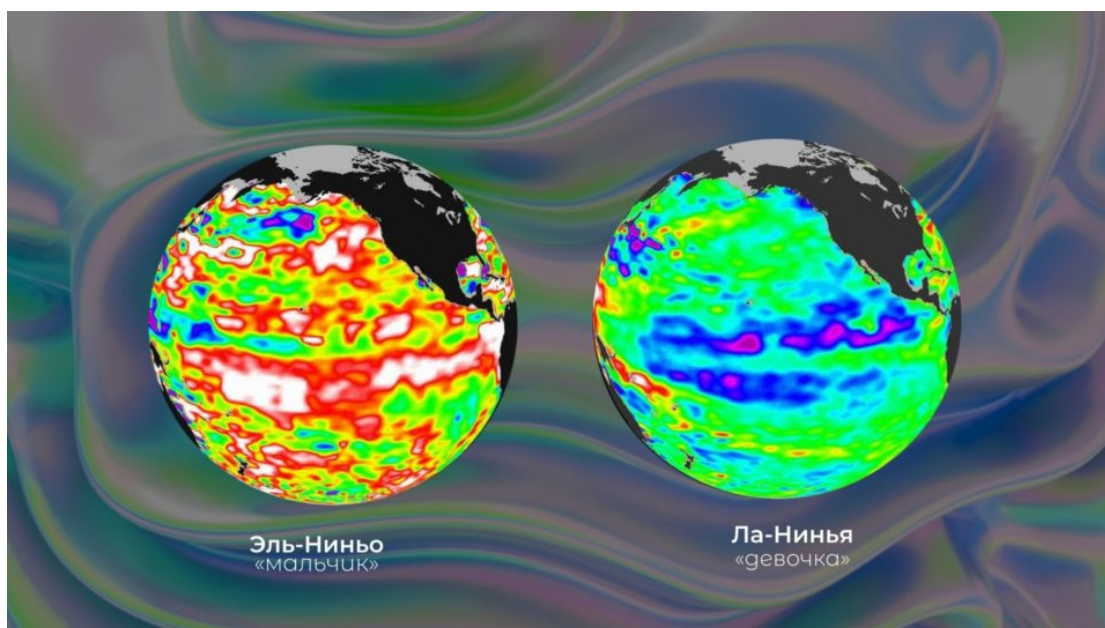
Однако самыми медийными последствиями Эль-Ниньо были пожары в Австралии в 2019-2020 году. Конечно же, основные причины пожаров не сводятся к этому климатическому феномену. Однако необычайно жаркая и сухая погода, которая образовалась из-за него сделала пожары необычайно продолжительными и катастрофическими. Непосредственно от них погибли 34 человека, сгорело более 1500 зданий и построек и был нанесен ущерб на десятки миллиардов долларов. Выгорело более 90 тысяч км² территории Австралии. Утверждалось, что пострадало 3 миллиарда наземных позвоночных, из которых более 1 миллиарда погибли. Некоторые виды, находящиеся под угрозой исчезновения, просто вымерли из-за этой антропогенной катастрофы. Наконец, выбросы углерода достигли около 715 млн тонн, что на 80% превосходит стандартную эмиссию Австралии. При этом последствия пожаров ощущались не только на самом континенте. Дым был отнесен на 11 тысяч километров восточнее и затронул Аргентину и Чили. Катастрофа стала поистине глобальной.

Тройная угроза

Еще более разрушительные последствия 2015-2016 годов были от «сестрички» Эль-Ниньо — Ла-Ниньи. Засуха и пожары в США нанесли ущерб экономике более чем на 70 миллиардов долларов. У побережья Латинской Америки и в Карибском море бушевали штормы, которые только на Гаити унесли жизни 546 человек, а ущерб экономикам стран, подвергшихся ударам стихии исчислялся 154 миллиардам долларов.

Нынешний же год многим запомнится редчайшим феноменом — «тройной Ла-Ниньей», то есть три зимы подряд в северном полушарии прошли в условиях этого явления.

Признаки влияния «девочки» наблюдаются в продолжающейся засухе в районе Африканского Рога и в южной части Южной Америки. В Юго-Восточной Азии и Австралии количество выпадающих осадков сильно выше среднего. Наконец, прогнозируется повышение среднего уровня активности сезона ураганов в Атлантике.



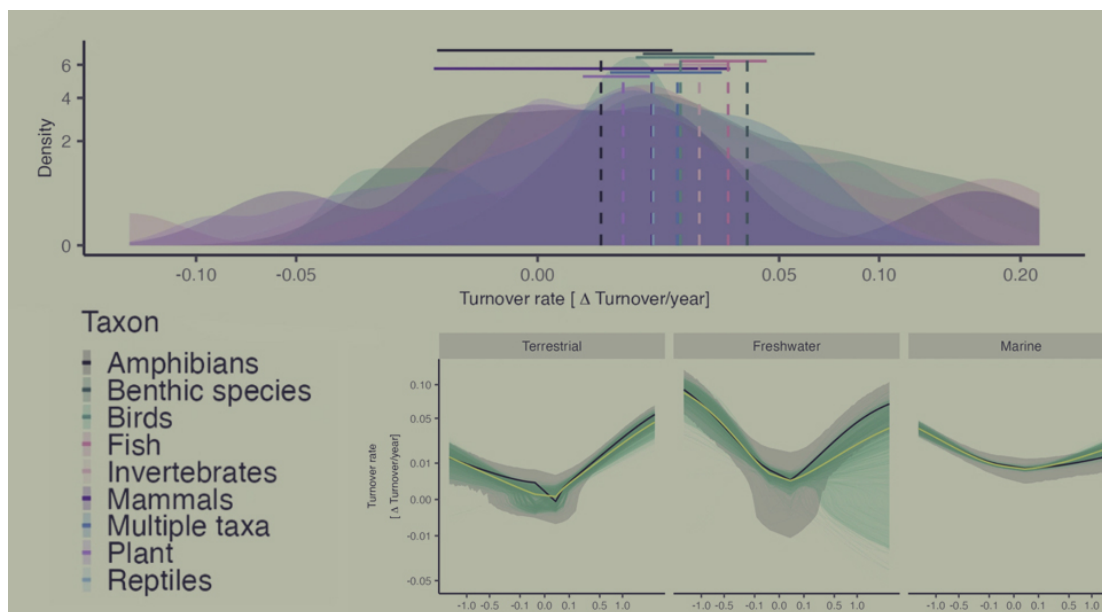
При этом по прогнозам закончится Ла-Нинья только в 2023 году, что означает только одно — нас ожидают очередные климатические потрясения. Например, в США будет очередной сезон засухи и проливных дождей. И если в 2021 году потери от природных катаклизмов исчислялись \$112,5 миллиардов, то в этом году есть шанс повторить этот печальный рекорд или даже превзойти его.

Так как глобальные температуры продолжают расти, а эмиссия CO₂ уже бьет допандемийный уровень, вероятно, Эль-Ниньо и Ла-Нинья продолжат усиливаться, а вместе с ними увеличится и число катастрофических явлений. Вместе это приведет к серьезным экономическим и экологическим последствиям для всех стран Азиатско-Тихоокеанского региона, Африки южнее Сахеля, Индийского субконтинента и стран Латинской Америки. Таким образом, мы рискуем повторить ситуацию полтора века давности, когда десятки миллионов людей умирали из-за совокупного эффекта глобальных климатических колебаний, отсутствия мер адаптации

к ним, разрушения естественных ландшафтов и специфики сельского хозяйства, заточенного в первую очередь на глобальные рынки, а не на обеспечение продовольственной безопасности.

Резкие потепления и похолодания подорвали устойчивость экосистем во всем мире¹⁰

При быстрых изменениях температуры за год в экосистемах океана может замениться до 3,2 процента биологических видов, в реках и озерах — до 5,2 процента, а на земле — до 5,1 процента. Текущность видов в сообществах оказалась быстрее, чем считалось ранее, причем в холодных регионах на нее сильнее влияет резкое похолодание, а в жарких — потепление. Об этом говорится в статье, опубликованной в журнале Nature.



Сохранность экосистемы зависит от ее устойчивости к изменению факторов окружающей среды, а ее устойчивость заключается в способности эффективно поддерживать биологический круговорот. Чтобы этот кру-

¹⁰ Источник: <https://nplus1.ru/news/2025/02/07/temporal-turnover> Опубликовано 7.02.2025

говорот не разрывался, важно поддерживать высокое биоразнообразие. Большое число биологических видов означает большое количество разных генов (таксономическое разнообразие) и экологических групп или гильдий (функциональное разнообразие). Обе эти характеристики важны для адаптации, особенно во время кризисов.

Впрочем, представления о биоразнообразии и связанной с ним устойчивости экосистем продолжают расширяться. Нередко возникают ситуации, в которых число видов в экосистеме остается стабильным, но при этом они быстро заменяют друг друга или резко изменяют численность. Это называется текучестью видов (*temporal turnover*), и по аналогии с текучестью кадров в компании, может свидетельствовать о подрыве устойчивости системы.

Ученые под руководством Малина Пинского из Ратгерского университета исследовали связь между текучестью видов в экологических сообществах и изменением климата. Для этого они изучили более 40 тысяч временных рядов из базы данных BioTIME, описывающих видовой состав наземных, пресноводных и океанических экосистем. Средняя продолжительность наблюдений составляла восемь лет. Такие ряды охватывали виды растений, птиц, млекопитающих, рыб, земноводных, пресмыкающихся и беспозвоночных, фиксировали видовой состав сообщества и температуру окружающей среды.

Оказалось, что скорость изменения видового состава, то есть текучесть видов, была выше в условиях быстрых колебаний температур — как потепления, так и похолодания. При резком изменении температур за год в океанических экосистемах заменялось до 3,2 процента видов, в пресноводных — до 5,2 процента, в наземных — до 5,1 процента. В холодных регионах виды оказались более чувствительны к волнам холода, в теплых — к волнам жары. Дополнительно текучесть усиливали антропогенные факторы, например, изменения в землепользовании и гомогенизация ландшафтов. Препятствовать ей, напротив, могло микроклиматическое разнообразие, которое обеспечивало уязвимым особям убежище. Авторы отметили, что текучесть видов оказалась более быстрой, чем считалось ранее, и с учетом того, что скорость потепления климата может утроиться к концу века, мировые экосистемы ожидают еще более сильные изменения и подрыв устойчивости.

Видовой состав пресноводных экосистем показал наиболее быстрые изменения, и это не первое свидетельство заметного влияния человека на состояние водоемов. Недавно выяснилось, что реки — мощный источник эмиссии парниковых газов, который ежегодно выбрасывает в атмосферу 80 миллионов тонн CO₂-эквивалента. Основной вклад в это вносит метан из небольших рек в густонаселенных азиатских городах.

Самый теплый январь за всю историю наблюдений озадачил климатологов¹¹

Елизавета Лебедева

Продолжается серия рекордных глобальных температур, даже несмотря на погодный феномен Ла-Нинья, охлаждающий тропическую часть Тихого океана.

Служба по наблюдению за климатом «Коперник» (European climate service Copernicus) сообщила, что прошлый месяц стал самым теплым январем за всю историю наблюдений: температура воздуха и поверхности Земли была на 1,75°C выше доиндустриального уровня.

Удивительный рекорд январской температуры совпадает с новыми исследованиями климатологов, утверждающих, что глобальное потепление ускоряется. Это утверждение разделяет исследовательское сообщество.

Январь 2025 года в глобальном масштабе был на 0,09 градуса Цельсия теплее января 2024 года, предыдущего самого теплого января, и на 1,75 градуса Цельсия теплее, чем доиндустриальная эпоха, подсчитал Copernicus.

Это был 18-й месяц из последних 19, когда мир достиг или превысил согласованный на международном уровне предел потепления в 1,5 градуса Цельсия выше доиндустриальной эпохи.

Климатологи ожидали, что этот исключительный период пойдет на спад после того, как потепление, вызванное явлением Эль-Ниньо, достигнет пика в январе 2024 года, а условия сменятся на противоположную, охлаждающую фазу Ла-Нинья.

Однако температуры сохраняются на рекордном или почти рекордном уровне, что вызвало споры о том, какие еще факторы могут способствовать их достижению на максимальном уровне ожиданий.

