

Некоторые замечания по проблеме «глобального потепления»

В.Н.Обридко

1. Введение

Этот, казалось бы, чисто научный вопрос приобрел в последнее время особое значение, поскольку используется недобросовестными политиками и представителями околопромышленных кругов в неблагоприятных целях. По существу, фигурируют два утверждения: 1) Утверждается, что в настоящее время имеет место потепление такого масштаба, который не наблюдался никогда на Земле. 2) Это потепление определяется антропогенным фактором, и, если не будут приняты срочные меры к прекращению загрязнения атмосферы, человечество ждет катастрофа.

Проблема вышла далеко за пределы чисто научной и стала предметом большой политики, экономики, чем-то похожим на религиозное течение и в какой-то мере средством борьбы одних стран против других. Иногда мотивы действия сторонников борьбы с глобальным потеплением напоминают заклинания религиозных проповедников. *Человек, говорят они - это самое опасное зло на земле. Именно он разрушает первичную чистую безгрешную природу. Цивилизация неизбежно приведет к концу природы и самого человечества, и только самоограничение всего мира может спасти нас.* Честно говоря, когда мы видим все новые и новые свидетельства человеческого нарушения равновесия в природе, вырубание лесов, загрязнение водоемов и тому подобное, к таким высказываниям начинаешь относиться сочувственно. Но конечно, заклинаниями дело не поможешь, нужна единая научно разработанная и научно обоснованная система сохранения природы, а ситуация с глобальным потеплением – это только часть проблемы, к сожалению, используемая нечистоплотными людьми для достижения своих целей.

В настоящей публикации я хочу рассказать о некоторых сторонах этой проблемы. При подготовке этой публикации я использовал материалы из докладов и статей О.М.Распопова, В.А. Дергачева, М.Г. Огурцова, С.В. Веретененко, Г.П. Машнич. Эти доклады прозвучали на конференции в Пулкове и ГАИШе в середине и конце 2009 года. Некоторые материалы взяты мной из ИНТЕРНЕТа, в частности, из блестящей статьи Андрея Илларионова, президента Института экономического анализа, Москва; старшего научного сотрудника Института Катона в Вашингтоне (http://www.gazeta.ru/science/2009/12/05_a_3294962.shtml). Весьма интересные данные и полезные соображения содержатся в нескольких интервью Советника президента РФ по вопросам климата Александра Бедрицкого (http://www.infox.ru/science/planet/2010/02/05/Rossiia_vyypolnit_Ki.phtml)

2. Основные аргументы сторонников существования глобального потепления

Глобальное потепление является проблемой, которая привлекает большое общественное, законодательное, государственное и международное внимание. За последнее столетие в изменении приземной температуры воздуха Земли прослежен положительный тренд. Наличие этого тренда не оспаривается. По данным Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), 2007 г. в среднем планета стала почти на 0.75°C теплее, чем в 1860 г. Также отмечают, что из 12 последних лет одиннадцать принадлежат к числу двенадцати самых теплых в среднем по Земному шару, начиная с 1850 г. Неопределенность в величине и последствиях глобального потепления вызывают значительное разногласие среди правительств разных стран и среди их граждан, не говоря об учёных.

Позиция МГЭИК (IPCC) и учёных, поддерживающих эту позицию состоит в следующем

- Вызванные деятельностью человека изменения климата – это единственное удовлетворительное на сегодняшний день объяснение наблюдаемых климатических изменений, и ученые исключительно единодушны в этом вопросе.
- Из фундаментальной физики следует, что повышение концентрации парниковых газов ведёт к потеплению: и то, и другое уже наблюдается.
- Имеющиеся сведения о воздействии Солнца на климат в прошлом по результатам изучения эффектов от изменений в излучаемой Солнцем энергии незначительны по сравнению с влиянием парниковых газов. А последние наблюдаемые изменения солнечного излучения никак не объясняют повышения глобальных температур.
- Все наблюдаемые изменения климата хорошо моделируются.

Исходя из этих аргументов, Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) в своем Четвертом докладе (Париж, 2007) утверждает: «Most of the observed increase in globally averaged temperatures since the mid-20th century is *very likely* due to the observed increase anthropogenic greenhouse gas concentrations (*Основная доля увеличения глобальной температуры с середины 20-го столетия наиболее вероятно определяется концентрацией антропогенных парниковых газов*)». При этом МГЭИК считает, что поскольку колебания потока солнечной радиации от максимума до минимума в 11-летнем цикле составляет всего лишь 0,1%, то, исходя из малости этой величины, делается вывод о пренебрежимо малом воздействии Солнца на климат Земли.

Формальным следствием таких выводов МГЭИК и явилось создание Киотского протокола.

3. Киотский протокол

Киотский протокол (<http://www.bellona.ru/Casefiles/kioto>) – дополнительный документ к Рамочной конвенции ООН об изменении климата (1992). Он был подписан в Киото (Япония) в декабре 1997 года 159 государствами. Россия подписала Киотский протокол в марте 1999 года, но тогда не ратифицировала. *Без России Киотский протокол никогда не вступил бы в силу.* 22 октября 2004 года Госдума РФ одобрила проект ФЗ "О ратификации Киотского протокола к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата", 27 октября – Совет Федерации, 5 ноября – Президент РФ. Протокол вступил в силу 16 февраля 2005 года после того, как его ратифицировали страны, суммарная квота которых по выбросам "парниковых" газов превышает 55 % (по состоянию на 1990 г.).

Дальше возникает парадоксальная ситуация. Инициаторы протокола США, после подписания протокола, уклонились от его выполнения и заявили о своем неучастии в протоколе до 2013 года. Кстати, мотивы их действий выглядят довольно убедительно. Они считают, что сохранение климата должно обеспечиваться развитием современных технологий, а не введением ограничений на выбросы углекислого газа, которые предусматривает Киотский протокол. Развивающиеся страны, включая Китай и Индию, не были обременены обязательствами, но могли брать на себя добровольные обязательства и получать под них финансирование.

Согласитесь, путь, который избрали США, кажется наиболее разумным. Но почему же остальные страны должны сокращать производство, зачастую в ущерб собственной экономике.

