



Инженеры климата

Температура на Земле продолжает расти, а все попытки сократить выбросы парниковых газов пока терпят крах. Ученые попытаются проверить, можно ли предотвратить тепловой удар в масштабах планеты с помощью искусственного управления климатом. Что это – мегаломания или акт отчаяния?

Не слишком ли это рискованно: пытаться победить одно зло другим? Разумно ли искусственно остужать планету, вместо того чтобы обуздать парниковые газы? Если все попытки остановить рост выбросов парниковых газов не имеют успеха, то значит ли это, что единственное спасение — геоинженерия, то есть регулирование климата в промышленных масштабах?

Безумие и гигантомания — так реагирует большинство нормальных людей, услышав о проектах геоинженеров. Например, как насчет аэростатов на высоте 30 километров? Туда можно было бы закачать по шлангам раствор диоксида серы и распылить в атмосфере, чтобы укрыть Землю от солнечных лучей. А может, лучше раскрыть на околоземной орбите гигантский «зонтик» из миллионов маленьких зеркал, которые отразят солнечный свет? Или вот еще идея: удобрять моря солями железа, которые стимулируют рост фитопланктона, очищающего воздух от излишков углекислого газа.

Абсурд? Вполне может быть. Но все больше ученых всерьез интересуется геоинжинирингом. Потому что климатические саммиты заканчиваются ничем, а температура на планете растет. На этом фоне соблазн прибегнуть к радикальным мерам становится сильнее.

Сегодня все пока ограничивается дебатами среди климатологов и океанографов, политологов и философов. Их волнуют вопросы типа: каковы будут побочные эффекты, если человек начнет глобальное вмешательство в климатические процессы? Кто должен решать, что настал час геоинжиниринга и кто будет контролировать его применение? В чем разница между проектами очистки атмосферы от парниковых газов и идеями искусственной защиты Земли от солнечного излучения? И стоит

ли ученым заниматься такими исследованиями? Может, пришла пора отказаться от самонадеянной веры во всемогущество техники?

Главный идеолог геоинженерии не похож ни на фанатика, ни на безответственного экспериментатора. Кен Калдейра, 54-летний ученый, носит джинсы с рубашкой поло и гоняет на работу в калифорнийский Стэнфорд на желтом мотоцикле. Мало кто посвятил столько времени компьютерному моделированию последствий идеи создания в верхних слоях атмосферы «солнечного зонтика» из капель диоксида серы.

Его кабинет в институте Карнеги не прибран, здесь он бывает редко. Калдейра все время в пути; доклады, конференции, выступления в палате представителей США о том, как важно готовиться к последствиям глобального потепления. В ходе разговора он часто прерывается на полуслове, чтобы подобрать формулировку поточнее, Калдейра осторожен в выражениях. По его словам, он отнюдь не поборник идей геоинженерии, а лишь сторонник их «дальнейшего изучения».

Ученый уверен: рано или поздно наступит день, когда нам придется манипулировать климатом быстро и решительно. Например, если из-за гигантской засухи погибнет урожай на экваторе и планета окажется перед лицом глобального продовольственного кризиса. На этот случай нужен план действий.

Геоинженерия — это не альтернатива сокращению выбросов парниковых газов, говорит американец. Это, скорее, страховка на случай климатического форс-мажора.

В начале его карьеры ничто не предвещало, что он станет апологетом спорных климатических проектов. В 1982-м, когда ему было 25 лет, Калдейра организовал самую большую демонстрацию в истории США — 750 тысяч человек требовали в Нью-Йорке ядерного разоружения. В то время Калдейра зарабатывал тем, что программировал для банков, но вскоре подался в климатологи. В 1998 году судьба свела его с одним из тех «ястребов», против которых он когда-то боролся. Это был физик-ядерщик Лоуэлл Вуд, который трудился над

реализацией реигановской программы «звездных войн» и был протее «отца американской водородной бомбы» Эдварда Теллера.