¹¹ Источник: <https://ab-news.ru/samyj-teplyj-yanvar-za-vsju-istoriyu-nablyudenij/> Опубликовано 6.02.2025

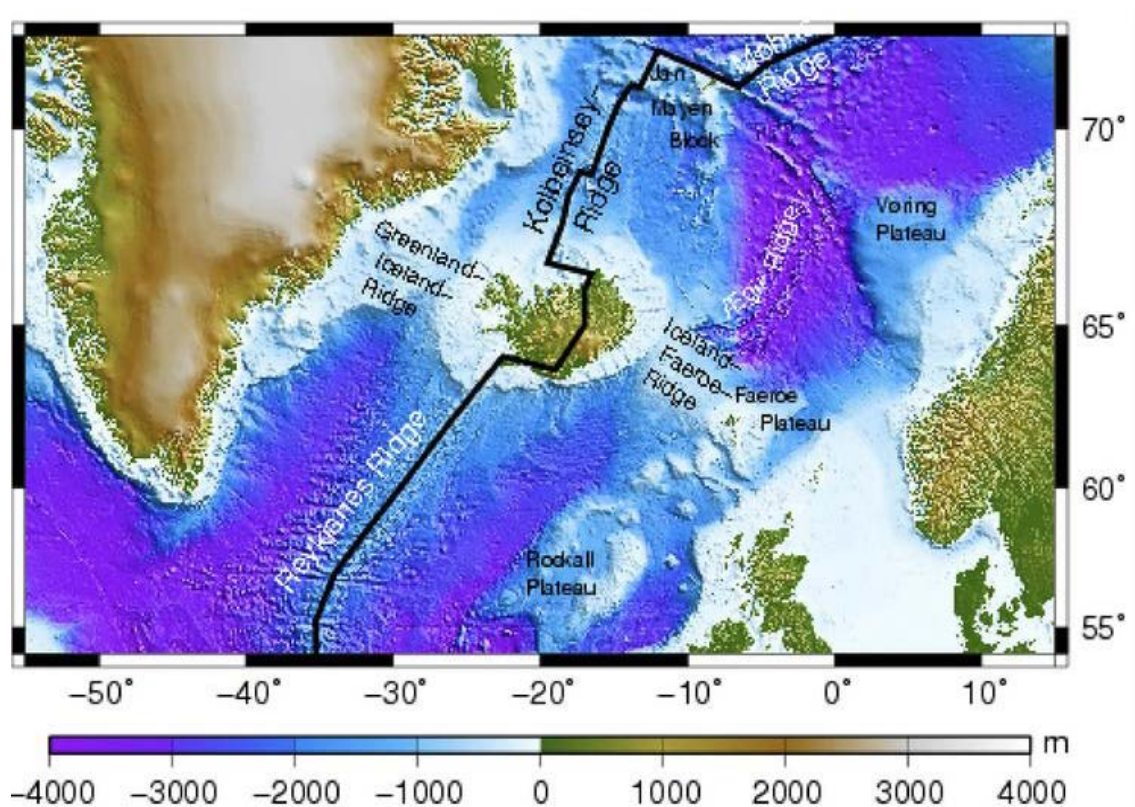
Саманта Берджесс, стратегический руководитель по климату Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды, сказала: «Январь 2025 года — еще один удивительный месяц, продолжающий рекордные температуры, наблюдавшиеся в течение последних двух лет... Copernicus продолжит внимательно следить за температурой океана и ее влиянием на наш меняющийся климат в течение 2025 года». Температура поверхности моря оставалась необычно высокой во многих океанических бассейнах и морях.

Ученые утверждают, что текущий период, вероятно, станет самым теплым на планете за последние 125 000 лет.

Назван водопад, который влияет на климат всей Земли¹²

Глубоко под холодными водами Северного Ледовитого океана, скрытый от человеческого взгляда и малоизвестный широкой публике, находится самый большой водопад на Земле.

¹² Источник: <https://ecoportal.su/news/view/127543.html> Опубликовано 4.01.2025



Этот колоссальный подводный каскад, известный как водопад Датского пролива, затмевает даже самые знаменитые наземные водопады, такие как водопад Анхель в Венесуэле или Ниагарский водопад в Северной Америке.

В то время как наземные водопады привлекают внимание своими драматическими падениями и ревущими потоками, водопад Датского пролива остается молчаливой, но мощной силой, которая формирует климат планеты и океаническую циркуляцию.

Датский пролив расположен между Гренландией и Исландией, где ледяная вода Северных морей встречается с более теплой водой Атлантического океана.

Это сближение создает резкие различия в температуре и солености, подпитывая невидимый каскад. Подводный водопад имеет поразительный вертикальный перепад примерно в 11 500 футов (3500 метров) — более чем в три раза выше водопада Анхель.

Это скрытое явление, простирающееся на огромную ширину около 300 миль (480 километров), перемещает колоссальные объемы воды, играя ключевую роль в циркуляции океанов Земли и регулировании климата.

В отличие от наземных водопадов, где вода заметно падает со скал или крутых уступов, водопад Датского пролива находится полностью под водой.

Его огромные масштабы и значение не видны невооруженным глазом, но их можно изучить с помощью современных океанографических инструментов. Майк Клэр, эксперт по морским геосистемам Национального океанографического центра Великобритании, отмечает, что если бы кто-то оказался на месте, на поверхности он выглядел бы спокойным.

Однако под спокойными водами действуют мощные природные силы. Этот подводный каскад является важнейшим фактором глобальной термохалинной циркуляции, обширного «конвейера» океанических течений, который переносит тепло, питательные вещества и энергию по всему миру.

Водопад Датского пролива — древнее чудо, образовавшееся во время последнего ледникового периода между 17 500 и 11 500 лет назад.

Когда огромные ледники изменили ландшафт Земли, они сформировали уникальные геологические особенности, которые поддерживают существование подводного водопада сегодня.

Его динамическая среда постоянно формируется под воздействием меняющихся океанских течений, колебаний температуры и других природных сил.

Несмотря на свою безмятежную и невидимую природу, воздействие водопада распространяется далеко за пределы его непосредственного местонахождения.

Он влияет на глобальные погодные условия, уровень моря и морские экосистемы, демонстрируя взаимосвязанность природы.

Каждую секунду через водопад протекает около 3,2 миллиона кубометров воды, что намного превышает сток реки Амазонки в Атлантический океан.

Этот огромный объем воды, движущийся под действием разницы температур и солености, стекает по дну океана под действием силы тяжести, пишет издание Naturenews.

Спутники показывают резкое падение уровня пресной воды в мире¹³

Исследователи обсуждают последствия недостатка воды на планете и связь с изменением климата

Глобальное сокращение запасов пресной воды: исследователи обсуждают возможные последствия и связь с изменением климата, представляя тревожные данные и прогнозы.

Международная группа ученых, используя данные со спутников США и Германии, обнаружила, что общий объем пресной воды на Земле резко сократился с мая 2014 года и остается на низком уровне до сих пор. В статье в журнале *Surveys in Geophysics* исследователи предположили: это может указывать на то, что континенты Земли вошли в фазу постоянной засухи.

С 2015 по 2023 год спутниковые измерения показали, что среднее количество пресной воды на Земле, включая жидкую поверхностную воду в озерах и реках, а также воду в подземных водоносных слоях, было на 1 200 кубических километров ниже среднего уровня с 2002 по 2014 год. С лица Земли исчезло количество воды сравнимое, например, с озером Селигер.

С учащением засух и с ростом площадей, отданных под орошаемое сельское хозяйство, города все чаще полагаются на подземные воды, что может привести к истощению запасов: пресная вода иссякает, а дожди и снег не пополняют их. Это создает нагрузку на сельхозпроизводителей и общество, что может привести к голоду, конфликтам, бедности и увеличению риска заболеваний (при использовании загрязненных источников воды).

Исследователи выявили резкое глобальное снижение запасов пресной воды, используя данные с гравитационных спутников GRACE, которые измеряют колебания в гравитационном поле Земли, позволяющие определить изменения в массе воды.

Снижение началось с сильной засухи в северной и центральной Бразилии и затем усугубилось серией крупных засух в Австралии, Южной и

¹³ Источник:

https://naukatv.ru/news/sputniki_nasa_pokazyvayut_rezкое_padenie_urovnya_presnoj_vody_v_mire
Опубликовано 18.11.2024

Северной Америке, Европе и Африке. Повышение температуры океана в тропической части Тихого океана с конца 2014 до 2016 года, что привело к одному из самых значительных Эль-Ниньо с 1950 года, вызвало изменения в атмосферных струях, изменившие погоду и осадки по всему миру. Однако даже после ослабления Эль-Ниньо мировые запасы пресной воды не восстановились. Фактически, согласно отчету, 13 из 30 самых сильных засух, наблюдаемых GRACE с января 2015 года, произошли именно в этот период.

Глобальное потепление может способствовать устойчивому истощению запасов пресной воды. Оно заставляет атмосферу удерживать больше водяного пара, что приводит к более экстремальным осадкам. Хотя уровни годовых осадков могут меняться незначительно, длительные периоды между интенсивными ливнями позволяют почве высыхать и становиться более плотной, уменьшая количество влаги, которую она может поглотить во время дождя. Вода стекает, вместо того чтобы впитываться и пополнять запасы подземных вод.

В глобальном масштабе уровни пресной воды остаются стабильно низкими с Эль-Ниньо 2014-2016 годов, в то время как больше воды остается в атмосфере в виде пара. Повышенные температуры увеличивают как испарение воды с поверхности в атмосферу, так и водопоглощаемость атмосферы, увеличивая время и интенсивность засух.

Остается неясным, восстановятся ли запасы пресной воды, стабилизируются или продолжат снижаться. Учитывая, что девять самых теплых лет с начала наблюдений совпали со спадом пресной воды, авторы отмечают: «Мы не думаем, что это случайность, и это может быть предвестником грядущих изменений».

В зоне риска

Согласно глобальному отчету о водных ресурсах за 2024 год, постоянное потепление приводит к новым экстремальным ситуациям в круговороте воды¹⁴

В прошлом году Земля пережила самый жаркий год за всю историю наблюдений — уже четвертый год подряд. Повышение температуры существенно влияет на движение воды на нашей планете, нарушая круговорот воды.

Согласно опубликованному сегодня отчету «Глобальный водный мониторинг 2024», эти изменения приводят к экстремальным явлениям по всему миру. Международная группа исследователей использовала данные с тысяч наземных станций и спутников для анализа в режиме реального времени информации о погоде, подземных водах, реках и водоемах.

Было выяснено, что рекорды по количеству осадков фиксируются все чаще. Например, в 2024 г. рекордные объемы осадков, выпадающих ежемесячно, фиксировались на 27 % чаще, чем в начале этого века. Частота рекордных минимумов увеличилась на 38 %.

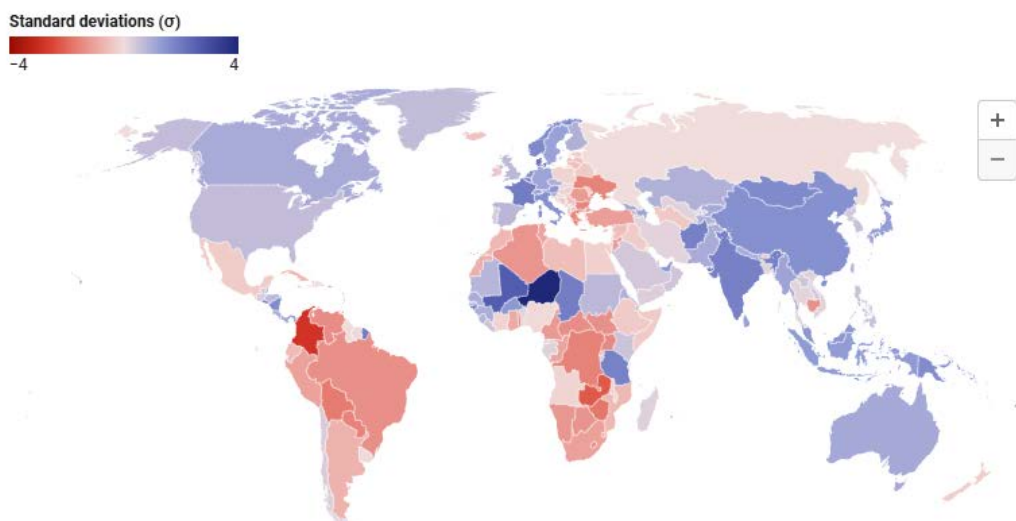
В 2024 г. в результате водных стихийных бедствий погибли более 8 700 человек, а около 40 миллионов были вынуждены покинуть свои дома. Экономические потери составили колоссальные \$550 млрд. Количество и масштабы экстремальных погодных явлений продолжают расти, пока мы продолжаем выбрасывать парниковые газы в уже перегретую атмосферу. Правильные меры по борьбе с изменением климата следовало принимать еще 40 лет назад, но у нас все еще есть возможность изменить будущее к лучшему.

¹⁴ Источник: Relentless warming is driving the water cycle to new extremes, the 2024 global water report shows / <https://theconversation.com/relentless-warming-is-driving-the-water-cycle-to-new-extremes-the-2024-global-water-report-shows-246131> Опубликовано 5.01.2025

Человечество в горячей воде

Теплый воздух способен удерживать больше влаги — это работает по тому же принципу, что и сушилка для белья. Парадоксальным следствием этого является то, что засухи и наводнения становятся все более интенсивными.