Протокол определил количественные обязательства стран по ограничению либо сокращению выбросов на период с 1.1. 2008 по 31.12.2012. Цель ограничений — снизить в этот период совокупный средний уровень выбросов 6 типов газов (CO₂, CH₄, гидрофторуглеводороды, перфторуглеводороды, N₂O, SF₆) на 5,2 % по сравнению с уровнем 1990 года.

Основные обязательства взяли на себя индустриальные страны:

Евросоюз должен сократить выбросы на 8 %

Япония и Канада — на 6 %

Страны Восточной Европы и Прибалтики — в среднем на 8 %

Россия и Украина — сохранить среднегодовые выбросы в 2008—2012 годах на уровне 1990 года (то есть в какой-то мере оставить экономику на уровне провального 1990 года - года обвала производства – и сохранить очень низкий уровень по сравнению с другими странами).

Правда, в протоколе есть один очень хитрый параграф о возможности торговать квотами на выброс CO₂ в атмосферу. Страна богатая, технологически развитая может купить квоту на выброс углекислого газа у страны, для которой резко уменьшились выбросы. Предварительные подсчеты вроде бы показывали, что этот параграф принесет России 18 миллиардов долларов. Правда, когда пересчитали с участием специалистов, сумма уменьшилась. Более того, по крайней мере пишущему эти строки неизвестно о поступлении в Россию каких-либо миллиардов по этому протоколу. Кроме того, продажа квот установлена по бросовой цене – 4 доллара за тонну. А если переводить промышленность на новые технологии, то каждая “невыброшенная” тонна углекислого газа обойдется нам 160-600 долларов. И *строгие* экономические санкции за каждую лишнюю тонну выбросов. Таким образом, мы должны фактически сдерживать рост производства.

В феврале 2010 Советник президента по вопросам климата Александр Бедрицкий заявил (http://www.infox.ru/science/planet/2010/02/05/Rossiya_vyypolnit_Ki.phtml), что Россия выполнит свои обязательства по Киотскому протоколу. «В том виде, в котором это представляют: продали квоты — получили деньги, такого не будет. Схема, отработка которой сейчас завершается, предусматривает участие денег, полученных от продажи квот, в инвестиционных проектах, которые дадут реальное сокращение выбросов», — сказал Бедрицкий. Бедрицкий напомнил, что в настоящее время этот механизм отработывается с участием Сбербанка и Минэкономразвития, определяется предварительный пакет таких инвестиционных проектов. Вместе с тем советник президента отметил, что Россия пока не научилась использовать возможности механизмов, заложенных в Киотском протоколе.

Так что будем надеяться, что деньги еще притекут в Россию.

Срок действия Киотского протокола истекает в 2012 году. Новое аналогичное соглашение пока не подписано, и неизвестно, когда это произойдет и произойдет ли вообще. Попытка достичь согласия была предпринята рядом стран в конце 2009 года в Копенгагене, но этот саммит завершился, как считают многие эксперты, настоящим провалом. Итогом копенгагенских переговоров стал документ о намерениях, который назван даже не «соглашением» (*agreement* – *англ.*), а только лишь «согласием» (*accord* – *англ.*). Основные положения «Копенгагенского соглашения» состоят в том, чтобы ограничить к 2016 году рост среднемировой температуры – он должен составить не более 1,5° C по сравнению с доиндустриальным уровнем развития. К 2050 году выбросы парниковых газов должны быть сокращены на 80 процентов. При этом в документе не описываются ни механизмы достижения этих целей, ни обязательства конкретных стран.

Главная интрига в Копенгагене заключалась в том, какую позицию займут страны, которые больше всех выбрасывают в атмосферу парниковых газов – Китай и США. По итогам саммита США подписали «Копенгагенское согласие», а Китай вместе с рядом других развивающихся стран (в том числе и Индией, которая также выбрасывает много парниковых газов) – нет. Камнем преткновения стал вопрос, должны ли развивающиеся страны тормозить развитие своей промышленности, чтобы положительно повлиять на климат, или же вопрос борьбы с глобальным потеплением должен стать прерогативой, в первую очередь, богатых стран с развитой экономикой (см. <http://mysciencestyle.blogspot.com/2010/03/kitayskoe-soglasie-na-vyebros.html>).

Буквально несколько дней назад (8 и 10 марта 2010 года) стало известно, что Индия и Китай все-таки присоединяются к Копенгагенскому документу.

Ну а что же Россия? Формально Россия подписала копенгагенский документ. Другое дело, что Россия продолжает считать начальным уровнем 1990 год. Тогда обещание снизить за 30 лет выбросы парниковых газов на 25 процентов означает, скорее, увеличение выбросов за последние несколько лет. Кроме того, Россия твердо стоит на том, чтобы при заключении документа, призванного заменить Киотский протокол, учитывался потенциал российских лесов. Другие же страны (в первую очередь США) настаивают на том, чтобы за базу принять 2005 год, что очевидно крайне не выгодно России.

4. Глобальное потепление – миф или реальность?

Можно ли считать факт глобального потепления доказанным? На рисунке 1, взятом мной из диссертации М.Г.Огурцова, показаны различные палеореконструкции Северного полушария Земли. Из рисунка видно, что только одна палеореконструкция (Mann et al., 1999), указывает на значительный рост температуры во второй половине XX века, что дает основание приписать его антропогенному влиянию. Это знаменитая «хоккейная клюшка» Манна. Другие реконструкции относят начало потепления ко временам, значительно более ранним, чем наступление техногенной эры.

