**Антология климатологии**

   Очень показателен, с точки зрения отражения дискуссий о климате, недавно изданный сборник “Глобальные изменения природной среды” (М.: Научный мир, 2000), подготовленный на географическом факультете МГУ по материалам постоянно действующего семинара “Глобальные изменения природной среды”. Представляется целесообразным познакомить читателей журнала с основными идеями, изложенными в этом сборнике. Думается, это позволит им лучше ориентироваться в потоке сообщений (часто противоречивых) о нынешних и грядущих изменениях климата, более критически относиться ко многим прогнозам, которые доносят до нас средства массовой информации.   
Любое обсуждение изменений климата немыслимо без упоминания о палеоклиматических циклах, отражающих колебания климата в доисторические времена, о чем подробно рассказывает профессор А.В. Кислов. Некоторые ученые связывают эти колебания с циклическими изменениями параметров земной орбиты с периодами 100 и 400 тыс. лет (эксцентриситет), 41 тыс. лет (наклонение оси) и 19–23 тыс. лет (перигелий). Такие изменения вызывают колебания потока солнечного излучения, поступающего на земную поверхность, и соответственные изменения теплового баланса в атмосфере, которые, в свою очередь, влияют на климат.

В статье члена-корреспондента РАН А.С. Монина выделены 12- и 60-летние циклы, обусловленные движением Юпитера и Сатурна вокруг общего с Солнцем центра инерции. Первый цикл увязывает положение планет в Солнечной системе с циклами солнечной активности, в том числе с появлением пятен на Солнце, второй — позволяет расставить некоторые дополнительные климатические вехи в нашей ближайшей истории, разделенные промежутками, кратными 60-летиям.

Нельзя не учитывать и циклы, открытые выдающимся отечественным географом А.В. Шнитниковым и вызываемые сложением приливных сил в гидросфере и литосфере Земли под действием притяжения Луны и Солнца, когда они оказываются на одной прямой. Период таких циклов составляет 1800–1900 лет. Последний раз это явление, именуемое констелляцией, имело место в первой половине XV в., а перед этим — в IV в. до н. э. Рост приливных сил способствует выносу холодных вод из глубин к поверхности океана, что ведет к увеличению площади морских льдов, повышению влажности над материками, появлению гигантских приливных волн. Чем дальше от момента констелляции, тем теплее становится на Земле.

Спекуляции по поводу изменений климата, которые даже учеными трактуются неоднозначно, и призывы к немедленному принятию серьезных экономических и политических решений по этим проблемам многим специалистам представляются, мягко говоря, некорректными. Так, профессор С.П. Горшков пишет: “Необычность нашей эпохи состоит в том, что мировому сообществу предлагается решать глобальные проблемы, в понимании которых многое остается далеко не бесспорным. В 1996 г. Всемирный совет по энергетике предостерег правительства стран мира от принятия решений в соответствии с рекомендациями Межправительственного совета по изменению климата (рекомендации Международной группы экспертов по изменению климата можно найти в Интернете по адресу www.ipcc.ch — А.С.), указав на шаткость аргументов, которые якобы неоспоримо свидетельствуют о главенстве антропогенного фактора в современном глобальном потеплении”.   
Действительно, многое в формировании и изменении климата пока не ясно. Например, считающийся парниковым газом озон, похоже, таковым не является. Наметившаяся убыль озона в атмосфере коррелирует с потеплением последних лет, а не с похолоданием, как можно было бы ожидать от парникового газа (в 1990-х годах содержание озона в атмосфере упало на 8% по сравнению с 1970 г.). В стратосфере озон поглощает большую часть солнечного излучения, содержащуюся в ультрафиолетовой области спектра. На нее приходится около 3% падающего потока, и это поглощение способствует охлаждению земной поверхности. Между тем роль озона как парникового газа гораздо скромнее. Таким образом, истощение озона ведет к дополнительному нагреву поверхности Земли. Концентрация озона в атмосфере максимальна над полюсами холода. Поэтому озон следует считать скорее антипарниковым газом.

Не согласуется с привычной картиной парникового эффекта и значительный вынос тепла из приземного слоя нагретыми частицами аэрозолей (особенно соединений серы). Требуют уточнения оценки поглощения инфракрасного излучения водяным паром, содержание которого в атмосфере также меняется в связи с хозяйственной деятельностью.   
По мнению С.П. Горшкова, решение “тормозить” потепление “беспрецедентно, амбициозно и спорно”, так как не установлен антропогенный вклад в изменение климата (энергия, участвующая в природном формировании климата, в 5000 раз больше энергии, вырабатываемой человечеством).