Когда дождя нет, более теплый и сухой воздух ускоряет испарение, усиливая засуху. Когда же дождь все-таки идет, повышенная способность атмосферы удерживать влагу означает, что осадки могут быть более интенсивными и продолжительными, что приводит к сильным наводнениям.



Среднее значение — это общее количество осадков за январь-декабрь, рассчитанное в виде числа стандартных отклонений

Свирепые наводнения

В 2024 г. по всему миру прошли проливные дожди и разливы рек.

В мае в Папуа-Новой Гвинее и в июле в Индии склоны, покрытые дождем, обрушились, поглотив под собой тысячи людей. Многие из них, скорее всего, так и не будут найдены.

На юге Китая в июне и июле реки Янцзы и Жемчужная вышли из берегов, затопив города и поселки. В результате десятки тысяч людей были

вынуждены покинуть свои дома, а ущерб от уничтоженного урожая составил более \$500 млн.

В августе в Бангладеш сильные муссонные дожди и сброс воды с плотин привели к наводнению рек. Более 5,8 млн человек пострадали, и по меньшей мере один миллион тонн риса был уничтожен.

Тем временем шторм «Борис» в сентябре вызвал масштабные наводнения в Центральной Европе, причиняя ущерб на миллиарды евро.

В западной и центральной Африке с июня по октябрь миллионы людей пострадали от речных наводнений, что усугубило проблему дефицита продовольствия в уже уязвимом регионе.

В Испании в конце октября за всего восемь часов выпало более 500 мм осадков, что привело к смертоносным наводнениям.

Основные водные события в 2024 году

Самые разрушительные водные катастрофы в 2024 году включали внезапные наводнения, разливы рек, засухи и оползни.

Водные катастрофы привели к гибели более 8700 человек, перемещению 40 миллионов человек и экономическим потерям, превышающим 550 миллиардов долларов США



Опустошительные засухи

В других частях света в прошлом году также наблюдалась сокрушительная засуха.

В бассейне Амазонки, одной из самых жизненно важных экосистем Земли, рекордно низкий уровень воды в реках перекрыл транспортные пути и нарушил выработку гидроэлектроэнергии. Лесные пожары, вызванные жаркой и сухой погодой, только за сентябрь уничтожили более 52 000 км² лесов, выделив огромное количество парниковых газов.

На юге Африки засуха сократила производство кукурузы более чем на 50 %, в результате чего 30 млн человек столкнулись с нехваткой продовольствия. Фермеры были вынуждены забивать скот, так как пастбища высохли. Засуха также снизила выработку гидроэлектроэнергии, что привело к повсеместным отключениям электричества.

За последние годы мы привыкли слышать, что только что прошедший год стал самым теплым за всю историю наблюдений. В ближайшие годы нам будут говорить то же самое еще много раз.

Температура воздуха на суше в 2024 г. была на 1,2 °C выше, чем в среднем в период с 1995 по 2005 гг., когда температура уже была на 1°C выше, чем в начале промышленной революции. Около четырех миллиардов человек в 111 странах — половина населения планеты — пережили самый теплый год за всю историю наблюдений.

Очевидная и ускоряющаяся тенденция повышения температуры способствует все более интенсивному круговороту воды.

Что можно сделать?

Отчет Глобального водного мониторинга пополнил растущую копилку доказательств того, что наша планета стремительно меняется.

Дальнейшие изменения уже заложены. Даже если бы мы прекратили выбросы парниковых газов сегодня, планета продолжала бы нагреваться в течение десятилетий. Однако если действовать уже сейчас, у нас еще есть шанс избежать самых худших последствий.

Во-первых, нам необходимо как можно быстрее сократить выбросы парниковых газов. Каждая тонна парниковых газов, которую мы не выпустим сейчас, поможет смягчить в будущем тепловые волны, наводнения и засухи.

Во-вторых, нам необходимо подготовиться и адаптироваться к неизбежным более суровым экстремальным явлениям. Это может включать усиление защиты от наводнений, развитие более устойчивого к засухе сельского хозяйства и водоснабжения, а также совершенствование систем раннего предупреждения.

Изменение климата — это не проблема будущего. Оно происходит прямо сейчас. Оно меняет наши ландшафты, наносит ущерб инфраструктуре, домам и предприятиям, нарушая жизнь по всему миру.

Вопрос не в том, стоит ли нам что-то делать, а в том, насколько быстро мы сможем это сделать.

Арктика теряет статус углеродного поглотителя: треть региона уже выбрасывает CO₂¹⁵

Новое исследование показывает тревожную тенденцию: значительная часть арктической тундры, лесов и водно-болотных угодий превращается из хранилища углерода в его источник. Из-за глобального потепления вечная мерзлота, которая на протяжении тысячелетий удерживала запасы CO₂, начала его высвобождать, ускоряя климатические изменения.

Исследование, опубликованное в Nature Climate Change, анализирует данные с 200 исследовательских площадок за период 1990–2020 годов. Согласно выводам ученых, более 30% арктических территорий уже выделяют больше углерода, чем поглощают, а с учетом лесных пожаров этот показатель достигает 40%.

«Мы впервые фиксируем этот сдвиг в таких масштабах по всей тундре. Это тревожный сигнал», — говорит ведущий научный сотрудник Центра климатических исследований Вудвелла Сью Натали.

Хотя в некоторых районах из-за потепления усиливается рост растений, процесс разложения органики в оттаивающей почве опережает способность экосистемы накапливать углерод. По словам Натали, почва начи-

¹⁵ Источник: <https://ecosphere.press/2025/01/29/arktika-teryaet-status-uglerodnogo-poglotitelya-tret-regiona-uzhe-vybrasyvaet-co2> Опубликовано 29.01.2025

нает буквально «рушиться», меняя ландшафт и ускоряя выбросы парниковых газов.

Арктические экосистемы, охватывающие Сибирь, Аляску, Канаду и Северную Европу, содержат почти половину всех запасов углерода в почве Земли – больше, чем в атмосфере. Однако повышение температуры приводит к его высвобождению, создавая опасный эффект обратной связи.

«Вечная мерзлота раньше оставалась замерзшей круглый год, но теперь она постепенно тает, активизируя процессы разложения. Это значит, что огромные объемы углерода, которые должны были оставаться под землей, поступают в атмосферу», — объясняет ведущий автор исследования Анна Вирккала.

Исследователи подчеркивают: для понимания последствий этих изменений необходимы более тщательные наблюдения и мониторинг. Если естественные поглотители углерода, такие как леса, почвы и океаны, утратят свою способность улавливать углерод в прежних объемах, борьба с изменением климата станет еще сложнее.

Климатологи посчитали, когда растает «зона последнего льда» в Арктике¹⁶

Модели с высоким разрешением предсказывают разрушение древнейшего льда в Арктике к середине XXI века — на 30-40 лет раньше, чем предполагалось.

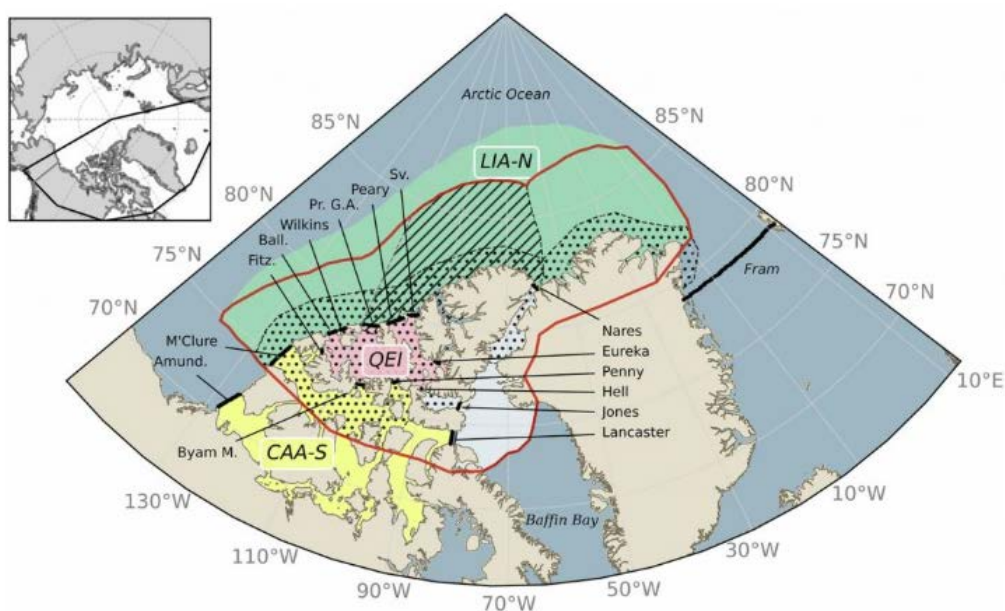
Исследователи из США и Канады обнаружили, что «зона последнего льда» в Арктике (Last Ice Area, LIA) может исчезнуть всего через десятилетие после того, как центральная часть Северного Ледовитого океана впервые останется безо льда летом. По прогнозам ученых, это может произойти уже к середине текущего столетия, что значительно раньше предыдущих оценок.

Моделирование с высоким разрешением показывает неожиданный механизм ускоренного таяния льдов. Значительная часть толстого льда из «зоны последнего льда» начнет перемещаться на юг через Канадский Арк-

¹⁶ Источник: <https://hightech.fm/2025/01/28/last-ice-time> Опубликовано 28.01.2025

тический архипелаг, где более теплые воды ускорят его таяние. Этот процесс начнется после того, как центральная часть Арктики освободится ото льда и приведет к катастрофически быстрой потере ледового покрова.

Ледниковый покров в Арктике регулярно обновляет летние минимумы. По оценкам, при сохранении текущего уровня потепления уже к середине века летом лед перестанет сковывать область вблизи северного полюса, а по некоторым расчетам — уже в 2020-е годы.



«Зона последнего льда» в Арктике. Изображение: Communications Earth & Environment (2025).

«Зона последнего льда» в Арктике.

Изображение: Communications Earth & Environment (2025).

«Зона последнего льда» — область между северной оконечностью Гренландии и Канадским Арктическим архипелагом. Это самый толстый и старый ледниковый щит в Северном Ледовитом океане. Сохранение ледника критически важно для выживания многих арктических видов, включая белых медведей, белух, гренландских китов, моржей, кольчатых нерп и белых чаек.

Профессор Бруно Тремблей, один из руководителей исследования, подчеркивает, что ключом к сохранению «зоны» является поддержание толщины льда, который препятствует его перемещению через архипелаг. Исследователи призывают к срочным мерам по снижению глобального по-

тепления для сохранения этой критически важной арктической экосистемы.

Изменение климата и самоуспокоенность способствуют высыханию Каспийского моря¹⁷

Роберт Луни

Каспийское море — это географическое чудо и важнейший ресурс для пяти стран: России, Ирана, Казахстана, Азербайджана и Туркменистана, которые имеют с ним общие границы. Однако будущее крупнейшего в мире замкнутого водоёма остаётся весьма неопределённым. Сегодня Каспий демонстрирует многие признаки, схожие с Аральским морем, которое за последние 60 лет потеряло 90 % своего первоначального объёма. Несмотря на актуальность проблемы, не факт, что страны, граничащие с Каспием, смогут достичь необходимого уровня сотрудничества для сохранения моря, учитывая различия в их экономических и политических интересах.

С начала 1990-х гг. уровень воды в Каспийском море снижался в среднем на 7 см в год, а Институт географии Российской академии наук оценивает этот показатель в 23 см в год. С 1993 по 2023 гг. уровень воды снизится примерно на 1,8 м.

Если Аральское море сократилось, прежде всего, из-за ирригационных проектов советской эпохи, которые забирали воду из его притоков, то сокращение Каспийского моря связано в основном с испарением, вызванным изменением климата, а также с уменьшением поступления воды из рек из-за строительства плотин. Однако, если текущие тенденции продолжатся, экологические и социально-экономические последствия могут стать столь же серьёзными, как в случае с Аралом.

Исследования показали, что повышение температуры воздуха над Каспийским морем, которое с 1979 г. увеличилось примерно на 1 °С, привело к усилению испарения. Согласно одному из исследований, если теку-

¹⁷ Источник: Robert Looney. Climate Change—and Complacency—Is Drying Up the Caspian Sea / <https://www.worldpoliticsreview.com/caspian-sea-climate-change/> Опубликовано 10.01.2025

щие темпы испарения сохранятся, северная часть Каспийского моря может исчезнуть в течение 75 лет.

Последствия изменения климата усугубляются сокращением притока рек, особенно Волги, на долю которой приходится 80 % притока в Каспийское море. Восемь крупных плотин на Волге значительно сократили приток воды, уменьшив его примерно до одной десятой от прежнего уровня. В 2023 г. уровень воды в южной части Саратовской области России упал до 37-летнего минимума. Подобные проблемы возникли и в Татарстане, где Куйбышевское водохранилище почти достигло «критического» уровня. По имеющимся данным, если бы не плотины, ограничивающие приток воды в Каспий, уровень моря был бы на 0,91-1,52 м выше.