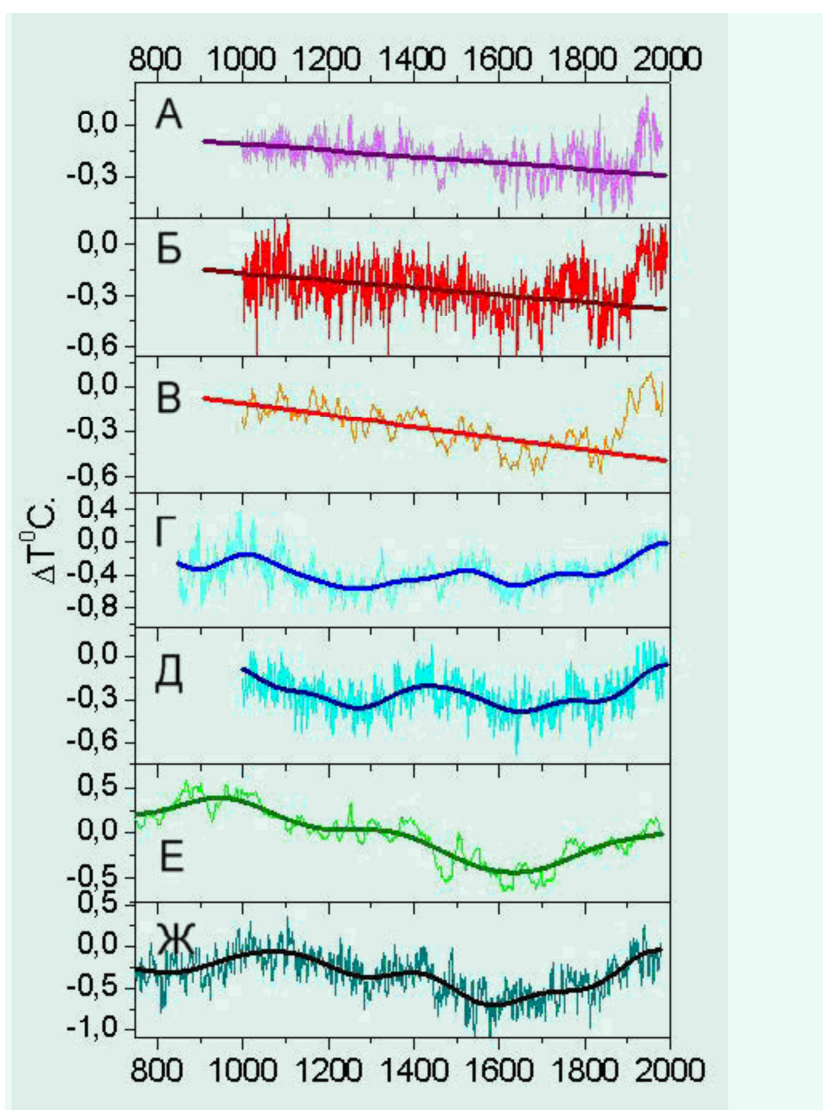


Рис. 1. Палеорекострукции температуры Северного полушария Земли: А – NHM (Mann et al., 1999); Б – NHJ (Jones et al., 1998); В – NHC (Crowley and Lowery, 2000); Г – NHE (Esper et al., 2002); Д – NHV (Briffa, 2000); Е – NHL (Loehle, 2007); Ж – NHMb (Moberg et al., 2005).

Основной вывод работ Манна с соавторами состоял в том, что наблюдаемое потепление в конце 20-го столетия в северном полушарии было беспрецедентным в течение последнего тысячелетия. Из данных этой реконструкции (Рис. 1) также следует, что не было крупномасштабных колебаний температуры длительностью в сотни лет, а линейный тренд с начала тысячелетия показывает неуклонное понижение вплоть до примерно 1900 г. Метод, используемый Манном с соавторами, страдает из-за слишком больших потерь изменчивости температуры, зафиксированной в косвенных данных на больших временных рядах; указывают также, что слишком короткий ряд инструментальных данных (1902-1980 гг.) выбран ими для тренировки статистических моделей. Тем не менее, и в последующих работах Манн с соавторами остаётся фактически на прежних позициях, несмотря на появление новых климатических данных

В отчётах МГЭИК прогнозируется существенный рост содержания углекислого газа и температуры в текущем столетии, в результате чего потепление в конце XXI-го столетия в северном полушарии будет беспрецедентно высоким, что окажет неблагоприятные последствия на человечество, животный и растительный мир. Однако и здесь данные разных моделей сильно расходятся. Одни модели предсказывают рост глобальной температуры к 2100 году на 1-1.5° С, другие – на 6° С. Естественно широчайшая публика и журналисты (а также заинтересованные лица в политике и бизнесе) оперируют цифрами из верхнего предела.

Уже после работ Манна и решений МГЭИК появилось много данных, показывающих, что столь сильного нарастания температуры в последние годы на самом деле нет. На рис. 2 (В.А.Дергачев, О.М.Распопов и Х. Юнгнер, сб. «Год астрономии: Солнечная и солнечно-земная физика» – 2009, СПб, 2009, стр.3-22) показано изменение поверхностной и глобальной температуры за последние годы. Во всяком случае, можно говорить о замедлении ее роста после 80-90 годов прошлого столетия.

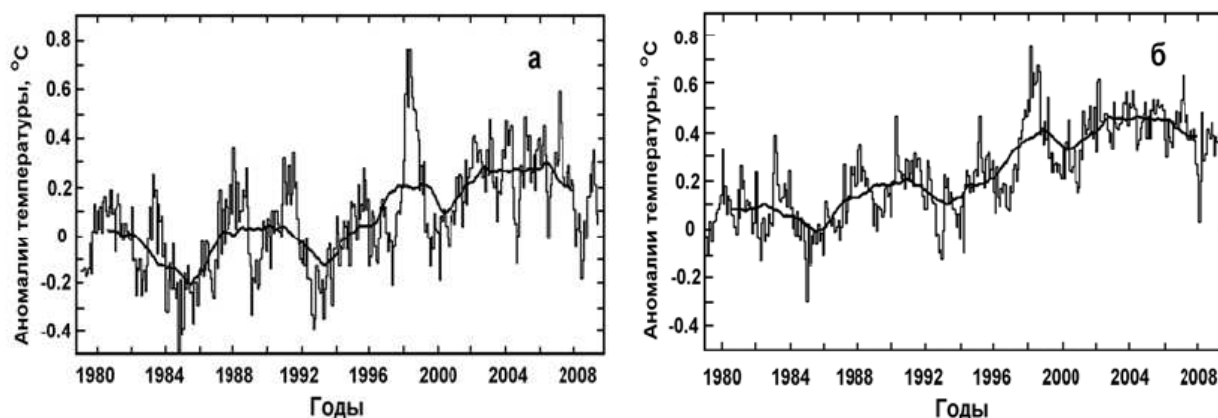


Рис. 2. Изменение среднемесячных значений:
 а) глобальной температуры нижней тропосферы с 1979 г. до настоящего времени;
 б) глобальной температуры воздуха с 1979 г. Плавной линией указаны месячные средние значения.

