



Климат нестабилен по вине человека?

Особенный рост интереса к изменению климата отмечается с конца прошлого столетия. Связано это с нарастанием изменений в природе, очевидным уже на уровне простого обывателя. Насколько эти изменения обусловлены естественными процессами, а насколько связаны с деятельностью человека? Сегодня разобраться в этом нам поможет беседа со специалистами — ведущими научными сотрудниками Института вычислительной математики РАН. Евгений ВОЛОДИН и Николай ДИАНСКИЙ, с которыми мы сегодня беседуем, занимаются в институте моделированием климата и являются российскими участниками Международной группы экспертов по изменению климата (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC).

— Какие факты глобального изменения климата отражены в исследованиях и включены в четвертый оценочный доклад?

— Мы все даже на бытовом уровне ощущаем последствия глобального потепления — так, например, зимы стали теплее. Если же обратиться к научным данным, то и они показывают, что 11 из 12 последних лет являются самыми теплыми за весь период инструментальных наблюдений за глобальной температурой (с 1850 г.). За последнее столетие изменение средней глобальной температуры воздуха составило $0,74^{\circ}\text{C}$, причем линейный тренд температуры в последние 50 лет почти вдвое превышал соответствующее значение для столетия. Если говорить о России, то зимние месяцы на большей части нашей страны за последние 20 лет были в среднем на 1—3 градуса теплее, чем зимы в предыдущее двадцатилетие.

Изменение климата не означает простое повышение температуры. Под устоявшимся термином «глобальное изменение климата» понимают перестройку всех геосистем. А потепление рассматривают лишь как один из аспектов изменений. Данные наблюдений свидетельствуют о повышении уровня Мирового океана, таянии ледников и вечной мерзлоты, усилении неравномерности

выпадения осадков, изменении режима стока рек и других глобальных изменениях, связанных с неустойчивостью климата.

Значимые изменения произошли не только в средних климатических характеристиках, но и в изменчивости и экстремальности климата. Палеоклиматические данные подтверждают необычность происходящих климатических изменений, по крайней мере, для последних 1300 лет.

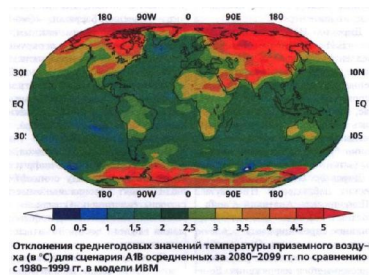
— Как составляется научный прогноз климата? Как строятся климатические модели?

— Одной из важнейших в современной климатологии является задача предсказания изменений климата в ближайшие столетия. Сложный характер процессов, происходящих в климатической системе, не допускает использования экстраполяции прошлых тенденций или статистических и прочих чисто эмпирических методов для получения перспективных оценок. Необходимо строить сложные модели климата для получения таких оценок. В подобных моделях специалисты стараются учесть все процессы, влияющие на погоду и климат, наиболее полным и точным способом. Более того, объективность прогнозов повышается, если использовать несколько разных моделей, поскольку каждая модель имеет свои особенности. Поэтому в настоящее время проводится международная программа по сравнению прогнозов изменений климата, полученных с помощью различных моделей климата по сценариям, предложенным МГЭИК, возможных будущих изменений содержания в атмосфере парниковых газов, аэрозолей и других загрязняющих веществ. Институт вычислительной математики Российской академии наук (ИВМ РАН) участвует в этой программе. Всего в ней затронуты около двух десятков моделей из разных стран, где области науки, необходимые для создания таких моделей, получили достаточное развитие: из США, Германии, Франции, Великобритании, России, Австралии, Канады, Китая...