Общение с Вудом и подтолкнуло Калдейру к геоинженерии. Однажды Вуд заявил, что придумал, как решить проблему глобального потепления: нужно запустить в атмосферу частицы, которые будут отражать солнечные лучи. Эту идею ему подсказали научные данные о последствиях извержения филиппинского вулкана Пинатубо в 1991-м: на следующий год из-за образовавшихся в атмосфере сернистых облаков температура на всей Земле понизилась на полградуса. Но можно ли искусственно воспроизвести этот эффект? «Ерунда», - подумал Калдейра. Но на всякий случай вместе с коллегой смоделировал эффект глобального «солнечного зонтика» на компьютере. В своих расчетах они сократили количество поступающего на Землю солнечного тепла на 1,8 процента.

«Вообще-то, я хотел поставить точку в спорах о геоинженерии, — вспоминает Калдейра. — Но все оказалось наоборот: метод оказался гораздо эффективнее!» Даже небольшой «солнечный зонтик» нивелировал парниковый эффект от двукратного увеличения концентрации углекислого газа в атмосфере.

«Не надо думать, что это идеальное решение», - сразу оговаривается Калдейра. Да, оно позволит снизить интенсивность солнечного облучения. Но парниковые газы от этого никуда не денутся. А они нагревают Землю иначе. Углекислота и другие газы поглощают тепловое излучение Солнца и Земли в средних слоях атмосферы. Тогда как солнечные лучи нагревают главным образом поверхность нашей планеты, вызывают испарение влаги и тем самым запускают механизм круговорота воды в природе. Если их экранировать, то на Земле станет прохладнее, а дождей будет меньше. В тени искусственного «солнечного зонтика» глобальная температура, может, и удержится на нынешнем уровне. Но режим осадков во всем мире изменится.

В разных регионах эти эффекты будут выражены по-разному: одни страны выиграют от солнцезащитного экрана, другие проиграют. Это доказывают результаты исследования сотен возможных сценариев климатических изменений после создания «солнечного

зонтика». Например, к 2070 году средняя летняя температура в Индии была бы на полтора градуса ниже, чем в 1990 году, но возросла бы влажность воздуха. А на востоке Китая температура осталась бы почти без изменений, зато климат стал бы засушливее.

Такая диспропорция чревата конфликтами, и Кен Колдейра прекрасно это понимает. В глубине души бывший пацифист не доверяет правительствам. «Когда последствия глобального потепления станут очевидны, правительства начнут действовать строго в национальных интересах», — уверен он.

И это вполне вероятно. Хотя бы потому, что создание сернистого «солнечного зонтика» в атмосфере обойдется в каких-то пару миллиардов евро в год. А на такие траты могут в одностороннем порядке пойти и небольшие страны.

Ученые едины во мнении: международные стандарты должны регламентировать использование климатических технологий. Нужен ответ на целый ряд вопросов. При каких условиях ученые вправе апробировать свои идеи на практике? Кто будет оценивать риски и разрешать полевые испытания? Как обеспечить баланс национальных интересов и как гарантировать право голоса бедным странам? Ведь в некоторых государствах Африки даже малейшие изменения климата могут привести к гуманитарной катастрофе.

Юрист из международного аналитического центра по проблемам окружающей среды Ecologic Ральф Бодл уверен: здесь можно применить некоторые нормы международного права. Например, уже сегодня ни одно государство не имеет права наносить серьезный экологический ущерб соседям. Но перспективы применения этих норм в геоинженерии неясны. «Ведь речь пока идет об идеях и концепциях», — говорит Бодл.

Чтобы выработать регламент исследования геоинженерных методов, в марте 2010 года ученые собрались на тихоокеанском побережье недалеко от Монтерейя (Калифорния). Видимо, они вдохновлялись примером легендарной биологической конференции, которая проходила здесь же в 1975 году. Тогда биологи сами для себя установили правила проведения экспериментов по генной инженерии, чтобы ограничить

связанные с ними риски. Но на этот раз все завершилось ни к чему не обязывающей декларацией.

Кен Калдейра сразу отстранился от этого мероприятия. По его словам, организаторы конференции стремились использовать форум, чтобы привлечь частных инвесторов к финансированию полевых испытаний.