Ожидаемое снижение уровня воды в Каспийском море будет иметь катастрофические последствия для биоразнообразия региона, ускорит процессы опустынивания и нарушит жизнедеятельность местных сообществ, чьи средства к существованию зависят от моря. Сокращение площади водоёма поставит под угрозу существование экосистем, особенно в таких мелководных районах, как северный Каспий, где обитают разнообразные виды флоры и фауны. Рыболовство, являющееся важнейшей отраслью экономики для таких стран, как Казахстан, Иран и Россия, окажется под угрозой, поскольку такие виды, как осетровые, лишатся своих мест размножения.

Последствия уже становятся очевидными. Казахстан сталкивается с наиболее серьёзными проблемами из-за своей мелководной береговой линии. В Актау, городе с населением около 250 000 человек, жители сталкиваются с перебоями в торговле и трудностями с поставками питьевой воды из-за отступления моря. Порт Актау, являющийся единственным портом Казахстана на Каспии, не может работать на полную мощность из-за снижения уровня воды, что негативно сказывается на грузовых операциях.

Между тем прибрежные сообщества, зависимые от рыболовства и морской индустрии, сталкиваются с угрозой исчезновения своих средств к существованию, что заставляет многих рассматривать возможность переселения. Среди прибрежных государств Казахстан проявил наибольшую активность в решении этой проблемы: в июне 2023 г. правительство объявило чрезвычайное положение в связи с низким уровнем воды. Однако, несмотря на обсуждения на высоком уровне возможных политических мер, конкретных планов по управлению перемещённым населением или «климатическими беженцами» пока не разработано.

В целом, государства, прилегающие к Каспийскому морю, в лучшем случае проявляют беспокойство, учитывая чрезвычайную остроту проблемы.

Россия также сталкивается с проблемами на Каспийском побережье и на Волге. Города и посёлки вдоль Волги испытывают трудности из-за снижения уровня воды в реке, что негативно сказывается на судоходстве и торговле. Падение уровня воды может поставить под угрозу планы по расширению порта Лагань и другие портовые и инфраструктурные проекты на Каспии, связанные с изменением береговой линии. Несмотря на отсутствие данных о числе перемещённых лиц в России, экономические последствия для рыболовства и судоходства, вероятно, вынуждают мигрантов покидать прибрежные районы.

В отличие от этого, Азербайджан в первую очередь беспокоит экономическая и геополитическая ситуация, поскольку изменение береговой линии и морских границ может повлиять на нефтегазовые операции страны на шельфе. В результате Азербайджан сосредоточился на переговорах о новых морских границах и правах на ресурсы, а не на решении проблемы потенциального перемещения населения.

Иран также испытывает значительные воздействия, особенно в северных регионах страны. Падение уровня воды наносит ущерб лагуне Анзали — важному экологическому и экономическому району. Порты и доки в прибрежных зонах становятся менее доступными, что нарушает судоходство и транзитные операции. Иранские чиновники предложили создать президентскую комиссию для решения этой проблемы, что свидетельствует о растущем осознании её важности. Однако, как и в других странах, конкретное планирование по решению проблемы запаздывает.

В Туркменистане, по сообщениям, из-за низкого уровня воды было нарушено паромное сообщение между несколькими городами, что повлияло не только на местные перевозки, но и на туризм. Планы по развитию транскаспийских газопроводов также могут быть затронуты, что приведёт к значительным экономическим последствиям. Однако непрозрачное управление в стране ограничивает доступность информации о мерах реагирования правительства Туркменистана.

В целом прикаспийские государства в лучшем случае проявляют благодушие, учитывая чрезвычайную остроту проблемы. Эксперты рекомендуют развивать региональный диалог, привлекать международное сообщество и принимать немедленные меры по снижению потерь воды. Однако, несмотря на некоторые обсуждения на региональных саммитах, международное сотрудничество по этому вопросу остаётся ограниченным.

По состоянию на ноябрь 2024 г. между странами, граничащими с Каспийским морем, не было заключено конкретных соглашений, направленных непосредственно на решение проблемы снижения уровня воды. Более того, фундаментальный спор между прибрежными государствами о

том, классифицировать ли Каспий как море или озеро, остаётся нерешённым. Эта классификация имеет важные последствия для распределения ресурсов. Если Каспий будет классифицирован как озеро, то страны, его омывающие, будут делить ресурсы поровну. Если же Каспий будет признан морем, то международное морское право будет определять распределение ресурсов в зависимости от протяжённости береговой линии.

На пути к достижению совместного соглашения стоит множество камней преткновения, и одним из ключевых является противоречие в экономических интересах прибрежных государств. Каспийское море обладает примерно 48 млрд баррелей нефти и 292 трлн м³ природного газа. Россия и Иран выступают за ужесточение экологических норм, в то время как Азербайджан, Казахстан и Туркменистан ставят в приоритет экономическое развитие за счёт добычи нефти и газа. Кроме того, скоординированным действиям мешает различный уровень признания и обеспокоенности прибрежных государств проблемой изменения климата.

Тем не менее, Конвенция о правовом статусе Каспийского моря, подписанная в 2018 г., стала важным шагом вперёд, создавая правовой механизм для сотрудничества между прибрежными государствами. Конвенция избегает вопроса о том, является ли Каспий озером или морем, определяя его как «водоём» с «особым правовым статусом». Хотя конвенция напрямую не затрагивает вопросы изменения климата, она закладывает основу для возможного будущего сотрудничества в этой сфере. Прибрежные государства также подписали несколько протоколов, направленных на охрану окружающей среды, включая Актауский протокол по нефтяному загрязнению и Московский протокол по наземным источникам загрязнения. Существует потенциал для расширения этих протоколов с учётом воздействия изменения климата.

Однако на пути к прогрессу существует множество препятствий. Например, Иран до сих пор не ратифицировал Конвенцию из-за продолжающихся разногласий по поводу его доли в морских ресурсах. Как это часто бывает в дипломатии по вопросам изменения климата, экономические интересы зачастую преобладают над экологическими. Кроме того, у каждой страны свои приоритеты и подходы к управлению окружающей средой, что затрудняет выработку согласованной стратегии борьбы с последствиями изменения климата. Также отсутствуют комплексные совместные научные исследования всех пяти стран, которые могли бы помочь полностью понять и устранить сложные факторы, способствующие ухудшению состояния моря.

Разрешение противоречий между сохранением окружающей среды и экономической эксплуатацией ресурсов Каспия будет ключевым для любого долгосрочного решения. Для борьбы с падением уровня воды в Кас-

пийском море необходим скоординированный, научно обоснованный подход с участием всех пяти стран, а также готовность ставить в приоритет долгосрочную экологическую устойчивость, а не краткосрочную экономическую выгоду. К сожалению, пять стран, граничащих с Каспийским морем, ещё не достигли необходимого уровня сотрудничества, и пока нет обнадеживающих признаков того, что в ближайшее время появится совместная инициатива для решения кризиса.

Ускорение течений в Тихом океане угрожает усилением глобального потепления¹⁸

Недавнее исследование ученых из Университета Майами и NOAA (Национального управления океанических и атмосферных исследований) выявило значительное ускорение океанической циркуляции в экваториальной зоне Тихого океана за последние три десятилетия.

Этот процесс связан с усилением атмосферных ветров, которые провоцируют более мощные поверхностные течения. Ученые предупреждают, что такие изменения могут существенно повлиять на глобальный климат, в частности на частоту и интенсивность явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья.

Команда под руководством Франца Филиппа Тучена проанализировала данные за 30 лет, собранные со спутников, океанических буйков и дрейфующих лодок. Синтезируя информацию о ветровой активности и уровне моря, исследователи создали подробную карту океанических течений в верхних слоях Тихого океана, что позволило более точно отследить динамику изменений.

Результаты показали, что западные поверхностные течения в центральной части экваториального Тихого океана ускорились на 20%. Более того, течения, направленные к полюсам, стали быстрее на 60% в северном и на 20% в южном полушариях.

Усиление экваториального термоклина, ключевого слоя океана, влияющего на динамику Эль-Ниньо-Южного колебания (ЭНСО), может сни-

¹⁸ Источник: <https://ecosphere.press/2024/12/27/uskorenie-techenij-v-tihom-okeane-ugrozhayet-usileniem-globalnogo-potepleniya/> Опубликовано 27.12.2024

зять амплитуду этого явления в восточной части Тихого океана. Однако в центральной части океана, напротив, ожидается учащение событий Эль-Ниньо. Это может существенно изменить региональные и глобальные климатические модели, затрагивая экосистемы и экономику множества стран.

Ученые подчеркивают, что их работа закладывает основу для более точных климатических моделей, которые учитывают изменения океанической циркуляции и температурного режима. Эти модели помогут лучше предсказывать климатические аномалии, включая Эль-Ниньо, которые оказывают серьезное влияние на погоду в разных регионах мира, включая США.

Исследование также напоминает о высокой стоимости бездействия в вопросах изменения климата. Экономисты предупреждают: если отложить решение климатического кризиса, затраты на борьбу с его последствиями увеличатся в четыре раза, исчисляясь триллионами долларов. Ускорение океанических течений — лишь одна из многих сигналов, требующих немедленных действий для предотвращения необратимых изменений.

Человечество стоит перед выбором: либо принять меры сейчас, либо столкнуться с масштабными экологическими и экономическими катастрофами в будущем.

Поверхность океана сейчас нагревается в четыре раза быстрее, чем в конце 1980-х годов¹⁹

Новое исследование показало, что за последние четыре десятилетия скорость потепления океана увеличилась более чем в четыре раза. В конце 1980-х годов температура океана повышалась примерно на 0,06 градуса Цельсия за десятилетие, но сейчас она повышается на 0,27 градуса Цельсия за десятилетие.

¹⁹ Источник: <https://ab-news.ru/ocean-nagrevaetsya-bystrye-chem-v-koncze-1980h/> Опубликовано 5.02.2025

Исследование, в журнале *Environmental Research Letters*, помогает объяснить, почему в 2023 году и в начале 2024 года наблюдались беспрецедентные температуры океана.

«Если бы океаны были ванной с водой, то в 1980-х годах горячий кран работал медленно, нагревая воду всего на долю градуса каждое десятилетие. Но теперь горячий кран работает гораздо быстрее, и потепление набирает скорость. Способ замедлить это потепление — начать перекрывать горячий кран, сокращая глобальные выбросы углерода и приближаясь к чистому нулю», — говорит профессор Крис Мерчант из Университета Рединга., ведущий автор работы.

Энергетический дисбаланс

Такое ускоряющееся потепление океана вызвано растущим энергетическим дисбалансом Земли, когда больше энергии от Солнца поглощается в системе Земли, чем уходит обратно в космос. Этот дисбаланс примерно удвоился с 2010 года, отчасти из-за увеличения концентрации парниковых газов, а также потому, что Земля теперь отражает меньше солнечного света в космос, чем раньше.

Глобальная температура океана достигла рекордно высоких значений в течение 450 дней подряд в 2023 году и в начале 2024 года. Часть этого тепла была обусловлена Эль-Ниньо — естественным явлением потепления в Тихом океане.

Сравнив его с аналогичным явлением Эль-Ниньо в 2015–2016 годах, ученые обнаружили, что остальная часть рекордного тепла объясняется более быстрым прогревом морской поверхности за последние 10 лет, чем в предыдущие десятилетия; 44% рекордного тепла было обусловлено тем, что океаны поглощали тепло с ускоренной скоростью.

Ожидайте дальнейшего потепления

Результаты показывают, что общие темпы глобального потепления океана, наблюдаемые за последние десятилетия, не являются точным указанием на то, что произойдет дальше: вполне вероятно, что рост температуры океана, наблюдавшийся за последние 40 лет, будет превышен всего за следующие 20 лет.

Поскольку поверхностные океаны задают темп глобального потепления, это имеет значение для климата в целом.

Ускоряющееся потепление подчеркивает важность сокращения сжигания ископаемого топлива, чтобы предотвратить еще более быстрый рост температуры в будущем и начать стабилизировать климат.

Спутниковые снимки показали, что десятки тысяч озер «перекрасились» за последние 40 лет²⁰

Андрей Папиш

Группа климатологов проанализировала массив спутниковых снимков озер и водохранилищ по всей планете, сделанных с 1984 по 2021 год. Ученые обратили внимание на цвет поверхности водоемов и выяснили, что у большинства он изменился — преимущественно в сторону коротковолнового диапазона. Иными словами, экология десятков тысяч озер оказалась нестабильной.

