



УДК 523. 62

## Глобальное потепление и вопросы научной методологии

С. А. Язев ([uustar@star.isu.ru](mailto:uustar@star.isu.ru))

К. Г. Леви ([levi@crust.irk.ru](mailto:levi@crust.irk.ru))

Н. В. Задонина ([nzadonina@yandex.ru](mailto:nzadonina@yandex.ru))

**Аннотация.** Работа посвящена анализу возможных причин феномена глобального потепления. Приведены доводы в пользу того, что эффект потепления на Земле в течение XX в. не связан с антропогенным фактором. Показана роль необходимости последовательного использования научной методологии в научных исследованиях.

**Ключевые слова:** потепление, климат, солнечная активность, космогенные факторы, научная методология.

### Введение

Вопрос о причинах глобального потепления в последние годы стал одним из наиболее обсуждаемых в числе актуальных естественнонаучных проблем. Несмотря на существенную неравномерность распределения по поверхности земли метеорологических станций и явную недостаточность имеющихся прямых измерений на разных уровнях атмосферы, становится очевидным, что в течение минувшего столетия средняя температура Земли увеличилась на  $0,74 \pm 0,18$  °C [5]. Основная парадигма, принятая в настоящее время большинством экспертов и широко распространенная в общественном сознании, сводится к тому, что этот феномен, получивший название «глобальное потепление» (ГП), обусловлен преимущественно (на доверительном уровне более 90 %) антропогенными выбросами парниковых газов. Этот вывод сделан в результате работы более 2000 ведущих исследователей в составе Межгосударственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), созданной по инициативе ООН [21].

Тем не менее, несмотря на очевидную авторитетность авторов указанного вывода, возникают серьезные сомнения в степени его обоснованности. В настоящей работе рассмотрен ряд аргументов, позволяющих усомниться в методологической выверенности антропогенной концепции ГП.

### Реально ли глобальное потепление?

Определение средней температуры Земли сопряжено с большим набором трудностей и существенно зависит от применяемой методики ус-

реднения данных. Расчет временных трендов температуры, кроме того, отягощен неопределенностями, связанными с тем, что в течение века существенно изменялось количество измерительных станций. Так, в начале XX в. сеть наземных метеостанций охватывала менее 50 % суши, спустя 100 лет – не более 90 % суши [16]. Таким образом, мы располагаем систематическими данными, относящимися всего лишь к четверти площади земной поверхности. Можно заметить, что корректное усреднение данных, получаемых неравномерно расположенными и меняющимися по количеству станциями, представляет собой непростую задачу.

Еще более отрывочны сведения о температуре атмосферы, полученные с помощью метеозондов на разных высотах. Сопоставление данных, полученных с помощью разных методов, приводит к существенно различным выводам о временном ходе температуры на Земле. Так, например, в работе М. Г. Огурцова [16] приведены результаты определения роста глобальной температуры Земли за 1975–2007 гг: +0,50 °С по данным сети наземных измерений; +0,38 °С по данным спутниковых измерений для нижней тропосферы, группа RSS; +0,14 °С, по данным спутниковых измерений для нижней тропосферы, группа UAH; +0,34 °С, баллонные измерения в тропосфере на уровне 300–850 гПа. Указанные величины потепления определены на основе анализа линейного тренда. Амплитуда годичных вариаций температуры, естественно, оказывается, достаточно велика (0,3–0,7 °С). Существенный вклад в общий тренд по спутниковым данным внес положительный всплеск 1998 г. с амплитудой около 0,7 °С относительно среднего уровня за рассматриваемый период. Последующие после 1998 г. максимальные значения температуры оказываются снова ниже (не больше + 0,2 °С относительно среднего уровня), соответственно, нет уверенности, что примененный метод усреднения с помощью линейной аппроксимации можно считать адекватным. Тем не менее, даже с учетом указанных замечаний, по-видимому, в самом факте некоторого роста температуры сомневаться уже не приходится (рис. 1).