В упомянутом интервью Александра Бедрицкого этот факт подтвержден: «То, что сейчас динамика роста температуры замедлилась – это известный факт». Официально

подтверждено в документах МГЭИК, что прогноз таяния ледников в Гималаях был сделан с (буквально) арифметическими ошибками и не подтверждается последними данными. МГЭИК официально отказалась от своей позиции и принесла свои извинения. Существуют многочисленные данные, указывающие на то, что потепление идет совсем не такими быстрыми темпами, как это предполагалось ранее. Более того, всем известен недавний скандал со взломом сервера Университета Восточной Англии, на основании которого складывается впечатление, что некоторые данные, легшие в основу тезиса о глобальном потеплении, были подтасованы. В свете этих инцидентов ООН объявила, что проведет независимое расследование деятельности межправительственной группы экспертов по изменению климата (а ее члены, как известно, являются лауреатами Нобелевской премии) с целью восстановления ее авторитета.

5. Является ли это потепление самым большим в истории человечества?

Для ответа на этот вопрос, необходимо обратиться к исследованиям температуры на Земле далеко в прошлом. Надежные прямые измерения глобальной температуры охватывают только относительно короткий период последних 100-150 лет. Поэтому используются как косвенная информация о глобальной температуре на Земле в прошлом, так и более прямые данные на основе скважинных измерений.

В течение последних нескольких лет получены дополнительные ряды климатических косвенных данных. Анализ этих данных, которые включают прирост колец деревьев, слои льда, отложения озер, морей и горных ледников, кораллы, пыльцу растений и др., подтверждает две климатические аномалии в течение последнего тысячелетия, зафиксированные и в исторических хрониках. Одна из них – так называемый малый ледниковый период (около 1300-1900 гг.), другая – средневековая тёплая эпоха (около 800-1200 гг.), имеющие глобальное проявление, когда температура во многих регионах мира, по-видимому, была не ниже, чем в 20-м столетии. Более того, из истории известно, что в Англии возделывался виноград, а Гренландия была действительно зеленой страной. Скважинные данные опираются на измерения геотермических сигналов. Геотермические сигналы прошлого фиксируются в тепловом поле горных пород и могут быть выделены по результатам изучения разрезов буровых скважин. Исследуя современное распределение температур горных пород, вскрытых буровыми скважинами, можно получить информацию об изменении средних температур воздуха на поверхности Земли во времени. Из большой сети буровых скважин глубиной до 1 км, можно получить данные о температуре за последние 500 лет. Из термометрии более глубоких скважин ледяных щитов Гренландии и горных пород Урала можно получить температурные кривые за еще более длинный интервал времени (тысячи или десятки тысяч лет). По данным скважинной термометрии из слоев льда потепление после малого ледникового периода возросло до примерно 1930 г., а между 1940 и 1995 гг. имело место похолодание. А, между прочим, содержание CO₂ в воздухе в то время нарастало. Подчеркнём еще раз, что данные скважинной термометрии дают прямую, а не косвенную меру температуры на поверхности Земли.

Сравнение разнообразных методов указывает на общие закономерности изменения температуры, выполненные на различном материале различных по природе скважин и из косвенных методов, из которых следует, что потепление 20-го столетия никак не является беспрецедентным.

Не могу здесь удержаться от включения двух пространных цитат из статьи Андрея Илларионова в ИНТЕРНЕТе. (http://www.gazeta.ru/science/2009/12/05_a_3294962.shtml).

«Нынешний уровень глобальной температуры в исторической перспективе не является уникальным. Среднегодовая температура планеты Земля в настоящее время оценивается примерно в 14,5 градусов Цельсия. В течение большей части времени из последнего полумиллиарда лет температура воздуха на поверхности Земли заметно

превышала нынешнюю, причем в течение примерно половины этого срока она была примерно на 10-12°C выше нынешней (то есть в пределах 25-27°C). Во время регулярных оледенений плейстоцена холодные периоды, длившиеся по приблизительно 90 тыс. лет, с пиковыми температурами на 10°C ниже нынешней, сменялись короткими (по 4-6 тыс. лет) теплыми межледниковыми периодами с температурами на 2-4°C выше нынешней. Примерно 10 тыс. лет назад началось очередное заметное повышение температуры (примерно на 10°C), благодаря которому растаял колоссальный ледник, занимавший значительную часть территории Евразии. Потепление климата сыграло ключевую роль в овладении человеком секретами земледелия и переходе человечества к цивилизационной стадии своего развития. За последние 10 тыс. лет отмечено по крайней мере 5 теплых периодов – т.н. «климатических оптимумов», в течение каждого из которых на протяжении 150-300 лет температура на планете была на 1-3°C выше нынешней⁷. Направленность климатических изменений критически зависит от выбора временного горизонта. В последние 11 лет (1998-2009 гг.) глобальная температура снизилась примерно на 0,2°C. В предшествующие 20 лет (1978-1998 гг.) она повысилась примерно на 0,4°C. В течение предшествующих 30 лет (1946-1976 гг.) температура снизилась примерно на 0,1°C. В предшествующие два столетия (1740-е – 1940-е гг.) тренд глобальной температуры в целом был нейтральным – с периодическими потеплениями, за которыми следовали похолодания, а за ними – очередные потепления. За последние три столетия (с рубежа 17-18 веков) температура в северном полушарии повысилась примерно на 1,3°C, а т.н. «малый ледниковый период» (МЛП), приходившийся на 1500-1740 гг., сменился современным климатическим оптимумом (СКО), начавшимся в 1980-х годах. В течение трех столетий, предшествующих МЛП, температура в северном полушарии снижалась по сравнению с уровнем, достигнутым ею во время средневекового климатического оптимума (СВКО) в 8-м – 13-м веках. В зависимости от избираемых временных рамок долгосрочный температурный тренд получает разный угол наклона. Для периодов последних 2 тыс. лет, последних 4 тыс. лет, последних 8 тыс. лет он является отрицательным. Для периодов последних 1300 лет, последних 5 тыс. лет, последних 9 тыс. лет. он становится положительным».