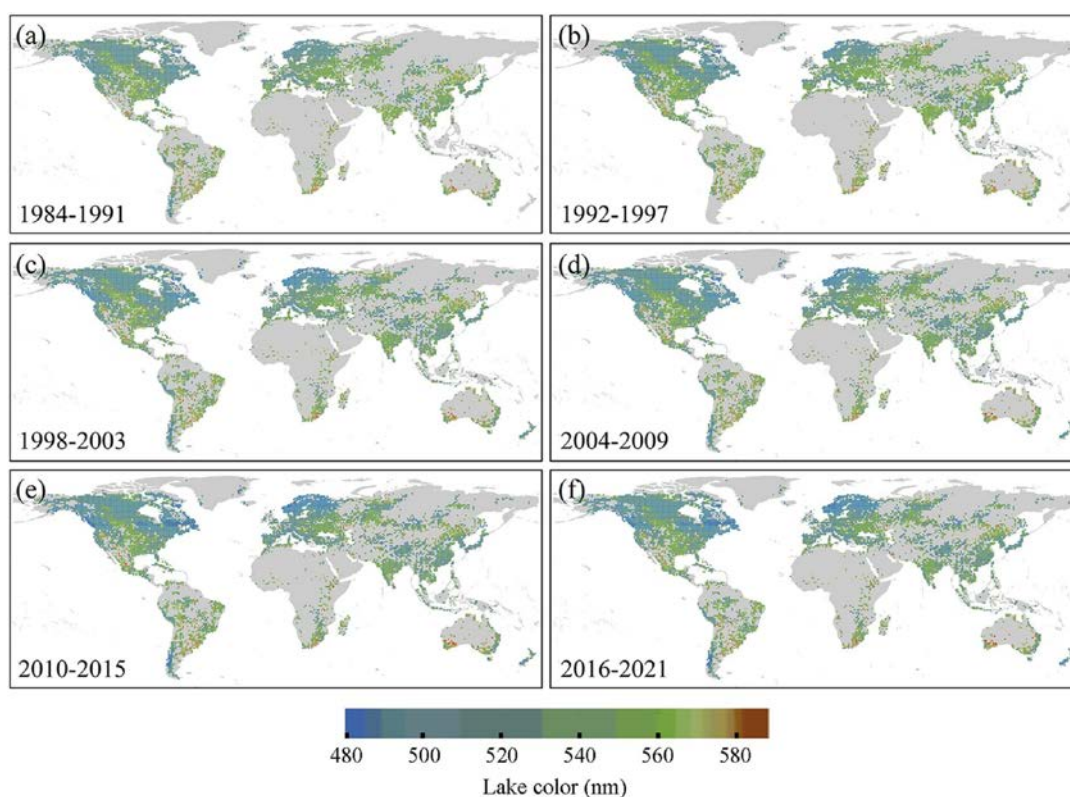
Экологи, чтобы оценить изменения климата, смотрят на разные показатели — иногда буквально из космоса. Спутниковые данные, например, помогли подсчитать, насколько озеленилась Антарктида за последние 30 лет — площадь мхов на Антарктическом полуострове увеличилась в 10 раз. Также ранее Naked Science рассказывал, как, опираясь на актуальные данные Google Earth, климатологи спрогнозировали, что Кипр может лишиться своих пляжей к концу века.

На этот раз группа исследователей из Нанкинского университета в Китае и Лундского университета в Швеции обратила внимание на экологическое состояние озер. Поскольку их «здоровье» можно изучить по цветению цианобактерий, накоплению углерода и качеству воды в целом, специалисты свели все к одному показателю — цвету. Спутниковые снимки озер по всему миру, сделанные с 1984 по 2021 год, позволили ученым проследить смену оттенков поверхности водоемов — подробности изложены в статье для журнала *Water Resources Research*.

²⁰ Источник: <https://naked-science.ru/article/climate/ozera-pomenyali-tsvet> Опубликовано 28.12.2024

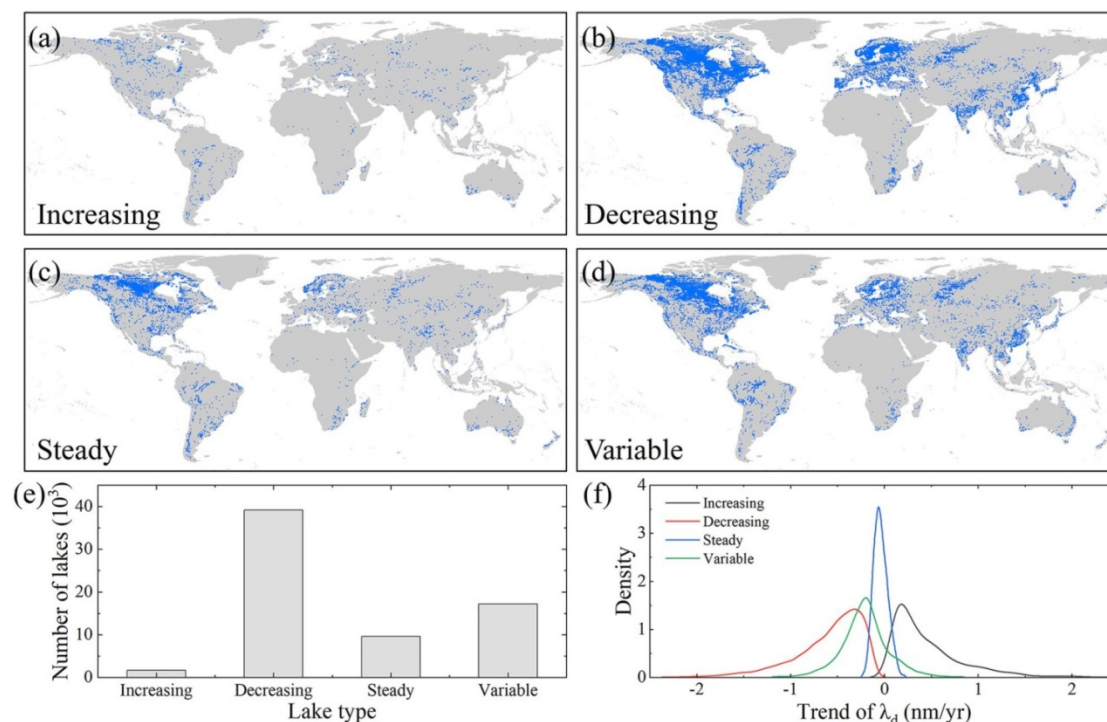
Ученые отбирали водоемы по площади: учитывали только озера и водохранилища, чья площадь превышала один квадратный километр. Также для надежности расчетов они брали водоемы, где непрерывные наблюдения длились минимум 20 лет. В анализ вошли 67 579 водных объектов, что составило 39% всей озерной территории мира.

Затем авторы статьи подключили к работе искусственный интеллект. Он помог объединить динамику красок с данными о температуре воздуха, количестве осадков, годовом объеме воды в водоеме, а также численности населения в бассейне озер и прочими. Так специалисты оценили влияние человека и климата на цвет поверхности воды.



*Пространственное распределение цвета озер
на глобальной карте в отдельные периоды времени
с 1984 по 2021 год*

Для высоких широт и высокогорных районов оказались характерны голубые озера (длина волны — менее 495 нанометров). Зеленый оттенок (длина волны — 495-560 нанометров) часто встречался в густонаселенных средних широтах, а немногочисленные красные и желтые краски (560 нанометров и длиннее) находились преимущественно в Южном полушарии, Африке, Австралии и Южной Америке.



Пространственное расположение озер с тенденциями динамики цветов: (a) увеличения длины волны, (b) уменьшения длины волны, (c) стабильного состояния (d) переменного состояния. (e) Количество различных типов озер по всему миру. (f) Распределение трендов на «перекраску» озер для различных типов водоемов по всему миру

Выяснилось, что за последние почти 38 лет больше половины (40 799 штук, 60%) выбранных водоемов «перекрасились», причем у подавляющего большинства (58%) спектр сдвинулся в сторону коротких волн. В среднем с 1984 по 2021 год общая перемена составила -0,39 нанометра в год.

Если говорить о частных тенденциях, то исследователи выделили следующие: небольшие и мелководные озера чаще других меняли цвета на коротковолновые; в том же направлении преобразовалась поверхность озер Северной Америки и Европы. Южная Америка и Океания показали обратную тенденцию — оттенок водоемов в этих регионах в среднем «теплел».

Основным фактором выявленных метаморфоз специалисты назвали прирост растительной биомассы (его рассчитывали по индексу NDVI). В регионах, где зелень была гуще, цвет озер стремился к длинноволновому, а объем воды в них при этом снижался. Наиболее наглядные перемены кра-

сок отмечались в густонаселенных местах — авторы статьи объяснили это прямым влиянием человека на экологию водоемов. Цвет больших озер, по словам ученых, был устойчивее, но число стабильных водоемов не превысило и 10 тысяч (14% от выборки).

Тем не менее стоит учитывать, что исследователи не применяли химические анализы воды, а механизмы «перекраски» они определяли опосредованно. Нестабильное состояние значительной доли озер и водохранилищ, вероятно, указывает на активные экосистемные сдвиги — к примеру, сокращение количества планктона или цветной органики. А если учитывать, что антропогенное влияние в будущем вырастет, то и цвет водоемов может меняться быстрее.

Самые важные климатические открытия 2024 года²¹

Ученые предупреждают: изменение климата может вызвать непредсказуемые последствия. Можно ли изменить ситуацию?

В этом году Земля послала явные сигналы о том, что ее климат теплеет и входит в новое, еще неизвестное состояние. Стихийные бедствия, такие как смертельное наводнение в Испании и разрушительные ураганы, обрушившиеся один за другим на побережье Флориды, стали знаковыми событиями 2024 года. Ученые по климату неоднократно предупреждали политиков, что если страны не сократят углеродные выбросы немедленно, планета войдет в еще более неконтролируемую фазу потепления и климатического хаоса, пишет Live science.

Однако этот год принес и обнадеживающие новости. Исследователи разработали стратегии смягчения, чтобы предотвратить худшие последствия изменения климата. Например, ученые предложили осушать стратосферу, слой атмосферы на высоте от 12 до 50 километров над поверхностью Земли. Считается, что стратосфера действует как губка и препятствует выходу тепла в космос, поэтому теоретически ее осушение должно помочь охладить Землю.

²¹ Источник: https://naukatv.ru/articles/samye_vazhnye_klimaticheskie_otkrytiya_2024_goda Опубликовано 29.12.2024

ИИ обнаружил, что изменение климата заставляет Землю колебаться и вращаться медленнее

Основываясь на данных, полученных с помощью искусственного интеллекта, исследователи предупреждают, что изменение климата может влиять на скорость вращения Земли и увеличить продолжительность дня. Быстрое таяние ледников в полярных регионах приводит к увеличению количества воды в океане, особенно в районе экватора, что вызывает выпуклость планеты. Это замедляет вращение Земли, подобно тому, как фигурист замедляет вращение, разводя руки. Перемещение воды у экватора также влияет на ось вращения и вызывает колебания магнитных полюсов.

Изменение во вращении Земли может сделать наши дни немного длиннее. Люди могут компенсировать это, вводя отрицательные високосные секунды. Но если эффект усилится, это может повлиять на спутники и нарушить хронометраж на компьютерах и смартфонах.

Земля стабильно превышает уровень потепления в 1,5°C

Исследование, опубликованное в июле, показало, что температура Земли на протяжении 13 месяцев подряд была как минимум на 1,5°C выше доиндустриальных средних показателей. Каждый месяц был жарче предыдущего, свидетельствуя о систематическом превышении целевого уровня 1,5 °C, установленного Парижским соглашением. Средняя температура за этот период была на 1,64 °C выше, чем до индустриальной революции.

Стремительное повышение температур частично объясняется явлением Эль-Ниньо, но главным виновником является изменение климата и выбросы парниковых газов. Хотя цель Парижского соглашения еще не нарушена, так как она оценивается за период от 20 до 30 лет, признаков снижения температуры пока нет.

Ученые обнаружили еще одну причину глобального потепления

В мае было опубликовано исследование, показывающее, что недавние сокращения выбросов от судоходства ненамеренно ускорили глобальное потепление. В 2020 году новые регуляции сократили выбросы двуокиси серы на 80%. Это улучшило качество воздуха, но также привело к

уменьшению количества серных частиц, которые отражали солнечные лучи, охлаждая планету.

К 2030 году температура на Земле может повыситься на 2°C

Одно из спорных исследований, опубликованное в феврале, утверждает, что глобальное потепление опережает ожидания по крайней мере на десятилетие, и Земля достигнет отметки повышения средней температуры на планете в 2 °C к 2030 году. Ранее ожидалось, что это произойдет между 2040 и 2050 годами.

Тревога из-за течений в Атлантическом океане

В нескольких исследованиях в 2024 году ученые предупреждали, что ключевые океанические течения Атлантики могут коллапсировать к концу столетия, что приведет к климатическому хаосу в Северном полушарии и других регионах. В октябре 44 видных климатолога написали открытое письмо политикам, призывая их сократить выбросы прежде, чем будет слишком поздно.

Течения, о которых идет речь, формируют Атлантическую меридиональную циркуляцию, гигантский переносчик тепла, который регулирует климат в Северной Европе и поддерживает жизненно важные экосистемы.