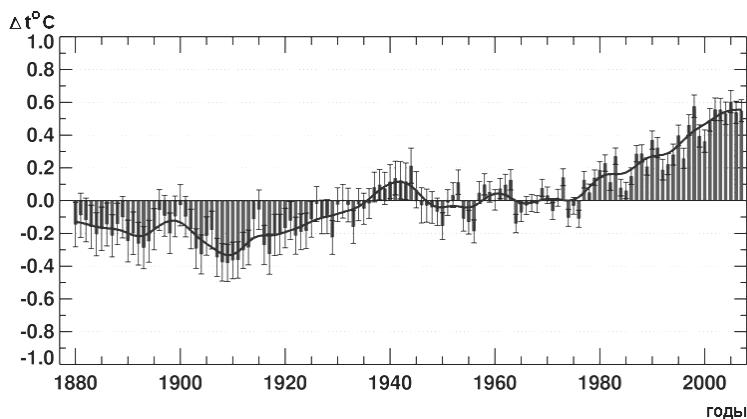


Рис. 1. Временные изменения амплитуды вариаций температуры над сушей и океаном по отношению к среднему значению за 1901–2000 гг. по данным NOAA (США)

Вопрос о том, вправе ли мы считать наблюдаемый климатический эпизод потепления глобальным, остается актуальным. В работе [12] мы уже предлагали называть глобальными изменениями только те, которые характеризуются изменениями в масштабе всей планеты, а сами эти изменения приводят к значительным преобразованиям во всех геосферах одновременно. Понятно, что в таком определении заложен определенный произвол, поскольку нужны численные оценки амплитуды вариации параметров геосфер, чтобы указать, относится ли к разряду глобальных то или иное изменение или событие. Следует ли, например, считать глобальным потеплением увеличение средней температуры Земли на 0,2–0,3 °С за полвека? С нашей точки зрения, на сегодняшний день нет смысла вводить строгие определения глобальных изменений. Главное то, что в результате изменения, которое мы предлагаем называть глобальным, должно измениться среднее состояние всех геосфер, а неизбежные короткопериодические вариации при этом происходят как флуктуации вблизи нового «среднего состояния». В рамках такого подхода называть наблюдаемое явление глобальным представляется, по меньшей мере, преждевременным, тем более что есть уже указания на то, что температурный максимум 1998 г. позади, и в настоящее время возможен переход к фазе похолодания (об этом далее). В таком случае то, что мы называем глобальным потеплением, в будущем будет рассматриваться как локальный эпизод в ряду непрерывных вариаций температуры планеты.

### **Какова причина потепления?**

По-видимому, могут быть указаны следующие основные типы возможных причин потепления:

- Антропогенные изменения в атмосфере и на поверхности Земли.
- Внешние (космогенные) изменения в среде, окружающей Землю.
- Проявления собственных колебаний в климатической системе Земли.
- Совместное действие трех вышеуказанных причин.

Проведем анализ указанных причин.

1. **Антропогенный фактор.** Основной смысл аргументации, приводимой в пользу преобладающей роли антропогенного фактора, сводится к следующему. На основании анализа косвенных данных утверждается, что двадцатый век был самым теплым периодом за последние 500 лет (с вероятностью более 90 %), и даже, возможно, за последние 1300 лет (с вероятностью более 66 %) [21]. С другой стороны, известно, что в течение XX в. многократно усилились промышленные выбросы так называемых парниковых газов (прежде всего углекислого газа) в атмосферу. Концентрация углекислого газа в атмосфере увеличилась с 280 ppm (число частиц на 1 млн) в доиндустриальную эпоху до 379 ppm в 2005 г. Годовой темп роста концентрации углекислого газа за 1995–2005 гг. составил 1,9 ppm/год, что заметно выше, чем за весь период прямых измерений (1,4 ppm/год,

1960–2005 гг.) [3]. По разным оценкам, сжигание топлива приводит к ежегодному поступлению в атмосферу 5–7 млрд т углекислого газа [18].

Свой вклад вносит и метан, количество которого в атмосфере возрастает в связи с развитием ряда сельскохозяйственных технологий. В рамках рассматриваемой концепции, именно промышленные выбросы стали причиной усиления парникового эффекта, который привел к развитию беспрецедентного потепления на планете, наблюдаемого в течение XX в.