И далее с некоторыми сокращениями:

«В прошлом повышения температуры были более значительными, чем в современную эпоху. Сопоставимые данные демонстрируют, что повышение температуры, например, в Центральной Англии в 18 веке (на 0,97°C) было более существенным, чем в 20-м (на 0,90°C). Изменение температуры в Центральной Гренландии показывает, что за последние 50 тыс. лет было не менее дюжины периодов, в течение которых региональная температура повышалась на 10-13°C. С учетом существующих корреляций между изменениями температуры в высоких широтах и изменениями температуры на всей планете консервативная оценка роста глобальной температуры дает 4-6°C в течение каждого периода, что в 5-7 раз больше, чем фактическое (и к тому же, возможно, несколько преувеличенное) повышение температуры в 20-м веке.

Скорость нынешних климатических изменений (скорость современного потепления) по историческим меркам (*также*) не является уникальной. По данным МГЭИК скорость повышения температуры за последние 50 лет составляла 0,13°C за десятилетие. По имеющимся сопоставимым данным, полученным с помощью инструментальных измерений, более высокая скорость повышения температуры за десятилетие в течение полувека наблюдалась, как минимум, трижды: в конце 17 века – начале 18 века, во второй половине 18 века, в конце 19 века – начале 20 века. Скорость потепления за столетие, наблюдавшаяся в 20 веке, уступает как скорости потепления, зафиксированной в 18 веке с помощью инструментальных измерений, так и скорости потепления по меньшей мере в 13 случаях за последние 50 тыс. лет, определенной с помощью методов палеоклиматологии».

6. Только ли антропогенное влияние?

Если же это потепление, действительно, существует, можно ли его объяснять только воздействием антропогенного фактора? Из рисунков 3 и некоторых палеореконструкций, показанных на рисунке 1 видно, что потепление началось задолго до начала эпохи техногенного загрязнения атмосферы. Более того, этот эффект явно носит сильно локальный характер. По данным 12 метеорологических станций в Болгарии температура в течение всего XX века понижалась, при том что содержание CO_2 неуклонно повышалось. Потепление последних лет в Северном полушарии Земли не сопровождалось аналогичным потеплением в Южном полушарии. «Может быть, существует такая вероятность, что другие факторы будут оказывать более сильное влияние на изменение климата. Мы рассматриваем антропогенный фактор, - имеется рост парниковых газов и идет рост температуры. Однако возможно, что другие факторы будут оказывать большее влияние на климат, например цикличность с периодом 1000 лет, 10000 лет, 120 000 лет» (А.Бедрицкий, http://www.infox.ru/science/planet/2010/02/05/Rossiia_vyypolnit_Ki.phtml).

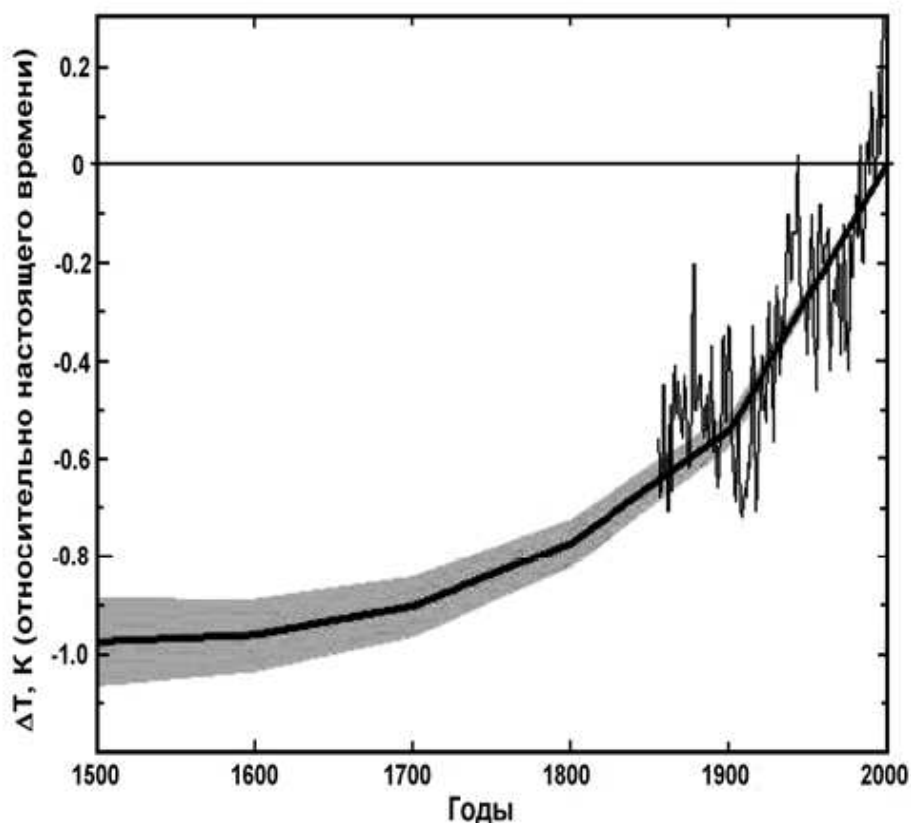


Рис. 3. Сопоставление относительной средней глобальной поверхностной температуры, реконструированной по геотермическим данным (сплошная толстая линия с учётом одной стандартной ошибки), с относительными изменениями глобальной температуры воздуха (5-летние скользящие средние), полученными из инструментальных данных.

6. Солнечная активность как климатообразующий фактор

На протяжении многих лет - с глубокой древности - в поисках причин изменения климата люди обращались к Солнцу. После открытия периодичности солнечной

активности это стало значительно более обоснованным. Тем не менее, специалисты (многие метеорологи и географы) относятся к этой связи скептически. Правда, в 1972 году, после очень высокого всплеска солнечной активности и совпавшей с этим в России сильнейшей жарой с неурожаем, многочисленными лесными пожарами и т.п. некоторые скептики чуть-чуть поколебались, и это даже привело к некоторым административным изменениям в системе Госкомгидромета. Однако затем снова возобладало отрицание роли солнечной активности как климатообразующего фактора.. Утверждению этого отрицательного отношения способствовало также обнаружение того, что солнечная активность практически не меняет интегральный поток солнечного излучения (так называемый *solar irradiance* - *SI*). В самом деле, хотя отчетливая связь *SI* с солнечной активностью и установлена, с точки зрения климатологии Земли она чрезвычайно слаба. Эта вариация от максимума к минимуму составляет не более, чем 0.1%.

