**Метан и климат**

Н.А. Ясаманов, доктор геолого-минералогических наук

Что происходит с погодой? Прошлым летом жители средней полосы страны изнывали от жары, многие районы задыхались в дыму горящих торфяников, а Европу и юг России охватило катастрофическое наводнение, на Кавказ обрушились сокрушительные смерчи. С ноября же в большинстве регионов установились лютые морозы (на севере температура неделями держалась ниже –40°, в Подмосковье опускалась до –35°). Прошедший декабрь оказался седьмым среди самых холодных с 1879 г. за все время регулярных наблюдений («рекордсмен» – 1933 г.). В то же время лишь дважды средняя температура июля была выше, чем в 2002 г. В преддверии Всемирной конференции по климату, открывающейся в Москве, мы публикуем один из взглядов на природу явления.

Вот уже четверть века идут споры о глобальном потеплении. Не только специалисты, но и общественность, а также СМИ озабочены изменениями климата, все чаще задаваясь вопросами: каков антропогенный вклад в парниковый эффект, неизбежен ли подъем глобальных температур или возможен спад и т. п. А в это время приборы бесстрастно фиксируют рост температур, и мы отмечаем уникальные погодные аномалии. То в середине мая 2001 г. Подмосковье поражают продолжительные заморозки, когда температура несколько дней держится у отметки –5 °С. То слишком быстро заканчивается лето, и уже в августе начинается дождливая и холодная осень. То слишком рано вскрываются реки и начинается половодье, сопровождающееся наводнениями. То, как в ноябре 2002 г., после теплой осени в Европейской части страны неожиданно устанавливаются температуры на 15–20 градусов ниже средних многолетних, а в Восточной Сибири столбик термометра не поднимается выше –40 °С (в Якутии – морозы под шестьдесят!). И где же потепление?

Что и говорить, первая половина зимы 2002/2003 гг. впечатляет. Не секрет, что в Подмосковье уже привыкли к относительно теплым («гнилым») зимам с продолжительными оттепелями. Так, в январе 2002 г. оттепель продолжалась свыше двух недель. В результате температуры января, как, впрочем, и декабря 2001 г., оказались намного выше средних.

На бытовом уровне потепление проявляется в том, что теплых дней в году становится больше (не обязательно летом). Глобальное потепление выражается не только в росте средних температур, но и в изменении процессов, влияющих на погоду.

Их устойчивое протекание нарушается, и возникают погодные аномалии, число которых с каждым годом все больше. Это и необычайно обильные и длительные снегопады в Краснодарском крае и Ставрополье зимой 2001/2002, и сильнейшие наводнения в Европе летом 2002 г. и зимой 2002/2003, и невиданные холода в Индии этой зимой.

**Было ли потепление?**

Глобальные процессы изменения климата вызывают не только плавный рост средних температур, но и их скачки, т. е. периоды аномально высоких и аномально низких температур. Вот только длительность последних во второй половине XX в. заметно сокращалась.

О потеплении неопровержимо свидетельствуют приборы. Пока среднегодовые температуры в разных регионах и на Земле в целом повысились всего на десятые доли градуса. Но спорят сегодня в основном уже не столько о факте потепления, сколько о его причинах и следствиях, а также о тех или иных сценариях развития событий. Впрочем, некоторые участники дискуссий все еще не смирились с потеплением, ссылаясь на недостоверность, неточность или неверную интерпретацию метеорологических данных и несовершенство климатических моделей.

**Парниковые газы**

Говоря о глобальном потеплении, нельзя не упомянуть о парниковом эффекте и порождающих его парниковых газах в атмосфере. Это водяной пар, углекислый газ, метан, хлорфторуглероды (фреоны), обеспечивающие в целом около 98% парникового эффекта. Остальное приходится на инертные благородные газы. Около 60% парникового эффекта вызывают пары воды. Чем больше их в тропосфере, тем сильнее парниковый эффект, а их концентрация, в свою очередь, зависит от приземных температур и площади водной поверхности. В конце 60-х годов ХХ в. ученые обратили внимание на роль углекислоты в парниковом эффекте и задумались о ее накоплении в атмосфере: выбросы CO2 в энергетике, на транспорте, в металлургии, химической промышленности и других отраслях стремительно росли. Это так подействовало на впечатлительную международную общественность (прежде всего многочисленные экологические НПО), что сегодня ряд «климатических активистов» парниковый эффект и антропогенные выбросы CO2 в атмосферу считают синонимами. Между тем довольно тяжелый углекислый газ не поднимается в верхние слои атмосферы. Все его выбросы остаются в нижней тропосфере, откуда сравнительно быстро поглощаются растительностью и почвенными организмами или растворяются в водах рек, озер, морей и океанов. Особенно много углекислого газа поглощает Мировой океан. При этом большая часть CO2 тратится на постройку скелета водных организмов и усваивается фитопланктоном, а избыток аккумулируется в донных осадках в форме карбонатов.