Такие испытания должны финансироваться государством, убежден он. Но поскольку Кен не доверяет и правительствам, главным условием он считает соблюдение принципа «прозрачности». Никаких секретных исследований, вся информация об их проведении и результатах должна быть общедоступной.

Но при всей своей «экологической сознательности» Калдейра не вполне последователен. С одной стороны, он отвергает идею привлечения частных инвесторов. А с другой — по совместительству руководит вместе со своим соратником из Канады научным фондом, которому выделил средства Билл Гейтс — специально на геоинженерные проекты. Да и сами его исследования могут быть превратно истолкованы. Он понимает это: «Если геоинженерные методы окажутся эффективными, то многие могут подумать, что теперь у нас есть быстрое техническое решение всех проблем. И будут прилагать меньше усилий для сокращения выбросов парниковых газов».

Американские консерваторы уже взяли на вооружение этот метод. Сначала они просто отрицали факт ответственности человечества за глобальное потепление. А теперь превозносят геоинженерию как простой, дешевый и эффективный способ решения проблемы климата.

Арманд Нейкерманс родился в Бельгии, а сделал себе имя и заработал состояние как изобретатель в Калифорнии. Он тоже изучает один из методов корректировки климата — технологию «отбеливания» облаков путем распыления морской воды. Чем белее облака, тем лучше они отражают солнечный свет, а значит, эффективнее защищают планету от перегрева.

Найти лабораторию Нейкерманса среди безликой застройки городка Саннивейл в Калифорнии непросто. Она спрятана в одном из тех одноэтажных зданий с тонированными

стеклами, которые теснятся вдоль дорог практически по всей Кремниевой долине.

«Если бы года три назад меня спросили, что такое геоинженерия, я бы ответил: какая-то странная штука», — признается Нейкерманс. В том возрасте, в котором многие американцы отдаются игре в гольф, этот крепкий мужчина с седыми волосами стал восходящей звездой всего геоинженерного сообщества.

Как говорит Нейкерманс, новое увлечение он открыл для себя случайно. Пару лет назад он узнал о проекте создания искусственных облаков, который вынашивали двое английских ученых. И предложил им свою помощь. Англичане планировали распылять в небе морскую воду, из которой на большой высоте будут образовываться ядра конденсации пара, уплотняющие облака. А в технике распыления жидкости мало кто разбирается так хорошо, как Нейкерманс. В 1980-х он участвовал в разработке струйного принтера для «Хьюлетт—Паккард».

В 2009 году он представил свою идею получения крошечных ядер конденсации пара из морской воды. На его докладе присутствовал Кен Калдейра. Услышанное настолько его впечатлило, что он предоставил Нейкермансу 300 тысяч долларов из фонда Билла Гейтса на апробацию этого метода.

Нейкерманс собрал вокруг себя группу ровесников—ученых пенсионного возраста, которым помогают молодые ассистенты. Они мечтают о целой армаде кораблей с распылительными установками, которые будут бороздить океаны и выпускать в небо фонтаны из миллиардов капелек морской воды. На высоте вода будет испаряться, а оставшиеся микроскопические кристаллы при попадании в облака сконденсируют на себе пар и образуют дополнительные капли. Чем они меньше, тем белее облако и тем больше его «альбедо» — коэффициент отражения солнечных лучей.

С начала индустриальной эпохи концентрация углекислого газа в атмосфере Земли увеличилась в два раза. Чтобы компенсировать парниковый эффект, достаточно удвоить количество капель в облаках определенного типа. По расчетам группы Нейкерманса, для этого понадобилось бы распылять 45 тонн морской воды в секунду в виде капель размером в тысячную долю миллиметра. А для этого по Мировому океану

должны курсировать 1500 беспилотных морских судов.

Но команде Нейкерманса не хватает средств даже на подготовительную стадию исследования. Как это всегда бывает при запуске инновационного проекта, приходится «выкручиваться». При любой возможности исследователи стараются разжиться подержанной техникой. Используют взятый напрокат лазерный интерферометр для измерения диаметров капель. Один знакомый, имеющий доступ к электронному микроскопу, делает для них увеличенные снимки кристаллов соли; другой помогает со сложными вычислениями.