Но не исключено, что уже в недалеком будущем человек сможет влиять на климат. Тем осмотрительнее международному сообществу следует подходить к принятию масштабных решений. Вот лишь один пример, демонстрирующий, как попытка ослабить парниковый эффект может привести к противоположным результатам. В начале 1990-х годов американский биолог Дж. Мартин выдвинул идею мощного воздействия на климат за счет поглощения СО2 в океане фитопланктоном. Для этого он предложил “удобрять” поверхность океана соединениями железа, стимулирующими рост планктона. Проведенный в 1995 г. эксперимент на площади 65 км2 привел к “взрывному” размножению планктона — истратив 0,5 т сульфата железа, ученые получили 500 т планктона. При этом поток CO2 в атмосферу с этого участка (эксперимент проводился в экваториальной зоне) снизился на 60%.   
Казалось бы, человечество получает возможность заметно снизить поступление CO2 в атмосферу, ослабив тем самым парниковый эффект. Но рост планктона приведет не только к усилению поглощения CO2 в океане, но и к снижению прозрачности воды в поверхностном слое, его дополнительному нагреву и усилению испарения. В результате в атмосфере возрастет количество водяного пара, поглощающего инфракрасное излучение гораздо сильнее CO2, что лишь усилит парниковый эффект. Впрочем, и это усиление не станет окончательным результатом — избыток водяного пара вызовет усиление облачности, что повысит отражение и рассеяние солнечного излучения в атмосфере и повлечет за собой снижение приземной температуры. Так что в итоге эффект будет почти нулевой. Между тем нагрев поверхностного слоя океана и рост испарения неизбежно скажутся на режиме круговорота воды на Земле, что приведет к радикальному изменению климата с последствиями, противоположными задуманным.Кроме того, даже если бы удалось снизить концентрацию СО2, “удобряя” океан, через один вегетационный сезон весь поглощенный СО2 вновь выделился бы при разложении отмершего фитопланктона. Иными словами, содержание CO2 в атмосфере не изменится, а все живое в океане серьезно пострадает, так как вода станет беднее кислородом, он будет потрачен на разложение планктона.

Хотелось бы надеяться, что эта поучительная история с “фитопланктонной революцией” послужит предостережением для лиц, ответственных за принятие решений, и заставит их еще и еще раз “отмерить” прежде, чем “резать” по живому.   
В последнее время активно разрабатывается так называемая адиабатическая модель парникового эффекта, изложенная в статье А.П. Кузнецова и О.Г. Сорохтина. Согласно этой модели, тепло из приземного слоя атмосферы интенсивно выносится из-за конвекции воздушных масс, которая добавляется к учитываемым в обычной модели механизмам охлаждения: излучению, а также испарению и конденсации влаги. Нагретый воздух, поднимаясь в тропосферу, резко там охлаждается — за счет теплового излучения и конденсации водяного пара (выделяющееся при конденсации тепло рассеивается). Конденсат образует облака у верхней границы тропосферы, а охлажденные и обезвоженные воздушные массы опускаются к поверхности, отбирая у нее тепло и влагу и вновь устремляясь ввысь. Таким образом, с учетом конвекции парниковый эффект должен вести не к нагреву, а к охлаждению и иссушению поверхности. Но на самом деле нет и этого, ибо при снижении температуры ослабляется испарение, уменьшаются облачность и отражающая способность земной поверхности, которая за счет этого получает больше солнечной энергии. В результате приземная температура повышается до равновесного уровня. В этой модели парникового эффекта в обычном смысле нет — энергия излучения, поступающего на земную поверхность, и ее температура меняются согласованно (одно изменение компенсируется другим).   
Определяющим при таком подходе оказывается гидрологический режим на поверхности планеты. В сборнике этому посвящена статья руководителя семинара профессора Р.К. Клиге. Ныне более 20% суши преобразовано человеком (выпас скота, сведение лесов, распашка земель, урбанизация), что сказывается на испарении влаги и ее конденсации. Рост потребления воды (прежде всего на искусственное орошение), превысившего 4 тыс. км3 в год, резко ускоряет оборот влаги, отчасти компенсируемое накоплением речных вод в искусственных водоемах. Человек заметно влияет и на обмен подземных вод, выкачивая из недр ежегодно 20 тыс. км3 воды, что ведет к снижению уровня подземных вод. Выбросы аэрозолей и смог в городах и промышленных зонах способствуют появлению дополнительных центров конденсации и выпадению дополнительных осадков. Быстро развивается опреснение морских вод и их потребление (сегодня это более 10 км3 в год), ускоряющее влагооборот между океаном и сушей. Правда, не менее быстрое загрязнение океана (особенно нефтепродуктами) сокращает испарение на 10–50% и замедляет этот водообмен. В целом же благодаря хозяйственной деятельности человека испарение усиливается и дает дополнительно около 1 тыс. км3 осадков в год.Не меньшую роль играет связь между отражательной способностью суши и температурой, которую в сборнике анализируют В.И. Найденов и В.И. Швейкина. Рост температуры усиливает испарение в океане (оно примерно втрое превышает испарение на суше), что увеличивает количество осадков над сушей и площадь, занятую растительностью. Растительность хуже отражает излучение, чем песок и камень, и способствует дальнейшему росту температуры. Но влага не может накапливаться в почве бесконечно. Рано или поздно возрастает речной сток, и процесс развивается в обратном направлении. Когда поверхность суши становится суше, она лучше отражает солнечное излучение, температура поверхности снижается и уменьшается количество осадков. Уменьшившееся количество осадков лучше задерживается на суше, она начинает увлажняться, и процесс повторяется. Согласно этим представлениям, периоды теплого и влажного климата неизбежно сменяются периодами с более холодным и засушливым климатом.

При таком подходе современное потепление объясняется просто усилением поглощения солнечной энергии на поверхности Земли. Что же касается увеличения концентрации углекислого газа в атмосфере, то оно оказывается не причиной, а следствием дополнительного нагрева земной поверхности — при повышении температуры океан хуже поглощает любой газ.

Как видно из нашего далеко не полного обзора, мнения отечественных специалистов весьма разноречивы. Что уж говорить о разноголосице в мировом научном сообществе! Ясно пока одно: еще очень мало известно обо всех этих крупномасштабных природных процессах. Но как хотелось бы, чтобы эта разноголосица мнений ученых все-таки учитывалась теми, кто готов, “за ценой не постояв”, немедленно начать борьбу с изменениями климата.

**Список использованной литературы** :

Журнал "Экология и жизнь". Статья А.Л. Самсонова, Зам. главного редактора журнала “Экология и жизнь”