Глобальные выбросы углерода достигли исторического максимума

В 2024 году глобальные выбросы углерода достигли рекордных уровней в 41,2 миллиарда тонн. Это увеличение на 0,8% по сравнению с прошлым годом, и ученые не видят признаков стабилизации, прогнозируя, что через шесть лет средний рост температуры на Земле превысит 1,5 °C согласно Парижскому соглашению.

В Антарктиде произошел глубокий «сдвиг режима» льда

20 февраля площадь морского льда в Антарктиде была на грани минимальной, составляя 1,985 миллионов квадратных километров. Ухудше-

ние ситуации с морским льдом говорит о возможности «системного сдвига», который может привести к хаосу в Южном океане.

Более 70 % пресных водоносных горизонтов могут стать солеными к концу столетия²²

Ученые предупреждают о серьезной угрозе для прибрежных водоносных горизонтов: к 2100 году около 77 % из них столкнутся с проникновением соленой воды. Это может сделать источники пресной воды, от которых зависят более 2,5 миллиарда человек, непригодными для питья и сельского хозяйства.

Основными причинами этого явления являются повышение уровня моря и сокращение подпитки грунтовых вод, вызванные изменениями климата. Низменные регионы, такие как Юго-Восточная Азия, находятся в группе наибольшего риска.

Исследование, охватившее более 60 тысяч прибрежных водоразделов, показало, что 82 % из них будут затронуты из-за повышения уровня моря, а 45 % — из-за уменьшения поступления грунтовых вод.

Если не предпринять срочные меры, последствия для миллионов людей во всем мире могут быть катастрофическими, затрагивая доступ к питьевой воде, продовольственную безопасность и устойчивость экосистем. Ученые призывают к внедрению адаптационных стратегий, таких как управление водными ресурсами и защита береговой линии, чтобы минимизировать потенциальные риски.

²² Источник: <https://www.gismeteo.ru/news/nature/bolec-70-presnyh-vodonosnyh-gorizontov-mogut-stat-solenymi-k-koncu-stoletiya/> Опубликовано 31.12.2024

Таяние льдов в Антарктиде может пробудить скрытые вулканы²³

В Антарктиде под поверхностью скрывается более 100 вулканов. Таяние антарктических льдов может способствовать их извержениям.

Новое исследование показывает, что таяние льда в Антарктиде может привести к увеличению числа подледных извержений, что повлияет на такие вулканы, как вулкан Эребус. © Josh Landis, Арктическая программа США, Public Domain

Под огромным ледяным щитом Антарктиды может бурлить медленная петля климатической обратной связи. Континент, разделенный с востока на запад Трансантарктическими горами, включает вулканические гиганты, такие как гора Эребус и ее лавовое озеро.

Но по крайней мере 100 менее заметных вулканов усеивают Антарктиду, многие из которых сгруппированы вдоль ее западного побережья. Некоторые из этих вулканов возвышаются над поверхностью, но другие находятся на глубине нескольких километров под Антарктическим ледяным щитом.

Изменение климата приводит к таянию ледяного щита, повышая уровень мирового океана. Таяние также приводит к уменьшению веса горных пород, расположенных под ним, что имеет более локальные последствия. Было доказано, что таяние ледяного щита повышает вулканическую активность в подледниковых вулканах в других частях земного шара.

Исследователи провели 4000 компьютерных симуляций, чтобы изучить, как потеря ледяного покрова влияет на погребенные вулканы Антарктиды, и обнаружили, что постепенное таяние может увеличить количество и размер подледниковых извержений.

Причина в том, что уменьшение веса ледяных щитов снижает давление на магматические очаги под поверхностью, заставляя сжатую магму расширяться. Это расширение увеличивает давление на стенки магматического очага и может привести к извержениям.

Некоторые магматические очаги также содержат обильные количества летучих газов, которые обычно растворяются в магме. По мере охлаждения магмы и снижения давления горных пород эти газы вырываются из раствора, как углекислый газ из только что открытой бутылки с газиров-

²³ Источник: <https://ab-news.ru/vulkany-antarktidy/> Опубликовано 9.01.2025

кой, увеличивая давление в магматическом очаге. Это давление означает, что тающий лед может ускорить начало извержения подледниковых вулканов.

Извержения подледниковых вулканов могут быть даже не видны на поверхности, но они могут иметь последствия для ледяного покрова. Тепло от этих извержений может усилить таяние льда глубоко под поверхностью и ослабить лежащий выше ледяной покров, что может привести к обратной связи пониженного давления с поверхности и дальнейших вулканических извержений.

Авторы исследования подчеркивают, что этот процесс медленный и занимает сотни лет. Но это означает, что теоретическая обратная связь может продолжаться, даже если мир ограничит антропогенное потепление. Ледяной щит Антарктиды был намного толще во время последнего ледникового периода, и вполне возможно, что тот же процесс таяния и расширения магмы и газа мог способствовать прошлым извержениям.

Технологии

Китайские ученые превращают CO₂ в питательную пищу с содержанием белка 74%²⁴

Суджита Синха

Этот биопроцесс не только снижает воздействие на окружающую среду, но и способствует развитию циркулярной углеродной экономики, превращая CO₂ в ценные белковые ресурсы. Новаторское исследование открыло инновационный метод преобразования углекислого газа (CO₂) и электроэнергии в белок одноклеточных микроорганизмов (SCP).

Этот революционный биопроцесс открывает перспективы не только для обеспечения продовольственной безопасности, но и для решения экологических проблем, связанных с выбросами парниковых газов.

Исследование, проведенное учеными Сианьского университета Цзяотун и Тяньцзиньского института промышленной биотехнологии (в составе Китайской академии наук), использует передовые биотехнологии для кардинальных изменений в производстве белка.

Двухреакторная система для эффективного производства белка

Ключ к этому новому биопроцессу — создание двухреакторной системы, которая объединяет анаэробные и аэробные процессы. На первом этапе используется микробный электросинтез (MES) для преобразования CO₂ в ацетат — важный промежуточный продукт.

Этот ацетат затем подается во второй реактор, где аэробные бактерии рода *Alcaligenes* производят SCP. Система продемонстрировала высокую эффективность, вырабатывая 17,4 г/л сухого веса клеток, что подтверждает превосходное использование ресурсов.

²⁴ Источник: Sujita Sinha. Chinese scientists convert CO₂ into nutritious food with 74% protein yield / <https://interestingengineering.com/science/scientists-transform-co2-to-high-protein-food> Опубликовано 16.01.2025

Одной из выдающихся особенностей этого SCP является его высокая концентрация белка — 74%, что значительно превосходит традиционные источники белка, такие как рыбная мука и соя. Этот высококачественный белок может использоваться в качестве добавки в корм для животных, улучшая здоровье и продуктивность скота.

Кроме того, потенциальная возможность использования SCP в питании человека еще больше расширяет значение этого исследования, предлагая альтернативный источник белка для растущего рынка растительных продуктов.

Экологические преимущества и будущее продовольственной безопасности

Этот биопроцесс приносит значительные экологические преимущества. Традиционные методы производства белка часто требуют корректировки pH и приводят к образованию сточных вод, что является не только дорогостоящим, но и экологически вредным.

Напротив, новая система минимизирует эти проблемы, снижая потребность в корректировке pH и ограничивая образование сточных вод. Это не только делает процесс более устойчивым, но и демонстрирует, как можно сделать производство продуктов питания более экологичным.

Более широкие последствия этого исследования глубоки. С ростом глобального спроса на продовольствие, особенно в условиях изменения климата, способность преобразовывать CO₂ — основной парниковый газ — в ценные ресурсы для человека становится критически важной.

Этот биопроцесс предлагает способ переработки атмосферного углерода в высококачественный белок, обеспечивая устойчивое решение проблемы глобального голода и одновременно способствуя охране окружающей среды.

Белок, получаемый с помощью этого метода, богат незаменимыми аминокислотами, что делает его высокопитательным как для животных, так и для людей. Поскольку интерес к устойчивому питанию растет по всему миру, это исследование показывает, как неиспользуемые ресурсы, такие как CO₂, могут быть превращены в жизненно важные источники пищи. Этот сдвиг не только решает проблемы изменения климата, но и переопределяет наше понимание и использование биомассы в производстве продуктов питания.

Продвижение циркулярной углеродной экономики

Авторы исследования подчеркивают потенциал этого биопроцесса для развития циркулярной углеродной экономики. Вместо того чтобы сосредотачиваться исключительно на сокращении выбросов CO₂, этот метод преобразует углекислый газ в полезные ресурсы, делая его неотъемлемой частью устойчивых продовольственных систем. Поскольку общества стремятся обеспечить долгосрочную продовольственную безопасность, этот биопроцесс может стать основополагающей технологией для достижения этих целей.

Этот инновационный подход соответствует глобальным целям, таким как цели, изложенные в Целях устойчивого развития ООН (ЦУР). Сокращая выбросы парниковых газов и создавая новые возможности для производства продовольствия, это исследование предлагает модель, которую можно адаптировать для различных отраслей. Оно обещает не только устойчивое питание, но и целостные экологические решения, которые могут стать источником вдохновения для будущих инноваций.

По мере развития этой области дальнейшие исследования могут усовершенствовать системы производства микробного белка, повышая как урожайность, так и качество. Изучение новых технологий, таких как селективное разведение высокопродуктивных штаммов микроорганизмов, может привести к созданию еще более эффективных методов производства.

Это может помочь стабилизировать продовольственные цепочки поставок, особенно в регионах, сталкивающихся с дефицитом продуктов питания.

Кроме того, локализованные операции могут способствовать вовлечению местных сообществ и повышению осведомленности по вопросам устойчивости, расширяя возможности потребителей и стимулируя позитивные изменения на рынках.

32 странных способа борьбы с изменением климата, которые сейчас предлагают учёные²⁵

В борьбе с изменением климата и в попытках замедлить нагревание поверхности планеты учёные изобрели много странных и неочевидных способов сократить выбросы парниковых газов, остановить таяние ледников и приглушить солнечное излучение. Кроме того, ещё не все, но многие жители Земли понимают, что нормальное будущее планеты зависит от способности ограничить зависимость человечества от ископаемого топлива и использование природных ресурсов – то есть надо придумать, как жить по-новому. Изобретается многое – от покрытия Гренландии светоотражающим одеялом до раскрашивания гор и приучения крупного рогатого скота к туалету: портал Live Science насчитал 32 необычных предложения по предотвращению или хотя бы замедлению глобального потепления. Одно из предложений, правда, уже «отозвано» – американская исследовательская некоммерческая организация Arctic Ice Project (AIP) объявила о закрытии проекта, задуманного более десяти лет назад, о прекращении своей деятельности и отмене геоинженерных экспериментов в Арктике: организация из Кремниевой долины планировала распылять над льдами Северного Ледовитого океана крошечные частицы диоксида кремния, которые они описали как «мелкий-мелкий белый пляжный песок, который плавает» – это напыление теоретически должно было отражать солнечный свет от поверхности льда и предотвращать его таяние. Объявляя о закрытии проекта, AIP заявила, что привели к этому результаты испытаний, «скептицизм по отношению к геоинженерии», финансовые барьеры и «сопротивление» внедрению новых материалов в Северный Ледовитый океан. То есть напыление частиц кремния на самом деле стало ускорять таяние льда, к тому же – создавать новые риски для экосистем и пищевых цепочек Арктики. Ну а финансовые проблемы и «недоверие к геоинженерии» только дополнили основные выводы. Спорность природных экспериментов беспокоит и арктические коренные народы, чья жизнь напрямую зависит от состояния окружающей среды, не говоря уж о сакральности, которой они её наделяют: природа – это не лаборатория, это живое существо, с которым мы находимся в отношениях, – передаёт слова представителей коренных народов издание Climatechangenews.com.

²⁵ Источник: <https://goarctic.ru/nauka/32-strannykh-sposoba-borby-s-izmeneniem-klimata-kotorye-seychas-predlagayut-uchyeny-e-ot-odnogo-iz-et/> Опубликовано 4.02.2025

Как бы то ни было – научные исследования по изучению изменения климата и глобального потепления идут непрерывно – так, очередная группа учёных рассчитала, что центральная часть Северного Ледовитого океана может ежегодно освобождаться ото льда уже к 2035 году, а последний оставшийся постоянный лёд исчезнет примерно через 6–24 года после установления сезонного режима. Канадские учёные из Университета МакГилла считают, что областью «последнего льда» станет регион, окружающий острова Королевы Елизаветы к северу от Гренландии и Канадского Арктического архипелага.