**Главный участник**

До последнего времени явно недооценивалась роль метана в парниковом эффекте. А ведь этот легкий газ с земной поверхности быстро попадает на границу тропосферы и стратосферы. Мало того, что он сам активно участвует в парниковом эффекте, на высоте 15–20 км под действием солнечных лучей он разлагается на водород и углерод, который, соединяясь с кислородом, образует углекислый газ. В результате этого глобального процесса в верхних слоях атмосферы поглощается кислород и разрушаются молекулы озона. Содержание метана в атмосфере растет вдвое быстрее, чем концентрация углекислого газа. Возникающий из метана в верхних слоях тропосферы углекислый газ медленно опускается к земной поверхности. Он не только активно участвует в парниковом эффекте, но и заметно пополняет запасы атмосферной углекислоты, т. е. чем больше метана попадает в атмосферу, тем больше в ней образуется углекислого газа.

Сколько же в природе метана и откуда он поступает в атмосферу? Точно подсчитать количество выделяющегося метана нелегко. Но можно выделить природные и антропогенные его источники и оценить их мощность. Метан образуется в болотах при гниении органики. Недаром его еще называют болотным газом. Поступает он в атмосферу и из обширных мангровых зарослей, широкой полосой протянувшихся на низменных приморских равнинах в тропических областях (от 5° с. ш. до 10° ю. ш.). Кроме того, метан попадает в атмосферу из зон тектонических разломов, как на суше, так и на дне океана. Особенно много его выделяется вдоль рифтовых впадин срединно-океанических хребтов, в областях столкновения литосферных плит, где происходят активные вулканические подводные извержения, и на шельфе, где накапливается и преобразуется органическое вещество. Выделяется метан и из возникающих при землетрясениях трещин и разломов в районах скопления нефти и газоконденсантов, месторождений бурого и каменного угля, горючих сланцев и вообще толщ осадочных пород, богатых органикой.

Велики и антропогенные выбросы метана. Он выделяется при разведке и добыче полезных ископаемых, их транспортировке и переработке, при неполном сгорании минерального топлива в двигателях внутреннего сгорания и тепловых электростанциях, в сельском хозяйстве (особенно на рисовых полях и животноводческих фермах). По оценкам, естественные и антропогенные выбросы составляют примерно 70% и 30%, но последние стремительно растут.

Если в ближайшие годы не будет сильных извержений вулканов (как Кракатау в 1883 г. или Тамбор в 1815 г.), на Земле продолжится рост температур. Но нельзя строить прогнозы, не поняв, как влияет на глобальное потепление рост содержания метана в атмосфере и его превращение в углекислоту.

**Путешествие в прошлое**

Информация о климатах давних эпох надежно сохранена в горных и осадочных породах в виде ископаемых остатков животных и растений. Современные методики позволяют оценить климат древности довольно точно. Начиная с докембрия, по мере приближения к современной эпохе климатические характеристики расшифровывают все полнее и достовернее.

За время существования Земли было по меньшей мере 6–7 глобальных оледенений (в конце архея – начале протерозоя, 2,5 млрд лет назад; в рифее – 850 и 650 млн лет назад, в ордовике – 450 млн лет назад, в конце каменноугольного периода – 280 млн лет назад, а самое недавнее началось в конце неогена – 2 млн лет назад и продолжилось в четвертичном периоде). Последнее оледенение завершилось в начале голоцена (15 тыс. лет назад). С тех пор климат на Земле менялся то в сторону потепления, то похолодания, но ледниковый покров на планете постепенно сокращался.

Во время оледенений средние температуры на Земле опускались до 8–10 °С (ныне 14°). Огромные площади покрывались мощными ледниковыми щитами – ледники достигали 40–45° северной и южной широт. Тропический и субтропический климат сохранялся только в узкой полосе у экватора.

Однако гораздо дольше, чем оледенения, на Земле господствовал очень теплый климат. Средние температуры повышались до 20–22 °С. На полюсах не только отсутствовали ледяные шапки, но и росли деревья. Даже в эоцене (50–55 млн лет назад, что по геологическим меркам недалеко от современной эпохи) температура воды в Северном Ледовитом океане была, как в современном Черном море. На Шпицбергене и островах Канадского Арктического архипелага росли хвойные и широколиственные леса. В геологических слоях, возникших в то время, найдены отпечатки теплолюбивых растений и даже пальм, а также скелеты крокодилов и других теплолюбивых животных.

Однако уже около 30 млн лет назад в Антарктиде возникли первые ледники. Спустя еще 25 млн лет они появились и в Северном полушарии (сначала в Гренландии, а затем на островах Северного океана, который постепенно покрылся многолетним льдом). Наступил четвертичный ледниковый период. Впрочем, и в этот период ледники не раз отступали. В одну из таких эпох, в микулинское межледниковье (125 тыс. лет назад), Северный Ледовитый океан покрывался льдом только зимой, а на месте тундры и лесотундры росли сплошные леса. Всего за 1,5 млн лет ледниковые эпохи по крайней мере четырежды сменялись межледниковьями.