У группы Нейкерманса амбициозная цель. Изобретатели хотят получить такие крошечные капли, чтобы для «отбеливания» облаков нужно было распылять с каждого корабля не 30 литров воды в секунду, а лишь 100 – 200 миллилитров. Это позволит сэкономить энергию. В своей заставленной приборами лаборатории без окон Нейкерманс проводит первую серию испытаний. Пока исследователи импровизируют. Они приспособили под пульверизаторы пористые стержни фломастеров, распыляющие воду под действием электрического тока. В ходе эксперимента удастся получить ядра конденсации нужного размера. Но промышленный прототип такой установки был бы слишком громоздким.

«Недавно у нас возникла новая идея, которая позволит удешевить процесс», — говорит Нейкерманс. О деталях он молчит — коммерческая тайна. Возможно, в будущем на спасении Земли получится неплохо заработать. Известно лишь одно: они работают с так называемой «сверхкритической водой», представляющей собой нечто среднее между жидкостью и паром. В такое состояние вода переходит при температуре свыше плюс 374 градусов Цельсия и под давлением больше 221 бара. Эту субстанцию они и пропускают через сверхтонкие распылительные фильтры.

Изобретатели упрятали новый аппарат в белый деревянный ящик. Внутри ведет шланг, наружу выходит водяная пыль. Такая мелкая, что ее не видно невооруженным глазом. Но измерительные приборы показывают: каждый пульверизатор выдает в секунду сто триллионов

частиц величиной всего в одну сотысячную миллиметра.

Не пора ли испытать установку на море? «Это не мне решать, — говорит Нейкерманс. — Мы просто хотим доказать, что путем распыления воды, действительно, можно генерировать облака».

Нейкерманс затрагивает старую тему — ответственность ученых за свои изобретения. Вправе ли изобретатель рассуждать по принципу: мое дело маленькое, а как применяются результаты исследований, меня не касается? Как и Калдейра, Нейкерманс считает геоинженерию лишь запасным планом на крайний случай, а не альтернативой перестройке энергопроизводства. Лично он делает ставку, скорее, на традиционные способы защиты климата. Именно он в 2006 году убедил 78 домовладельцев в своем родном городке Портола-Вэлли сообща установить на крышах домов солнечные панели. Он тоже считает, что уповать на геоинженерию нельзя. Разумнее было бы изменить климатическую политику, но это возможно только в том случае, если ситуация дойдет до критической черты.

Мейнрат Андре тоже настроен скептически. Правительства мира не проявят политическую волю к переменам, пока не разразится катастрофа, считает немецкий специалист по атмосферной химии. Например, засуха, угрожающая продовольственной безопасности всего мира. Он сидит за письменным столом в своем кабинете на втором этаже Института химии Макса Планка в Майнце (Германия). Ему 62 года. Из них более 30 лет он занимается изучением аэрозолей — взвеси твердых и жидких частиц в атмосфере. Он знает, как они формируются над лесами и морями и как в них повышается концентрация взвешенных частиц в результате хозяйственной деятельности человека. Знает, что от наличия сульфатов и сажи в атмосфере зависит, когда, где и в каком количестве выпадет дождь. И на основе своего научного опыта он делает вывод: вмешательство в терморегуляцию Земли недопустимо.

Он возмутился, когда в 2006 году его коллега, нобелевский лауреат Пауль Крутцен, поддержал идею проведения опытов по распылению в атмосфере сернистых аэрозолей

для защиты от солнечного излучения, тем самым фактически благословив геоинженерию.