Рассмотренная концепция является в настоящее время парадигмой. Как сообщает журнал Newsweek [24], 82 % из опрошенных 3146 экспертов по всему миру считают, что именно человеческая деятельность привела к росту средней температуры на планете. Эта теория поддержана СМИ во всем мире и стала постоянным элементом общественного сознания. На базе этих представлений принимаются далеко идущие политические и экономические решения. Так, например, во многих европейских странах разворачивается государственная поддержка технологий, уменьшающих объемы выбросов углекислого газа в атмосферу. Заключен Киотский протокол, накладывающий на подписавшие его страны ограничения на объем выбросов парниковых газов. Стоимость соответствующих совокупных усилий человечества оценивается во многие миллиарды евро. Более того, всерьез рассматриваются варианты запуска в космос множества «экранов», способных загородить часть потока солнечной энергии и тем самым остановить потепление [11].

Не отрицая того факта, что промышленные выбросы, несомненно, негативно сказываются на экосистеме Земли, рассмотрим антропогенную концепцию с точки зрения научной методологии.

В качестве примера рассмотрим так называемый малый климатический оптимум температуры в XII–XIII вв. [8]. Судя по историческим свидетельствам, в этот период в Великобритании и Прибалтике климат был существенно теплее, чем сегодня, здесь культивировался виноград [4]. Арктические моря были свободны ото льда, в результате в начале XI в. викинги достигли о. Нью-Фаундленд [15]. В 875 г. был открыт остров, который, благодаря буйной растительности, был назван «зеленой землей» – Гренландией, здесь были созданы жизнеспособные поселения. Сегодня же остров покрыт льдом. Подобных примеров можно привести много.

Итак, мы имеем, по крайней мере, два случая периодов относительно высокой температуры на Земле (на самом деле их больше, – например, 4–6 тысяч лет назад, [13]). Антропогенная концепция предлагает для объяснения одного из случаев (XX в.) техногенные выбросы парниковых газов. В то же время эта концепция по очевидным причинам не может объяснить второй случай (XII–XIII вв.). Методологически неверно объяснять сегодняшнюю ситуацию с помощью гипотезы, выдвинутой *ad hoc* (для данного случая), закрывая глаза на аналогичные примеры, когда эта же версия оказывается заведомо неприменимой [13].

История науки не знает примеров, когда гипотеза *ad hoc* оказалась бы верной. Авторы антропогенной парадигмы закрывают глаза на другие

случаи, хотя до тех пор, пока не объяснено потепление 1000–800 лет назад и не показаны сходство либо различия с нынешней ситуацией, предлагаемое объяснение не может быть признано удовлетворительным.

Тот факт, что температура и концентрация углекислого газа в атмосфере периодически и существенно изменялись вне всякой связи с деятельностью человека, подтверждается исследованиями кернов льда, взятых в Антарктиде с трехкилометровой глубины. Пробы льда содержали пузырьки атмосферного воздуха тех времен, когда выпадал снег. Анализ охватывает период в 420 тыс. лет. Выяснилось, что циклические повышения концентрации углекислого газа и температуры происходили на протяжении всего указанного периода. Температура оценивалась по концентрации изотопа углерода  $14\text{ }^{\circ}\text{C}$  [9] (рис. 2).

Как видно из рис. 2, температурные изменения, которые объясняются циклическими изменениями угла прецессии Земли, а также прецессией земной орбиты (две основные гармоники – 41 и 23 тыс. лет – циклы Миланковича [18]), всегда предшествовали на 200–800 лет значительным изменениям концентрации углекислого газа [1]. Обратная ситуация не наблюдалась ни разу. Это означает, что именно вариации концентрации углекислого газа являются следствиями вариаций температуры, а не наоборот, по крайней мере, на временной шкале в сотни и тысячи лет.