В последние годы профессором А.А. Величко составлены палеоклиматические карты Европейской части России. На них видно, как менялся климат в последний миллион лет. Почти все это время гораздо севернее, чем ныне, располагались области с умеренным и тропическим климатом. Если во время оледенений средняя температура была значительно ниже современной (примерно 20 тыс. лет назад ледники не только покрывали всю Скандинавию, но и достигали Валдайской возвышенности), то в межледниковья — на несколько градусов превышала современную. И тогда место тундры занимала тайга и даже хвойно-лиственные леса, а на месте тайги росли дубово-грабовые и дубово-липовые леса. Границы лесостепей находились значительно севернее нынешних, а на юге Европейской части России располагались степи и полупустыни.

**Почему меняется климат**

В чем же причины таких кардинальных перемен? Зная это, не только легче понять, почему меняется климат в современную эпоху, но и строить прогнозы.

Первое, что напрашивается в качестве причины климатических флуктуаций, – это периодическое изменение положения Земли в космическом пространстве и, стало быть, неравномерное поступление солнечной энергии. Это, действительно, важная причина, но она ответственна только за продолжительные (десятки миллионов лет) климатические изменения. Так что для прогнозов на десятки и даже сотни лет искать причины изменений климата в космосе не стоит. Кроме того, чисто космическими причинами не объяснить колебания содержания CO2 в атмосфере, запечатленные растительностью в результате фотосинтеза.

Вторая причина — состояние атмосферы, ее прозрачность и концентрация парниковых газов. Ведь атмосфера пропускает не всю солнечную радиацию. Часть ее она рассеивает и отражает обратно в космическое пространство, и лишь 44% потока излучения достигает земной поверхности. Атмосферный озон, как известно, задерживает ультрафиолет.

Современная атмосфера — результат долгой эволюции. Когда-то в ней не было кислорода и азота, а были только углекислый газ, водяной пар, метан, аммиак, водород и пары кислот. Первый миллиард лет в атмосфере преобладал углекислый газ, но к концу этого периода в ней появились азот и кислород. Содержание кислорода достигло максимума 500 млн лет назад. А еще раньше возник озоновый экран, защитивший живые существа от ультрафиолетового излучения и позволивший жизни выйти на сушу.

Высокая концентрация CO2 в атмосфере обеспечивала парниковый эффект и высокие температуры в самые теплые эпохи геологического прошлого. Однако временами концентрация сильно менялась. Как только она становилось меньше, наступали похолодания. Согласованные изменения концентрации CO2 и температуры (как в геологическом прошлом, так и в настоящем) дали повод считать, что именно от содержания CO2 зависел парниковый эффект и приземная температура. При этом оставался вопрос: откуда в атмосфере брался избыток CO2 и как он расходовался?

Выделяющийся из земных недр и почвы CO2 поглощался растительностью и почвенными микроорганизмами и вследствие высокой плотности не мог подниматься в атмосферу. Основным его поглотителем, как уже отмечалось, служат гидросфера и растительность, поглощающая и перерабатывающая CO2 при фотосинтезе. Чем больше CO2 в атмосфере и чем выше температура, тем больше на Земле фитомасса. При отсутствии притока CO2 растительность настолько интенсивно поглощает его из атмосферы, что его содержание падает, и начинается похолодание. Это четко прослеживается при анализе палеоклиматов. Какими бы причинами ни вызывались потепления или похолодания, всегда отмечалась корреляция между содержанием CO2 в атмосфере и растительным покровом.

Ну, а что же происходит ныне? На фоне потепления рост содержания CO2 в атмосфере все больше связывают с антропогенным выбросами. Но ведь в прошлом, когда не было человека, оно регулировалось природными процессами. Его приток из земных недр, как и от антропогенных выбросов, невелик, ибо он гораздо тяжелее воздуха. Его не поднимут в тропосферу даже потоки горячего воздуха и дыма. Но он мог образоваться в результате разложения восходящих потоков метана, нарастающих, например, при любых подвижках земной коры. Так, из анализа геологического прошлого следует, что потеплениям всегда предшествовали расширение морского дна и расхождение континентов.

Подводя итоги, можно высказать предположение, что в нынешнем глобальном потеплении «повинен» в основном метан, как уже отмечалось, интенсивно поступающий в атмосферу из разных источников. Проверить это непосредственными наблюдениями непросто, ибо скорость его перемещения в атмосфере высока, а срок жизни мал. Но неуклонный рост содержания в атмосфере метана, фиксируемый в последние десятилетия, заставляет усомниться в том, что потепление вызвано лишь антропогенными факторами. А взяться ему есть откуда! И в нашу эпоху происходят медленные перемещения литосферных плит, а на континентах (Байкал, Восточно-Африканские Великие озера) и морском дне (Красное море, Индийский и Атлантический океаны) образуются гигантские рифты, что сопровождается наземными и особенно подводными базальтовыми излияниями. Все эти процессы могут сопровождаться масштабными выбросами метана в атмосферу, что, как мы видели, способно вызвать потепление, неоднократно отмечавшееся в прошлом.