Мейнрат Андре вообще хотел отговорить коллегу Крутцена от той публикации. «Мы горячо спорили, — говорит он. — Я убеждал его, что многие истолкуют превратно сам факт того, что такой авторитетный специалист выступает в поддержку исследований в области климатической инженерии. Все сразу заговорят: нобелевский лауреат нашел решение проблемы парникового эффекта». Нужно ли с порога пресекать любую попытку научной разработки этой темы? Андре не столь категоричен. Но он считает: «Научный потенциал надо использовать, чтобы разрабатывать экологически чистые технологии производства энергии и изучать способы адаптации к глобальному потеплению». У него целый ряд претензий к технологиям искусственного регулирования климата. Например, если геоинженерам удастся охладить планету, но при этом концентрация углекислого газа в атмосфере не уменьшится, то неизбежно усилится второй вредный эффект парниковых газов: закисление Мирового океана.

Сколько денег нужно на такие опыты? Их стоимость явно преуменьшают. Сейчас принимаются в расчет только эксплуатационные расходы на внедрение отдельных технологий. В сметах не учитываются ни затраты на исследования и разработки, ни издержки, связанные с возможными побочными эффектами подобных экспериментов. Таковы данные глобального обзора геоинженерных технологий, опубликованного в октябре зон года.

Много шума наделали планы Бристольского университета провести осенью 2011 года геоинженерный эксперимент на бывшем военном аэродроме Скалт-хорп на востоке Англии. С помощью воздушного шара, наполненного гелием, исследователи собирались протянуть на высоту в один километр распылительный шланг. Для пробы планировалось распылить в небе морскую воду, а затем — раствор диоксида серы. В ответ на протесты международной общественности эксперимент был отложен.

Как показывает практика, вмешательство человека в природные системы, законы равновесия которых нам еще не вполне понятны, почти всегда приводит к

нежелательным последствиям, говорит Андре. Например, на Гавайи для борьбы с расплодившимися крысами завезли хищных яванских мангустов. Но вот беда: мангусты охотятся днем, а крысы ведут ночной образ жизни. В результате вместо крыс мангусты истребляют птиц, змей и ящериц.

Допустим, человечество научится приглушать солнечное излучение, говорит Андре. А что если глобальное потепление все равно продолжится? Как мы тогда поймем, чем это вызвано: естественными колебаниями общемировой температуры или же антропогенным парниковым эффектом? Не предложат ли тогда геоинженеры накачать в атмосферу еще больше взвешенных частиц? И если это не даст быстрого эффекта, то процесс может стать неуправляемым.

Да и слезть с геоинженерной иглы будет не так-то просто. Ведь за годы искусственного охлаждения климата концентрация углекислого газа в атмосфере возрастет. И если мы вдруг решим свернуть «солнечный зонтик», температура на Земле резко поднимется. У экосистем не будет времени приспособиться к новым условиям. Это приведет к глобальной экологической катастрофе.

Единственное, что позволит нам геоинженерия, так это и дальше расточать ископаемые ресурсы. А расплачиваться за это придется будущим поколениям. «Все эти проекты похожи на планы наркомана, придумывающего, как бы ему получше обобрать своих детей, чтобы регулярно получать дозу героина», — считает Андре.

Неужели мы уже дошли до такого? Некоторые сторонники геоинженерии без колебаний отвечают на этот вопрос: «Да». И добавляют, что действовать надо незамедлительно. Иначе не остановить таяние арктических льдов, не спасти белых медведей, не дать человечеству второй шанс. Большинство ученых не торопится с выводами. И ограничивается бурным обсуждением аргументов «за» и «против» искусственного регулирования климата.

Одно понятно уже сейчас: чем дольше мы будем тянуть с принятием реальных мер по сокращению выбросов парниковых газов и переходу на экологичные способы энергопроизводства, тем соблазнительнее будут звучать призывы «спасителей

человечества», снова обещающих решить все проблемы с помощью техники.

За кадром

Редактора GEO КЛАУСА БАХМАНА впечатлило здание Института Карнеги, в котором работает Кен Калдейра. Оно «производит» на 70 процентов меньше углекислого газа, чем другие строения подобного размера, а внутри него поддерживается комфортная температура без вездесущи в США кондиционеров.

Источник: GEO.-2012.-№2.-С.44-53.

Текст: Клаус Бахманн