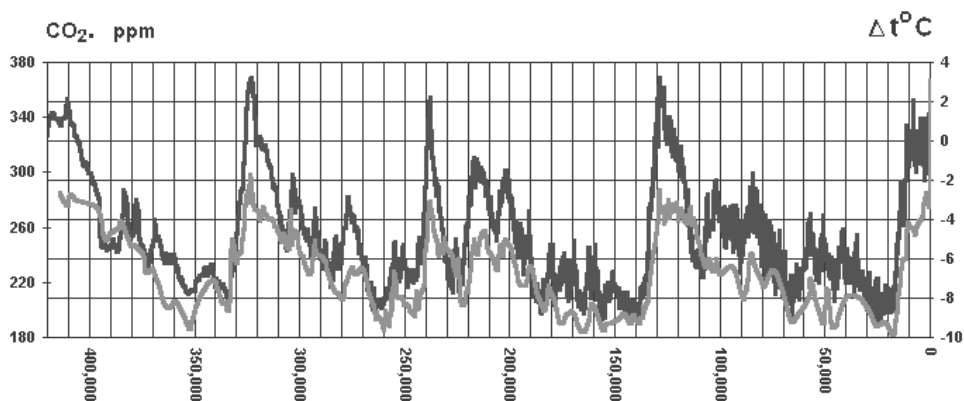


Рис. 2. Изменения температуры на Земле (верхняя кривая) и концентрации углекислого газа в атмосфере (нижняя кривая). Время в годах. Рисунок с сайта [http://www.daviesand.com/Choices/Precautionary\\_Planning/New\\_Data](http://www.daviesand.com/Choices/Precautionary_Planning/New_Data)

Механизм такого влияния также хорошо известен [18]. Парциальное давление углекислого газа регулируется температурой океана. В Мировом океане растворено в 60–90 раз больше углекислого газа, чем содержится в атмосфере. Даже незначительные изменения температуры океанических вод приводят к существенным вариациям концентрации углекислого газа в воздухе: океан, нагреваясь, «сбрасывает» газ в атмосферу. При охлаждении воды растворимость газа повышается и часть атмосферного углекислого газа растворяется в воде [2].

Модифицированная теория, разработанная О. Г. Сорохтиным, кроме того, показывает, что обычно используемая классическая модель парникового эффекта неверна. В частности, при классическом подходе не учитывается конвективный подъем нагретых элементов газа от земной поверхности, который приводит к эффективной передаче тепла в верхние слои атмосферы. Одним из следствий модифицированной (адиабатической) теории парникового эффекта является неожиданный вывод о том, что увеличение концентрации углекислого газа в атмосфере приводит не к росту температуры, но к ее понижению. Причина этого обстоятельства заключается в том, что вес моля углекислого газа в 1,5 раза выше, чем у азотно-кислородной смеси (атмосферного воздуха), а теплоемкость – в 1,2 раза ниже. В результате, снижение суммарной теплоемкости воздуха за счет роста концентрации углекислого газа приводит, с одной стороны, к понижению температуры, а с другой стороны – к некоторому росту атмосферного давления, которое, напротив, приводит к повышению температуры. Эти два фактора практически нейтрализуют друг друга [18]. Таким образом, по мнению автора концепции, «общепринятые представления о потеплении климата при накоплении в атмосфере антропогенного  $\text{CO}_2$  и других “парниковых газов” являются мифом, реально же накопление  $\text{CO}_2$  в атмосфере практически не влияет на температурный режим климата» [17]. Все это означает, с точки зрения О. Г. Сорохтина, что объяснить потепление на Земле в рамках классической теории антропогенного выброса парниковых газов невозможно. Рост температуры должен объясняться иными причинами. Наблюдаемое же увеличение концентрации углекислого газа лишь частично связано с антропогенным фактором, значительная часть эффекта обусловлена обменными процессами между океаном и атмосферой.

Учет либо неучет эффектов, описанных в теории О. Г. Сорохтина, должен приводить (и приводит) две различные теории к существенно отличающимся выводам. Теория О. Г. Сорохтина проверена на примерах высотного распределения температуры в атмосферах Земли и Венеры и дает хорошее согласие с экспериментальными данными (подробнее см. в работах [17, 18]), что может рассматриваться как свидетельство ее адекватности.