Главными компонентами модели климата Земли являются модели общей циркуляции атмосферы и океана — так называемые

совместные модели. При этом атмосфера служит главным «генератором» изменений климата, а океан — основным «накопителем» этих изменений. Созданная в ИВМ РАН модель климата воспроизводит крупномасштабную циркуляцию атмосферы и Мирового океана в хорошем соответствии с данными наблюдений и с качеством, не уступающим современным климатическим моделям. Главным образом это достигается за счет того, что при создании и настройке моделей общей циркуляции атмосферы и океана удалось добиться того, что эти модели (в автономном режиме) достаточно хорошо воспроизводят климатические состояния атмосферы и океана. Более того, прежде чем приступить к прогнозированию будущих изменений климата, наша климатическая модель, так же, как и другие, верифицировалась (проще говоря, проверялась) на воспроизведении прошедших изменений климата с конца XIX века по настоящее время.

— И каковы результаты моделирования?



— Нами было проведено несколько экспериментов по сценариям МГЭИК. Наиболее важные из них три: условно говоря, это

пессимистический сценарий (A2), когда человеческое сообщество будет развиваться, не обращая внимания на окружающую среду, умеренный (A1B), когда будут накладываться ограничения типа Киотского протокола, и оптимистический (B1) — с еще более сильными ограничениями антропогенного воздействия. Причем по всем трем сценариям предполагается, что объемы сжигания топлива (а следовательно, и выбросы углерода в атмосферу) будут расти, только более или менее быстрыми темпами.

Согласно пессимистическому, самому «теплому» сценарию, среднее потепление у поверхности в 2151—2200 гг. по сравнению с 1951–2000 гг. составит около 5 градусов. При более умеренном развитии оно составит около 3 градусов.

Значительное потепление климата произойдет и в Арктике. Даже по более оптимистичному сценарию во второй половине XXI века температура в Арктике вырастет

примерно на 10 градусов по сравнению со второй половиной XX века. Не исключено, что уже менее чем через 100 лет полярные морские льды будут сохраняться лишь зимой, а летом будут таять.

В то же время, согласно нашей и другим моделям, в ближайшем столетии интенсивного роста уровня океана наблюдаться не будет. Дело в том, что таяние материковых льдов Антарктиды и Гренландии будет в сильной степени скомпенсировано увеличением выпадения снега в этих регионах, связанным с увеличением осадков при потеплении. Основной вклад в повышение уровня океана должно давать расширение воды при повышении температуры.

Результаты экспериментов с моделью климатической системы ИВМ РАН по прогнозированию изменений климата вместе с результатами по другим зарубежным моделям вошли в отчет МГЭИК., удостоенный совместно с А. Гором Нобелевской премии мира 2007 г.

Следует отметить, что к настоящему времени только результаты, полученные с помощью модели климата ИВМ, представлены от России в четвертом отчете МГЭИК.

— Говорят, что европейская погода рождается в Атлантике — это действительно так?

— Погодные события, происходящие над Северной Атлантикой, безусловно, сильно влияют на Европу. Это происходит потому, что в умеренных широтах от поверхности Земли до 15—20 км в основном ветер дует с запада на восток, т. е. воздушные массы приходят в Европу чаще всего с запада, с Атлантики. Но это происходит не всегда, и вообще выделить какое-либо одно место, где полностью формируется европейская погода, нельзя.

Европейская погода как явление крупномасштабное формируется общим состоянием атмосферы Северного полушария. Естественно, Атлантика занимает в этом процессе значительное место. Однако здесь более важно не собственная изменчивость (отклонение от годового хода) циркуляционных океанических процессов в Северной Атлантике, а то, что атмосфера как существенно более изменчивая среда использует Северную Атлантику в качестве энергетического резервуара для формирования собственной изменчивости.

Здесь мы переходим от предсказания и моделирования климата к предсказанию и моделированию погоды. Надо разделить эти две проблемы. В принципе и для той и для другой задачи используются примерно одни и те же модели, описывающие динамику атмосферы. Различие состоит в том, что для предсказания погоды очень важны начальные условия модели. Их качество во многом определяет и качество прогноза.

При моделировании изменений климата на срок от нескольких десятилетий до нескольких столетий и тысячелетий начальные данные не играют такой важной роли, а важную роль играет учет тех внешних по отношению к атмосфере воздействий, благодаря которым происходит изменение климата. Такими воздействиями может быть изменение концентрации парниковых газов, заброс в атмосферу вулканических аэрозолей, изменение параметров земной орбиты и т. д. В нашем институте разрабатывается одна из таких моделей для Росгидромета.