32 необычных способа замедления глобального потепления

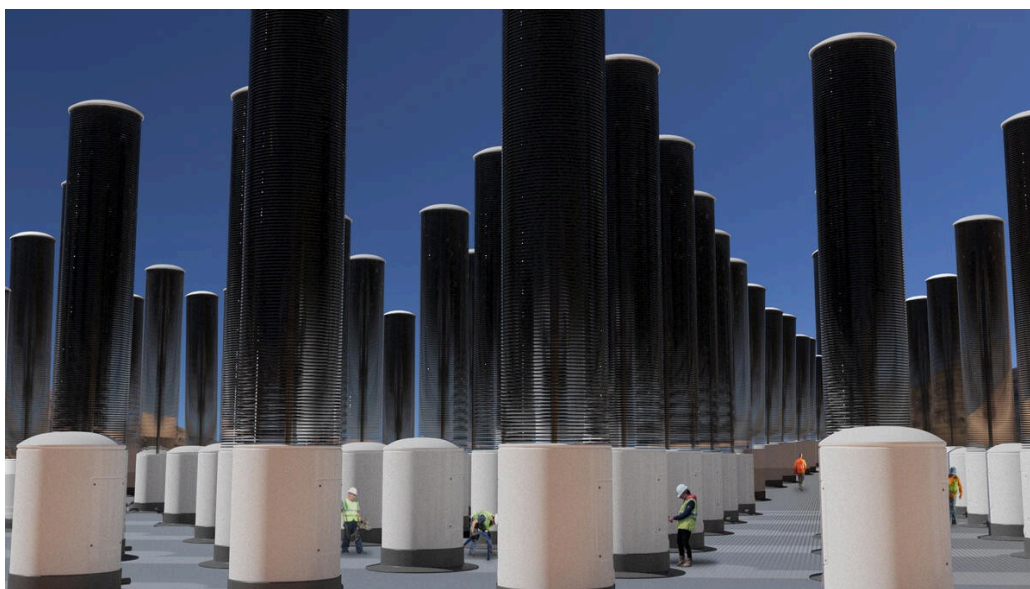
1. Создание искусственного эффекта извержения вулкана, чтобы сформировать огромный «тепловой щит», который снижает температуру Земли. «Стратегия Пинатубо» подразумевает запуск в стратосферу веществ, которые высвобождают соединения серы, отражающие солнечный свет от Земли – имитируя естественное воздействие на атмосферу вулканического извержения. Пинатубо – вулкан на Филиппинах, последствия мощнейшего извержения которого в 1991 году были ощутимы по всему миру: оно привело к масштабному выбросу аэрозолей в стратосферу, и на протяжении нескольких месяцев в атмосфере наблюдался глобальный слой сернокислотного тумана, было зарегистрировано падение температуры на 0,5 °С и сокращение озонового слоя. Пепел, выброшенный этим извержением, закрыл непроницаемой завесой участок небосвода площадью 125 тысяч км². Пепел выпадал во Вьетнаме, Камбодже и Малайзии. В 2011 году в ходе трёхлетнего проекта «Впрыскивание частиц в стратосферу для климатической инженерии» (SPICE) учёные из Великобритании использовали гигантскую трубу и воздушный шар в полевом эксперименте, в ходе которого частицы впрыскивались в стратосферу для охлаждения.

2. Покрытие Гренландии отражающим «одеялом» – для замедления скорости таяния ледников. В 2009 году климатолог Кен Калдейра из Института науки Карнеги предположил, что отражение солнечного света, в частности, в Арктике может уменьшить эффект потепления и таяние льдов. В сериале Discovery «Способы спасения планеты», который вышел в эфир в 2009 году, учёные под руководством гляциолога Джейсона Бокса используют светоотражающие белые полипропиленовые одеяла для покрытия ледников и проверки этой теории.

3. Кормление скота чесноком. Животноводство является крупнейшим в мире источником метана – опасного парникового газа, который спо-

способствует глобальному потеплению и, соответственно, по словам издания – более чем 1 миллиону преждевременных человеческих смертей ежегодно. Сокращение выбросов метана, связанных с сельским хозяйством, которые вызваны высвобождением газа при метеоризме и эруктации (отрыжке), является ключом к борьбе с изменением климата, согласно отчету Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП) и Коалиции за климат и чистый воздух. А кормление скота чесноком, содержащим биологически активные сероорганические соединения, как выяснили учёные, сокращает выбросы метана и приносит дополнительную пользу здоровью потребителей мяса и молочных продуктов, полученных от скота.

4. Создание искусственных деревьев, которые удаляют CO₂ из воздуха. По словам специалистов из Университета штата Аризона, обустройство «лесов» из искусственных деревьев, содержащих слои поглощающих углекислый газ дисков, может бороться с изменением климата в глобальном масштабе. Механические деревья используют технологию улавливания углерода и, как сообщается, могут улавливать CO₂ в тысячу раз быстрее, чем натуральные деревья. Разработанное Клаусом Лакнером, физиком и директором Центра отрицательных выбросов углерода, первое механическое дерево было установлено в кампусе университета в 2022 году.



5. Принудительное цветение планктона. Фитопланктон – важное звено пищевой цепочки морских обитателей, плавающее в океане микроскопическое растение, поглощающее углекислый газ и выделяющее кислород в атмосферу. Учёные надеются, что, удобряя океан, они смогут вызвать цветение огромных скоплений планктона и, соответственно, – по-

глошение им дополнительного CO₂. Этот метод был описан в The Times в 2019 году, но он остаётся спорным подходом к борьбе с изменением климата.

6. Поддельные китовые фекалии. Эксперты предлагают увеличить объём парниковых газов, поглощаемых океаном, путём создания искусственных облаков фекалий китов из богатого железом песка или вулканического пепла – по образу и подобию естественных, богатых железом испражнений китов, которые содействуют образованию огромных скоплений фитопланктона на поверхности океана, что одновременно питает рыбу и поглощает углерод. Профессор Дэвид Кинг, председатель Центра по восстановлению климата Кембриджского университета и руководитель проекта по созданию поддельных экскрементов, надеется, что цветение планктона может поглотить 50% мировых выбросов парниковых газов.

7. Гигантские снежные пушки для сохранения ледников. Для предотвращения обрушения западного ледяного покрова Антарктиды были придуманы массивные снежные пушки, которые создают из морской воды триллионы тонн искусственного снега для выбрасывания на ледники. Согласно исследованию 2019 года, создание искусственного снежного покрова в прибрежной зоне вокруг ледников может стабилизировать Западно-Антарктический ледяной щит, предотвратив потерю льда и значительное повышение уровня моря.

8. Посадка лесов с воздуха с помощью дронов – этот метод рассматривался как решение проблемы уничтожения лесов после пожаров и в труднодоступных районах. В Австралии AirSeed Technologies использует дроны и ИИ для сбрасывания «семенных бомб» в районах, опустошённых лесными пожарами или наводнениями. По данным Межправительственной группы экспертов ООН по изменению климата, лесовосстановление имеет жизненно важное значение для снижения последствий изменения климата. Исследование 2019 года показало, что на Земле есть место для посадки сотен миллиардов деревьев, что может снизить уровень углерода в атмосфере на 25%.

9. Мясо, выращиваемое в лабораториях – спорный с точки зрения экологии и верный с точки зрения этики способ. Как выяснили специалисты: мясо, выращенное в лабораторных условиях, не требует пастбищ для выпаса, использует меньше воды и земли для выращивания кормов и производит меньше метана, чем крупный рогатый скот, однако, исследование 2023 года показало, что потребность в энергии и выбросы парниковых газов на всех этапах производства культивируемого мяса в 4-25 раз выше, чем при традиционном выращивании говядины, что может быть хуже для планеты в долгосрочной перспективе. Но при этом, хотя учёные пока не нашли оптимального решения с низким уровнем выбросов для выращива-

ния мяса в лабораторных условиях, – с точки зрения этики по отношению к животным выращивание мяса – положительный фактор.

10. Растительная диета человечества. В отчёте за 2024 год учёные пришли к выводу, что для снижения выбросов парниковых газов и глобального потепления, превышающего критические 1,5 градуса Цельсия, людям необходимо потреблять меньше мяса и продуктов животного происхождения и перейти на преимущественно растительную диету. В отдельном отчёте за 2021 год установлено, что продукты животного происхождения выбрасывают в атмосферу в два раза больше парниковых газов, чем продукты растительного происхождения.

11. Ферменты, разрушающие пластик. Человечество сейчас производит в два раза больше пластика, чем всего два десятилетия назад, и только 9% пластика успешно перерабатывается. Пластик не поддается биологическому разложению и может сохраняться до 500 лет, согласно данным Организации Объединенных Наций. Данные Университета Колорадо показывают, что переработка пластика ежегодно выбрасывает от 184 до 213 миллионов метрических тонн парниковых газов. Утилизация одноразового пластика на свалках составляет более 15% выбросов метана. Структурную биологию можно использовать для разработки фермента, который «поедает» пластик.

12. Создание правильного способа создания облаков – для увеличения облачного покрова и охлаждения атмосферы. Проблема заключается в поиске оптимального размера аэрозольных частиц, – поскольку существует риск того, что «не тот» размер частиц может либо увеличить количество осадков, либо увеличить испарение. Согласно исследованию 2021 года, основной целью станут слоисто-кучевые облака, покрывающие большие площади поверхности Земли.

13. Стены из камня и песка на морском дне – их можно использовать для защиты подводных ледников от таяния и снижения риска повышения уровня моря в Антарктиде. Сооружения нужны, чтобы пресечь доступ более тёплой воде к основаниям ледников, – что является основной причиной их таяния. В исследовании 2018 года учёные изучали эту форму геоинженерии для смягчения воздействия изменения климата на прибрежные районы.

14. Затемнение/ограничение солнечного излучения – оно не обратит вспять изменение климата, но может создать охлаждающий эффект. Согласно отчёту за 2018 год, технология солнечной инженерии, которая отражает часть солнечных лучей в космос, может помочь ограничить рост глобальной температуры, а согласно исследованию 2023 года, использова-

ние комбинации методов солнечной инженерии для блокировки части солнечного света может защитить полярные регионы от таяния.

15. Покрытие светоотражающим слоем арктического морского льда. Именно этот способ некоммерческой организации Arctic Ice Project «отозван», а проект закрыт, как мы упоминали в начале. Хотя, согласно исследованию 2018 года, научные эксперименты по проверке этой геоинженерной техники, которая защищает молодой лёд и позволяет сформироваться более старому льду, на озерах и реках Канады продемонстрировала некоторые успешные результаты.

16. Окраска зданий в белый цвет. Исследователи обнаружили то, что давно знали жители южных регионов – окраска зданий белой краской может стать доступным решением для охлаждения. В Греции и Испании белые дома являются нормой: их стены отражают солнечные лучи. В 2023 году исследователи изобрели новую ультрабелую формулу краски, которая, как показали эксперименты по моделированию, отражает 98,1% солнечного тепла от поверхности. Краска получила премию Innovation Award за свой потенциал сохранять поверхности прохладными и снижать потребность в кондиционировании воздуха.

17. Компостирование человеческих отходов для использования в качестве удобрения в сельском хозяйстве. Это сокращает выбросы парниковых газов и заболеваемость болезнями, передаваемыми через отходы. Исследование 2020 года, опубликованное в журнале Nature, изучало санитарии и компостирование человеческих отходов в крупных трущобах Гаити, где только 30% населения имеют доступ к канализации. Исследователи обнаружили, что компостирование за пределами территории имело коэффициент выбросов метана 0,5% по сравнению с 20–80% от выгребных ям и лагун.

18. Использование насекомых в качестве еды. По данным Всемирного экономического форума, насекомые могут стать альтернативным источником белка и сократить выбросы парниковых газов. Исследование 2017 года показало, что фермы по разведению сверчков выбрасывают на 75% меньше углекислого газа и вдвое меньше воды, чем птицеводческие фермы. Отдельное исследование, проведённое в 2023 году, выявило доказательства того, что использование в пищу съедобных насекомых, многие из которых считаются вредителями, могут решить множество проблем окружающей среды и здравоохранения по мере роста численности населения планеты.

19. Использование водорослей в качестве еды, топлива и цемента. Учёные, исследующие потенциальное использование микроводорослей для улавливания углерода, а также в лекарствах и продуктах питания, об-

наружили, что некоторые виды водорослей образуют известняк, который можно использовать для производства биоцемента и сокращения использования углерода. Исследование 2024 года показало, что микроводоросли можно использовать в качестве биотоплива и более экологичного решения для ископаемого топлива. Отдельный отчёт 2024 года показал, что водоросли все чаще добавляются в качестве питательного ингредиента в растительную пищу. По сравнению с традиционными растительными и животными источниками, для выращивания и сбора водорослей используется меньше природных ресурсов.

20. Использование человеческого тела как источника энергии. Вместо того чтобы охлаждать тепло, вырабатываемое людьми, учёные предлагают использовать человеческое тепло для обогрева зданий. В Швеции эко-офисное здание, расположенное над Центральным вокзалом Стокгольма, восстанавливает избыточное тепло, вырабатываемое тысячами пассажиров. С помощью теплообменников избыточное тепло преобразуется в тёплую воду, которая обеспечивает до 20% отопления офиса. Для охлаждения здания вода берётся из близлежащего озера.