Но такой взгляд является крайне упрощенным и ошибочным. К сожалению, первичным и привычным во многих рассуждениях является стандартный энергетический подсчет, согласно которому причина должна быть энергетически выше, чем следствие. Увы, именно такой подход, когда-то привел великого Томсона (лорда Кельвина) к полному отрицанию того, что магнитные бури на Земле вызываются солнечной активностью. Он сопоставил энергию магнитного поля на Солнце в солнечных пятнах(величину которого он не знал, а оценил из ненадежных источников), затем (не зная ни о существовании солнечного ветра, ни о корональных выбросах массы, ни о существовании магнитосферы) просто помножил эту величину на куб отношения размеров пятна к расстоянию до Земли и получил настолько малую величину, что вопрос о возможности воздействия солнечной активности на Землю показался решенным. Сегодня этот курьез вызывает просто улыбку -- как пример добросовестного заблуждения великого ученого.

Наиболее распространенный сегодня механизм воздействия солнечной активности на погоду связывает воедино солнечную активность, вариации галактических космических лучей (ГКЛ) и облачный покров Земли. На первый (опять же энергетический) взгляд тут нет ничего общего. Ведь поток солнечного излучения не зависит от солнечной активности, естественно не зависит от нее и поток галактических космических лучей. Как же здесь возникает связь?

Этот красивый механизм для начала можно пояснить аналогией. Пусть где-то далеко в океане находится корабль. Оператор, находящийся в тысячах километров от корабля посылает сигнал «Открыть кингстоны». Корабль тонет. Обратите внимание, сигнал энергетически очень слаб, и посылается оператором путем энергетически слабого действия. Океан естественно тоже не изменился ни до, ни после этого события. А эффект для корабля огромный. Подобный же эффект возникает при любом включении рубильника или водопроводного крана. По-существу, это своего рода триггерный механизм.

В нашем случае схема этого механизма состоит в следующем. При увеличении солнечной активности повышается напряженность магнитного поля в гелиосфере, плотность солнечного ветра, количество корональных выбросов массы. Все эти факторы, воздействуя на магнитосферу Земли, препятствуют доступу галактических космических лучей (ГКЛ) к Земле. Это приводит к уверенно обнаруженной отрицательной корреляции между потоком ГКЛ и солнечной активностью (см. Рис. 4) Это первое звено цепочки.

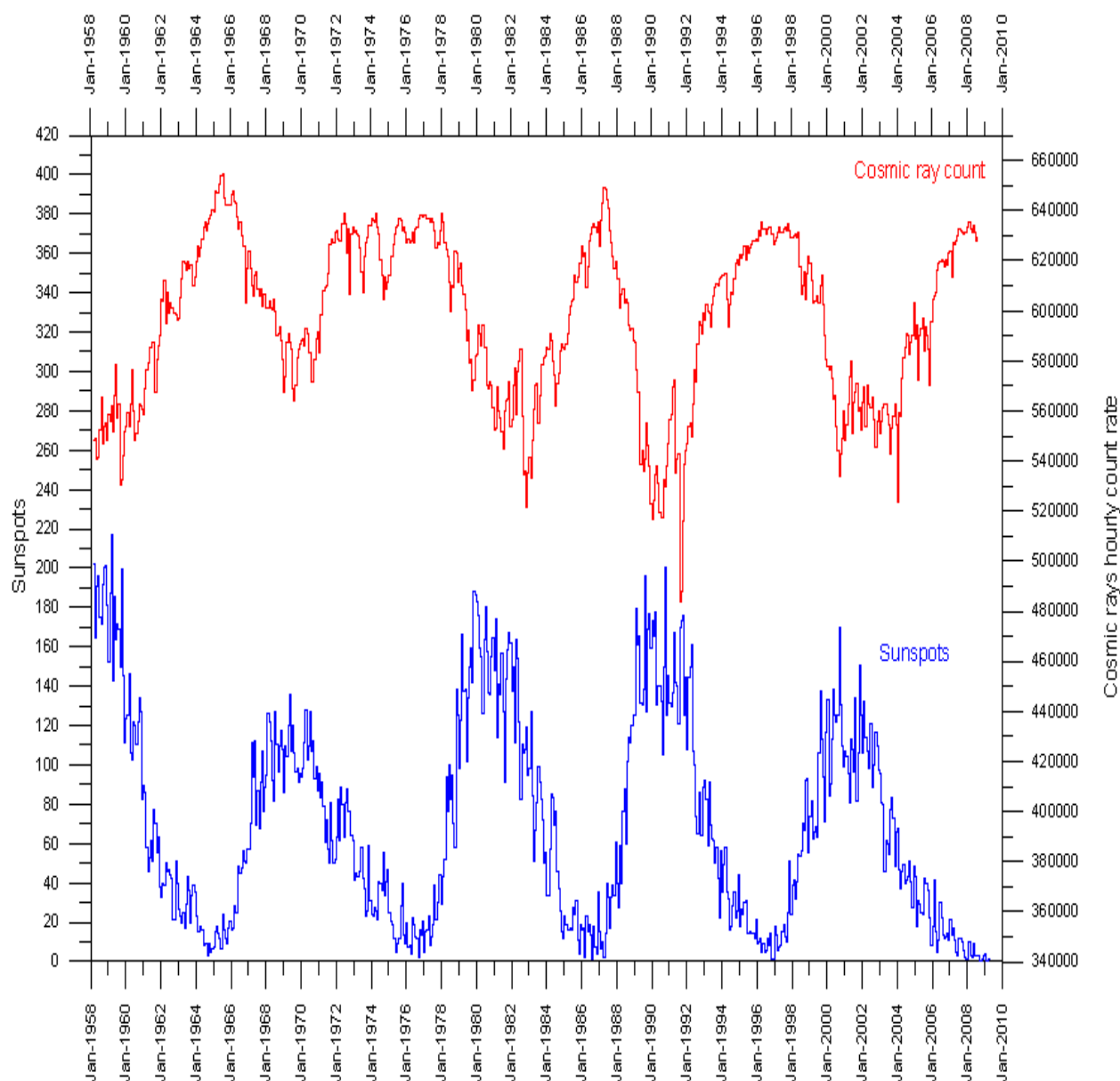


Рис. 4. Вариации интенсивности КЛ и среднемесячной активности солнечных пятен с 1958 г.

Галактические космические лучи обычно ответственны за возникновение ядер конденсации в земной атмосфере, рост их потока приводит к увеличению облачности и влияет на глобальную электрическую цепь в атмосфере. Здесь связь положительная. Это второе звено цепочки.