— Что можно сказать об изменении климата на территории России? Чего особенно следует опасаться?

— В целом в результате потепления климат средней полосы России в некоторой степени даже улучшится, однако на юге России за счет увеличения засушливости ухудшится. Большая проблема возникнет из-за таяния вечной мерзлоты, территории которой занимают значительные площади.

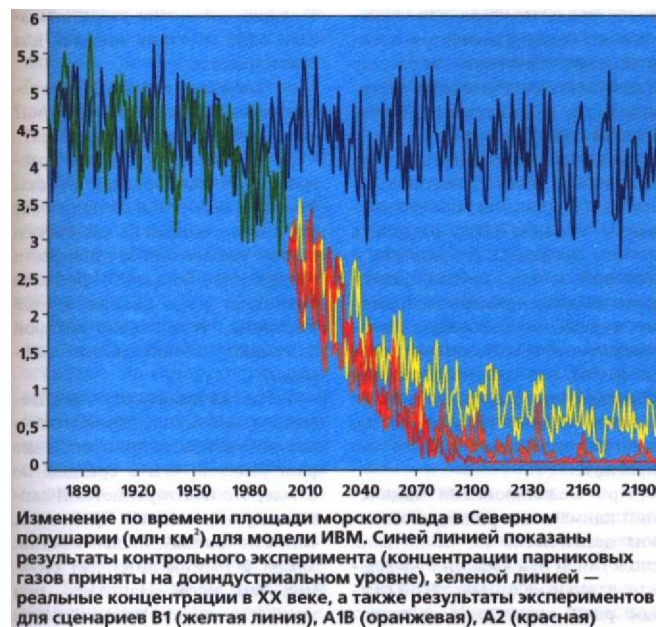
В России при расчете потепления по любому сценарию температура будет расти примерно в два раза быстрее, чем в среднем по Земле, что подтверждается и данными других моделей. Кроме того, согласно данным нашей модели, зимой в России потеплеет сильнее, чем летом. Например, при средне глобальном потеплении на 3 градуса в России потепление составит 4-7 градусов в среднем за год. При этом летом потеплеет на 3—4 градуса, а зимой на 5—10 градусов. Зимнее потепление в России будет связано в том числе и с тем, что немного изменится циркуляция атмосферы. Интенсификация западных ветров будет приносить больше теплых атлантических воздушных масс.

— Каков вывод МГЭИК и, в частности, отечественных ученых относительно антропогенного вклада в изменение климата?

— Исторический опыт показывает, что любое вмешательство в природу не проходит безнаказанно.

В докладе МГЭИК подчеркивается, что наблюдаемое в последние десятилетия потепление является в основном следствием влияния человека и не может быть объяснено одними естественными причинами. Антропогенный фактор, по крайней мере, в пять раз превышает эффект колебаний солнечной активности. Степень достоверности этих выводов, основанных на новейших результатах анализа данных наблюдений, оценивается как очень высокая.

Результаты нашего моделирования также убедительно демонстрируют доминирующую роль антропогенного вклада. Модели климата хорошо воспроизводят наблюдающееся потепление, если учитывают эмиссии парниковых и других газов вследствие деятельности человека, и не воспроизводят потепления, если учитывают только естественные факторы. Иными словами, модельные эксперименты демонстрируют, что без «вклада» человека климат не поменялся бы до сегодняшних величин.



Уточним, что современные модели климата включают также и расчет концентрации CO₂. Такие модели показывают, что естественные колебания концентрации CO₂ в климатической системе на временных масштабах от столетий и меньше не превосходят нескольких процентов. Об этом же говорят и имеющиеся реконструкции. В последние несколько тысяч лет

доиндустриальной эры концентрация CO₂ в атмосфере была стабильной и колебалась от 270 до 285 ppгп (частей на миллион). Сейчас же она составляет около 385 ppт. Расчеты с моделями, а также оценки по данным измерений показывают, что, наоборот, климатическая система стремится скомпенсировать выбросы CO₂, и лишь примерно половина или чуть больше всех выбросов идет на увеличение концентрации CO₂ в атмосфере. Оставшаяся половина растворяется в океане и идет на увеличение массы углерода растений и почв.