21. Использование асбеста в его естественной форме в качестве «поглотителя углерода» для удаления CO₂ из атмосферы. Асбест — это природный волокнистый силикатный минерал, который безвреден в почве, но при производстве становится канцерогенным соединением, вызывающим проблемы со здоровьем при вдыхании. В исследовании 2019 года учёные сообщили, как отходы горнодобывающей промышленности, включая асбест, можно использовать для улавливания углерода.

22. Окраска гор в белый цвет. В 2010 году перуанский изобретатель в качестве эксперимента побелил вершину горы в перуанских Андах, чтобы выяснить, может ли это помочь отражению тепла от вершин и защитить ледники от таяния. Этот проект Glaciares de Peru, ранний пример геоинженерии, выиграл приз в размере 200 000 долларов в ходе конкурса Всемирного банка «100 идей для спасения планеты». Но в 2011 изобретатель Голд рассказывал, что к тому моменту команда проекта покрыла площадь около 15 000 квадратных метров (почти размер трёх футбольных полей), что все ещё слишком мало, чтобы определить, сработает ли идея в долгосрочной перспективе. Его цель – покрыть 3 миллиарда квадратных метров, что намного больше, чем 500 000 футбольных полей. Для этого, по его словам, ему понадобится около 1,5 миллиарда долларов, распределённых на пять лет. В 2023 году агентство Reuters сообщило, что 56% тропических ледников Перу исчезли за последние шесть десятилетий в результате изменения климата.

23. Увеличение площади морского льда в Арктике. В 2023 году исследователи из Центра по восстановлению климата при Кембриджском

университете провели эксперимент в заливе за Полярным кругом, выкачивая морскую воду из подо льда на его поверхность – чтобы утолщить слой льда. Исследование 2024 года, изучающее воздействие эксперимента, обнаружило, что наращивание льда происходило и дальше от места эксперимента, что предполагает, что утолщение льда в Арктике может быть полезной стратегией.

24. Использование отходов, мусора в строительстве домов. Сама по себе строительная отрасль тоже ответственна за большую долю глобальных выбросов углерода и ежегодно отправляет на свалки огромное количество отходов. Европейская комиссия оценивает, что эта отрасль производит более трети отходов Европейского союза. Кроме того, в строительстве используется примерно половина из 100 миллиардов тонн сырья, добываемого по всему миру ежегодно. Исследование 2022 года показало, что использование переработанных строительных материалов, таких как пластик, стекло, бетон и сталь, во время строительства может снизить его негативное воздействие на окружающую среду до 65%.

25. Захоронение углерода под землей. Улавливание и хранение углерода (процесс, известный как секвестрация углерода) может сократить содержание углекислого газа в атмосфере и уменьшить его воздействие на окружающую среду.

26. Космическая солнечная энергетика. С 1920-х годов учёные изучают, как можно аккумулировать солнечную энергию в космосе и передавать её на Землю. По данным NASA, в космос могут быть запущены большие орбитальные солнечные панели, а собранная ими энергия затем будет отправлена обратно на планету с помощью лазерных или микроволновых лучей. В отчёте NASA за 2024 год оценивались потенциальные затраты и условия, необходимые для доставки космической солнечной энергии. По данным Европейского космического агентства, солнечный свет в 10 раз интенсивнее в атмосфере, чем на поверхности Земли, и космическая солнечная энергия может помочь Европе достичь нулевого уровня выбросов парниковых газов к 2050 году.

27. Сокращение полётов на самолётах, которые вносят значительный вклад в изменение климата. Согласно отчёту, опубликованному в журнале *Atmospheric Environment Journal*, авиационная отрасль ежегодно генерирует до 2,4% мировых выбросов углерода, а ежегодное количество пассажиров в мире достигло 4,56 млрд человек в 2019 году. В исследовании 2022 года учёные изучили, как можно поощрять отказ от полётов, выбирать альтернативные виды транспорта и компенсировать выбросы углерода – для снижения индивидуального воздействия.

28. Выращивание водорослей в океане для снижения кислотности и повышения эффективности улавливания углерода. Океан поглощает около трети углекислого газа планеты из атмосферы. Однако, поскольку выбросы углекислого газа увеличились, учёные обнаружили, что морская вода стала более кислой и менее эффективной в улавливании углерода. В исследовании 2016 года выяснилось, что водоросли помогают воде оставаться нейтральной и поглощать больше углерода.

29. Реинтродукция шерстистых мамонтов. В проекте, напоминающем «Парк Юрского периода», ученые из Гарвардского университета исследовали возможность возвращения к жизни шерстистых мамонтов. По словам исследователей из проекта Woolly Mammoth Revival Project – повторное внедрение ранее вымерших крупных животных и травоядных в арктическую среду может сократить выбросы парниковых газов, выступая в качестве естественного геоинженерного действия. Мамонты, по мнению инициаторов, могли бы поддерживать растительность пастбищ, удобряя их, и способствуя поглощению ими углерода, и одновременно – предотвращать таяние вечной мерзлоты под ними, уплотняя слой почвы.

30. Приучение скота пользоваться туалетом. Исследователи из Новой Зеландии успешно приучили крупный рогатый скот пользоваться туалетом, получившим название «MooLoo»: целью проекта является сокращение выбросов аммиака из мочи и навоза, попадающих в почву и близлежащие водные источники, что приводит к образованию закиси азота – разновидности парникового газа, и кислотных дождей. Согласно отчёту за 2021 год, одна корова может производить 30 литров мочи в день. Аммиак образуется, когда эта моча соединяется с фекалиями. Хотя моча не так вредна, как метан, выделяемый при метеоризме и эруктации (отрыжке) скота, было обнаружено, что закись азота из мочи составляет 5% всех парниковых газов от сельского хозяйства в Великобритании в 2019 году.

31. Строительство воздушных электростанций. Воздушная ветроэнергетика может стать решением в борьбе с изменением климата: сейчас изучается и используется метод сбора энергии ветра высоко над землёй и в отдалённых местах, где невозможно установить обычные ветровые турбины. Согласно исследованию 2013 года, ветры на больших высотах мощнее ветров у поверхности земли, что приводит к увеличению их средней мощности до 4,5 раз.

32. Побуждение людей заботиться о планете через пребывание на природе. Организация Объединённых Наций наметила 10 действий, которые люди могут предпринять, чтобы сократить свой углеродный след и спасти планету, к ним относятся: использование меньшего количества энергии, потребление меньшего количества продуктов в целом (например, одежды, электроники), более интенсивная переработка и использование

более экологичных способов передвижения. Согласно исследованию 2023 года, проведённому учеными Токийского университета, – люди, которые проводят больше времени на природе, с большей вероятностью будут заботиться об окружающей среде и принимать меры для её защиты. Исследователи обнаружили доказательства того, что предоставление людям возможности ближе познакомиться с природой повышает эмпатию к здоровью планеты и поощряет просоциальное поведение.

Финансовые и регулятивные меры

Климатический кризис усиливает инфляционный²⁶

Моника Арайя, Салим Факир

В дискуссиях об изменении климата часто игнорируется его экономический вред, считают эксперты

В последние годы из-за глобальной инфляции цены на продовольствие, энергоносители и товары первой необходимости повысились до беспрецедентного уровня. В результате тема роста стоимости жизни стала доминировать в политических дискуссиях по всему миру, но особенно в странах «Большой двадцатки». Например, накануне состоявшихся в этом году выборов президента США 4% американцев называли инфляцию главной экономической проблемой.

Из-за высокой инфляции на второй план отодвигается другой острый кризис — глобальное потепление. Но рост цен и изменение климата тесно связаны. Экстремальные погодные явления вредят посевам и урожаям, толкают вверх цен на продовольствие, при этом их влияние усиливается, поскольку засухи, наводнения и периоды жары становятся более частыми и интенсивными. Подобные явления нарушают работу производственных цепочек и генерацию электроэнергии, что повышает цены на остальные товары первой необходимости.

Инфляционное давление, вызванное климатом, особенно остро ощущается в Африке и Латинской Америке, где на продукты питания приходится значительная часть расходов домохозяйств. Например, в начале года сильная засуха, усугубляемая Эль-Ниньо, привела к росту цен на базовые продукты питания в Малави, Мозамбике, Замбии и Зимбабве, где разразился продовольственный кризис. Напротив, в богатых странах домохозяйства, как правило, тратят меньшую часть доходов на продукты питания, и поэтому они лучше защищены.

²⁶ Источник: <https://forbes.kz/articles/klimaticheskij-krizis-usilivaet-inflyatsionnyy-31e33e> Опубликовано 7.01.2025

В дискуссиях об изменении климата часто игнорируется его экономический вред уязвимым группам населения и усиливаемое им неравенство, внимание сосредоточено на развитии зеленой экономики и сокращении выбросов парниковых газов. Но поскольку инфляция всё чаще нарушает экономическую стабильность, этот вред больше нельзя игнорировать. Изменение погодных условий вызвало рост цен на апельсины в Бразилии, какао в Западной Африке, кофе во Вьетнаме. Согласно оценкам в новом исследовании Потсдамского института изучения климатических изменений (PIK) и Европейского центробанка, из-за роста температуры продовольственная инфляция может увеличиться на 3,2 процентных пункта в год, а общая инфляция к 2035 году может ежегодно повышаться на 1,18 процентных пункта.

Изменение климата нельзя рассматривать исключительно как экологическую проблему, эта тема должна занять центральное место в экономической политике. Бюджетные и монетарные власти должны учитывать краткосрочные и долгосрочные климатические риски в инфляционных прогнозах и принимаемых решениях — так же, как они уже учитывают «переходные риски», связанные с переходом к низкоуглеродной экономике. Некоторые учреждения уже приступили к адаптации. Резервный банк ЮАР признает важность учета климатических рисков. А Центробанк Коста-Рики учитывает последствия глобального потепления в своих экономических моделях с 2018 года.

Центробанки и министерства финансов должны сотрудничать с климатическими организациями для выработки практических решений, помогающих защитить экономику от взаимосвязанных шоков экстремальной погоды, взлета инфляции, дефицита продовольствия. Например, Африканский климатический фонд (где работает один из авторов этой статьи) создает Инвестиционные платформы адаптации и устойчивости (ARIP), которые с помощью передовой аналитики, объединяющей климатические и погодные данные, биофизические и общеэкономические модели, облегчают определение приоритетов в инвестициях и политике. Речь идет о комплексном подходе к формированию устойчивости.

Африканский климатический фонд использовал платформу ARIP в Малави в прошлом году, когда на эту страну обрушился циклон «Фредди», самый продолжительный тропический циклон за всю историю наблюдений. Использование этого финансового инструмента помогло властям определить долгосрочные решения, смягчающие экономический ущерб от циклона, а также защищающие ключевые отрасли и укрепляющие финансовую стабильность.

Другие климатические аналитические центры ставят перед собой схожие цели. Организация «Климатическая инициатива Мексики» (ICM)

требует от властей учитывать климатические риски в экономическом планировании, а в Бразилии Институт климата и общества призывает к разработке планов социальной защиты и климатически ориентированных решений, которые защитят малоимущее население от экономических последствий экстремальных погодных явлений.

Не менее важно региональное сотрудничество, позволяющее странам Африки и Латинской Америки разрабатывать и обмениваться экономическими решениями, которые специально подобраны для их климатической ситуации и поддерживают население в зонах повышенного риска. Примером подобных инициатив служит «Региональная платформа борьбы с изменением климата», созданная при Межамериканском банке развития (IADB) для министерств экономики и финансов.

На глобальном уровне важно улучшать координацию между климатическими и экономическими организациями. Появление таких инструментов, как «Пограничный корректирующий углеродный механизм» Евросоюза, подчеркивает необходимость более тщательных мер, смягчающих негативные последствия. В данном случае речь идет о повышении издержек для потребителей в развивающихся странах. Бразилия, которая в следующем году проводит саммит БРИКС и Конференцию ООН по изменению климата (COP30), и ЮАР, к которой перешло председательство в «Большой двадцатке», получили уникальную возможность скорректировать мировую экономическую повестку дня и предложить меры, помогающие бороться с двойным кризисом — инфляцией и глобальным потеплением.

Без коллективных и решительных действий неравенство будет усугубляться, экономическая стабильность снижаться, достижение климатических целей окажется под угрозой. Однако если власти сумеют разработать инновационные решения, которые сблизят климатическую и экономическую стратегии, они смогут уменьшить непосредственные риски экстремальных погодных явлений и укрепят долгосрочную стабильность и устойчивость. В условиях разогрева инфляции и планеты как никогда становится необходимой комплексная справедливая политика.

Перевод: Усманова О., Юлдашева Г.

Верстка и дизайн: Беглов И., Дегтярева А.

Подготовлено к печати
в Научно-информационном центре МКВК

Республика Узбекистан, 100 187,
г. Ташкент, м-в Карасу-4, д. 11А

sic.icwc-aral.uz