Увеличение облачности уменьшает температуру Земли и наоборот. Здесь работают два эффекта (сокращение доступа солнечного излучения к Земле и парниковый эффект). Они могут действовать в противоположном направлении, но в целом отрицательная корреляция не вызывает сомнения (см. Рис.5). Это третье звено цепочки.

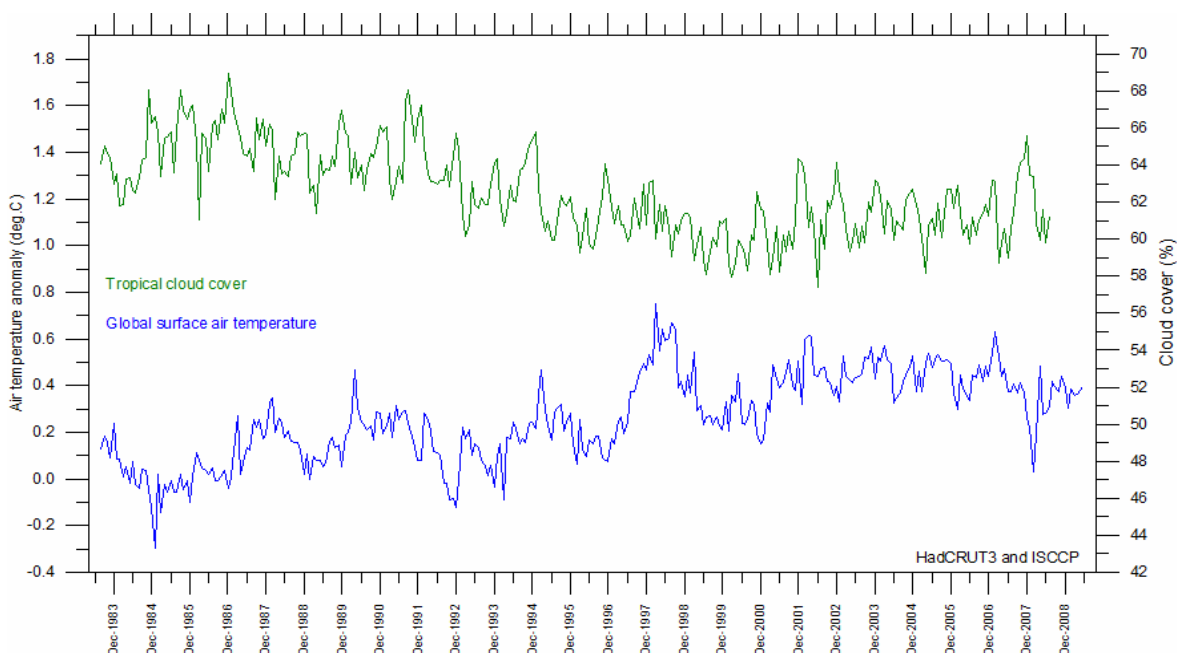


Рис. 5. Тропическое облачное покрытие (15°N-15°S) и глобальная среднемесячная поверхностная температура.

Таким образом, в результате последовательного действия всех трех звеньев этой цепи возникает положительная корреляция характеристик солнечной активности и температуры Земли (см. Рис. 6).

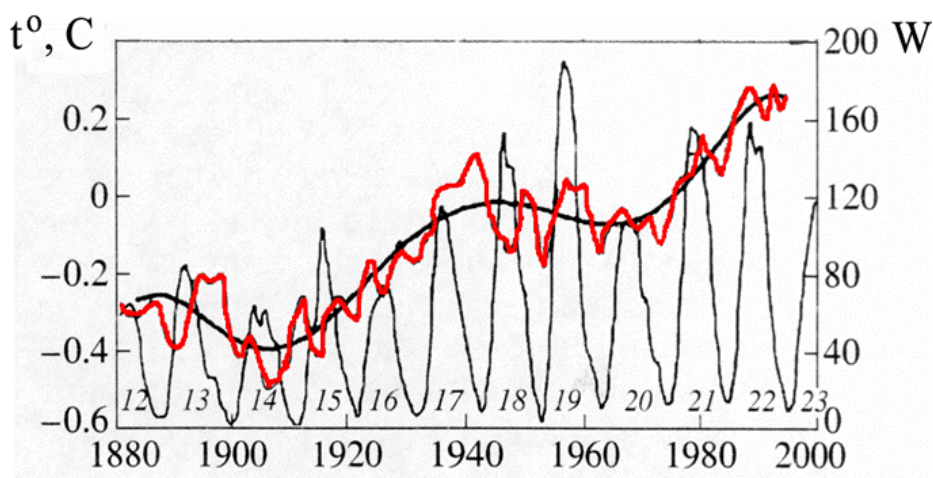


Рис. 6. Ход глобальной температуры приземного воздуха, осредненной по 3 точкам и годовые значения чисел Вольфа

Отдельный (опять-таки энергетический) вопрос состоит в том, хватает ли вариации облачного покрова для существенного изменения инсоляции. Башкирцев и Машнич (ИСЗФ СО РАН) провели следующий простенький, но довольно убедительный, расчет:

- Солнечная светимость $I=1367 \text{ Вт/м}^2$
- Среднее альbedo облаков $A=0,5$
- По наблюдениям со спутников (ISCCP) длительная вариация глобальной облачности составляет $\pm 3\%$. Это значит, что от минимума солнечной активности в 1986 году к максимуму в 2000 году глобальная облачность изменилась на 6%

- С учетом шарообразности Земли поток солнечного излучения, поступающий на 1 м^2 земной поверхности, равен $1367/4=342 \text{ Вт/м}^2$
- Таким образом, поток солнечного излучения, достигающий поверхности Земли, изменился с 1987 г. до 2000 г. на
- $\Delta I = 342 * 0,5 * 0,06 = 10 \text{ Вт/м}^2$.

Заметим теперь, что МГЭИК, рассматривая вариации солнечной постоянной без учета изменений облачности, получает величину $0,12 \text{ Вт/м}^2$ и заявляет, что нет оснований рассматривать влияния солнечной активности и связанные с ней изменения потока солнечной радиации как причину изменения климата. При этом по оценкам МГЭИК радиационный эффект воздействия всех парниковых газов на климатическую систему Земли оценивается в $2,6 \text{ Вт/м}^2$. Таким образом расчет Башкирцева и Машнич в 4 раза превышает предполагаемый эффект парниковых газов и вполне может обеспечить наблюдаемые изменения климата.