— Как, по вашему мнению, будут развиваться климатические прогнозы?

— Климатическая система очень сложна, а человечеству нужен достоверный прогноз. Все разработанные к настоящему времени модели имеют свои недостатки. Международное научное сообщество выбрало из существующих около двух десятков наиболее успешных моделей, путем сравнения которых выдается обобщенный прогноз. Считается, что ошибки различных моделей в этом случае компенсируются.

Моделирование — сложнейшая задача и большой труд. В расчеты закладывается множество параметров, учитывающих процессы переноса, взаимодействия атмосферы и океана. Сейчас в нашем институте делается новая версия модели. Например, существует проблема вблизи полюса, где из-за схождения меридианов измельчаются шаги вдоль долготы, что приводит к неоправданному «шуму» в модельном решении. В новой модели будет применено более высокое пространственное разрешение в моделях атмосферы и океана и более продвинутая параметризация физических процессов. За счет этого увеличится точность моделирования, и по этой модели нового уровня будет сделан новый прогноз.

Почему-то в нашей стране проблемам моделирования уделяется намного меньше внимания, чем на Западе, где значительные финансовые и научные ресурсы выделяются именно на задачи создания численных моделей циркуляции атмосферы и океана. Эти задачи требуют высокопроизводительных многопроцессорных вычислительных комплексов (использующийся для целей прогнозирования климата суперкомпьютер IBM входит в рейтинг TOP-50 стран СНГ). Наши

работы были поддержаны только некоторыми программами РАН и проектами Российского фонда фундаментальных исследований.

В ближайшее время начинается новый этап экспериментов с совместными моделями по программе МГЭИК. На этом этапе будут принимать участие обновленные модели климата Земли с более высоким пространственным разрешением и включением более широкого спектра моделируемых физических процессов. Модели климата постепенно перерастают в модели земной системы в целом, которые уже не только рассчитывают динамику атмосферы и океана, но и включают в себя детальные подмодели химии атмосферы, растительности, почвы, химии и биологии моря и других процессов и явлений, влияющих на климат.

Беседовала И. Прошкина

В 1988 г. была учреждена Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) под эгидой Всемирной метеорологической организации (ВМО) и программы ООН по окружающей среде (UNEP). 6 задачи МГЭИК входят оценки имеющейся научной и социально-экономической информации об изменении климата и его воздействиях и выработка рекомендаций для правительств по принятию мер для смягчения последствий изменения климата. Каждые 6-7 лет МГЭИК публикует оценочные доклады, в которых отражены результаты комплексного исследования климатических изменений, их причин и возможных последствий, а также оценка потенциала по принятию адаптационных мер и снижению антропогенного воздействия на климатическую систему как на глобальном, так и на региональном уровнях.

Первый оценочный доклад МГЭИК подготовила в 1990 г. Представленные в нем выводы подтвердили факт изменений климатической системы Земли, которые с большой вероятностью вызваны деятельностью человека. Первый оценочный доклад лег впоследствии в основу Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Со свой четвертый доклад МГЭИК представила в 2007 г. В нем содержатся последние научные данные по проблеме изменения климата.

Согласно наблюдениям, с 1961 повышение средней температуры Мирового океана проникло до глубины 3 км. Поглощение более 80% дополнительного тепла из атмосферы приводит к термическому расширению воды в океане, которое наряду с таянием ледников и ледяных щитов приводит к повышению среднего уровня моря. В течение XX века подъем среднего уровня моря составил 0,17 м. За период спутниковых наблюдений произошло значительное сокращение ледяного покрова океана в Северном полушарии, в летние месяцы составившее в среднем 7,4% за десятилетие.

По прогнозам, сделанным с помощью современных моделей, среднеглобальная температура к 2100 г. повысится при различных сценариях эмиссии еще на 1,5-5 градусов.

Е.Володин

Источник: Экология и жизнь.-2009.-№6.-
С.60-63.