В этой красивой цепочке одно звено (а именно второе) пока остается слабым. Из наблюдений следует, что облачное покрытие может быть подвержено влиянию космических лучей. Для понимания природы этого физического механизма необходимо экспериментально изучить фундаментальные микрофизические взаимодействия между КЛ и облаками. Для этих целей в ЦЕРНе создана экспериментальная установка CLOUD (Cosmics Leaving Outdoor Droplets) при контролируемых условиях в лаборатории. Этот эксперимент подготовлен для измерения фундаментальных физических и химических процессов, имеющих место при взаимодействии КЛ на облачность и для оценки климатической важности этого механизма. Установка включает 4м аэрозольную камеру и 0.5м облачную камеру, которые подвергается воздействию пучка частиц ЦЕРН ускорителя. Камеры могут наполняться различными газами и работать при любой выбранной температуре и давлении, дублируя атмосферные условия. Сейчас проводится пилотный проект на 3м аэрозольной камере при комнатной температуре и давлении в одну атмосферу. Старт полноценного эксперимента в 2011 году.

Конечно, ситуация не так проста и изложена намеренно упрощенно. В частности, вариация солнечной активности приводит к увеличению потоков коротковолнового излучения Солнца и солнечных космических лучей. И здесь уже поток может измениться не на 0.1%, а на порядки. Этот механизм тоже рассматривается и он может привести к кратковременным вариациям погоды на Земле с характерными временами порядка дней. Здесь ситуация еще менее ясная. Тем не менее определенно установлено, что солнечная активность может влиять на погоду и климат и, по-видимому, действительно влияет.

Еще одна трудность состоит в том, что влияние солнечной активности сильно зависит от локальных свойств местности, где проводится исследование, от геомагнитного поля в данной точке, от поверхности, близости или удаленности от океана, характерной для данного места атмосферной циркуляции умеренных и высоких широт. При этом может даже изменяться знак корреляции как от точки к точке, так и во времени. С.В. Веретененко (ФТИ им. Иоффе) исследовала эффекты потоков ГКЛ в вариациях атмосферного давления (геопотенциальной высоты изобарического уровня 700 гПа) с использованием архивов реанализа за 1948-2006 гг. Оказалось, что распределение коэффициентов корреляции между потоками ГКЛ и атмосферным давлением определяется положением основных климатологических фронтов в тропосфере. Обнаружены долгопериодные изменения знака корреляции зонального давления в умеренных и высоких широтах и интенсивности потока ГКЛ. Она предположила, что наблюдаемые изменения знака эффектов ГКЛ связаны с долгопериодными изменениями электрических характеристик атмосферы в области формирования стратосферных циркумполярных вихрей северного и южного полушарий.

6. Заключение

Таким образом на поставленные в начале статьи вопросы можно было бы ответить следующее:

- Глобальное потепление, по-видимому, реально, но скорее всего сильно завышено. Завышены и прогнозы потенциальных последствий этого потепления.

- Потепление определяется не только антропогенными факторами, но и многочисленными другими - не связанными с человеческой деятельностью - причинами. Каков вес тех или иных факторов, еще предстоит выяснить.

- Вклад увеличения солнечной активности, по крайней мере, сравним с антропогенным фактором. С учетом наметившегося в самые последние годы снижения солнечной активности это может объяснить замедление потепления, отмеченное многими исследователями.

Конечно, в будущем потепление, даже если оно и будет не таким масштабным, как это предсказывает МГЭИК, может привести к некоторым трудностям в жизни нашей цивилизации. Здесь я могу только процитировать очень верное заключение Андрея Илларионова «Наиболее эффективной стратегией реагирования человечества на разные типы климатических изменений является его адаптация (приспособление) к меняющимся внешним условиям. Таким образом люди реагировали на более масштабные климатические изменения в предшествующие эпохи, будучи к ним менее подготовленными. В настоящее время человечество обладает большими, чем ранее, ресурсами для своей адаптации к флуктуациям климата, оно лучше подготовлено к такого рода изменениям как научно, так технически и психологически. Издержки адаптации к изменениям климата для человечества несопоставимо меньше, чем при реализации навязываемой ему идеологии и практики климатического алармизма».

На этом можно было бы и кончить, но хочется сказать несколько общих слов. Эта публикация должна появиться в бюллетене «В защиту науки». Основной пафос этого бюллетеня посвящен очень важной проблеме борьбы с лженаукой. Но я хочу здесь сказать о другой опасности, грозящей науке, причем не только российской. Ученый становится продавцом собственного результата и, как на всяком рынке, в торговле спрос определяет предложение. Рассказывают (возможно, это легенда), что И.С. Шкловский заявил, что не будет больше заниматься физикой Солнца, потому, что она стала отраслью промышленности. Что происходит с некоторыми крупными нерешенными проблемами? Глобальное потепление стало заложницей игры политиков и бизнесменов. Нет сомнения, что некоторые результаты были если не подтасованы, то изложены тенденциозно в угоду заказчику. Таким образом, критерием для ученого становится не истина, а продаваемость результата. Иногда, читая ту или иную публикацию, понимаешь, какая именно сила оплатила этот результат. Очевидно, что ответ на вопрос - будет или не будет глобальное потепление - отнюдь не безразличен корпорациям энергетического направления, военно-промышленному комплексу, производителям экологически чистых источников энергии. И, как уже говорилось, Киотский протокол вполне может быть использован как средство политического давления одних стран на другие.

Не хотелось бы обижать своих друзей и коллег, но пиаровский шум вокруг ряда проблем (озонные дыры, изменение и перемещение магнитного поля Земли, грандиозные вспышки на Солнце, астероидная опасность, нанотехнология, клонирование, пищевые добавки, генно-модифицированные продукты, птичий и свиной грипп, и даже польза и вред курения и употребления спиртных напитков) определяется существованием огромных общественных, экономических и политических организаций, заинтересованных в том, чтобы с помощью ученых урвать себе кусок экономического пирога побольше. Ну, а ученому за сотрудничество можно тоже дать кусочек...