Авторы антропогенной теории потепления, как принято в научном сообществе, должны отреагировать на альтернативный взгляд, подкрепленный доказательствами. Следует либо доказать его неправоту, либо учитывать для модернизации собственных концепций. В данном случае научная методология грубо нарушается: хорошо известная (неоднократно опубликованная в ведущих изданиях) модель Сорохтина игнорируется, хотя никому не удалось доказать ее неправоту. Это приводит к подозрениям, что авторы антропогенной модели потепления не совсем честны: они продолжают настаивать на своей правоте, как если бы альтернативных взглядов просто не существовало.

История науки показывает, что подобная ситуация может быть только в том случае, если у исследователей возникают иные мотивации поми-

мо поиска научной истины. С нашей точки зрения, игнорировать альтернативные модели нельзя: слишком велика цена вопроса. Если на базе существующей парадигмы уже приняты политические и технические решения стоимостью во многие миллиарды евро, необходима абсолютная уверенность в правильности базовой концепции. Как показано выше, здесь есть серьезные основания для сомнений.

**2. Космогенные причины потепления.** В наших предыдущих работах [19, 12] мы называли и кратко характеризовали основные внешние причины, способные изменять температурный режим Земли. К числу этих причин могут быть отнесены изменения параметров орбиты Земли, эффекты, связанные с движением Солнечной системы по (возможно, эллиптической) орбите вокруг центра Галактики, включая периодическое удаление от плоскости, перпендикулярной оси вращения Галактики, вход в газопылевые облака и даже возможное влияние сгущений «темной материи». Должно существовать влияние на параметры экосистемы Земли таких факторов, как взрывы (по крайней мере, близких) сверхновых звезд (рис. 3), облучение мощными потоками гамма-лучей вследствие космических взрывов разной природы, мощные импактные события и т. д. Однако основным претендентом на влияние на Землю является, безусловно, Солнце.

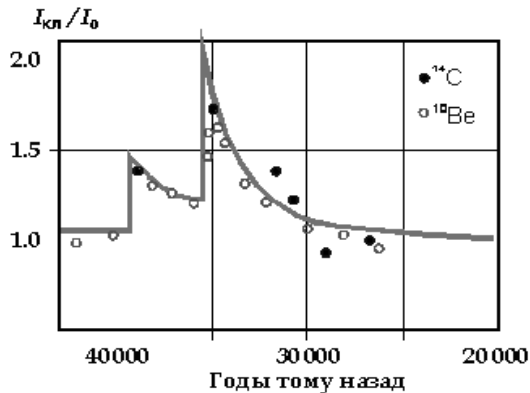


Рис. 3. Космогенный след взрыва близкой сверхновой звезды в концентрациях атмосферных  $^{14}\text{C}$  и  $^{10}\text{Be}$ .  $I_{кп}/I_0$  – относительная интенсивность космических лучей по отношению к уровню, характерному для невозмущенного периода [10]

В рамках одной из гипотез, связывающей колебания температуры на Земле с внешними факторами, предполагается, что со временем происходят вариации режима энерговыделения Солнца. В результате общий поток лучистой энергии в виде электромагнитного излучения во всем диапазоне спектра, в совокупности с потоком солнечного ветра (потоком частиц, преимущественно содержащим протоны и ядра атомов гелия), изменяется. Поскольку практически вся тепловая энергия Земли приходит от Солнца (за исключением вклада тепла, поступающего из недр планеты), можно

предположить, что изменения температуры на Земле связаны с изменением общего потока солнечного излучения.

Такой версии придерживается, например, Х. Абдусаматов [1], утверждающий, что периодически и незначительно, но все-таки изменяется радиус Солнца, что влечет за собой изменение общей площади его поверхности и соответствующее изменение общей светимости (суммарного потока излучения). Предположительно это может быть связано с вариациями физических параметров в ядре Солнца. Одним из доводов, приводимых автором концепции, является обнаруженное на Марсе повышение температуры за последние 30 лет на  $0,65\text{ }^{\circ}\text{C}$ , практически синхронное с земным. Абдусаматов считает, что это факт, свидетельствующий против идеи антропогенного потепления (на Марсе происходит то же, что и на Земле, но очевидно, что техногенные выбросы газов в этом случае точно ни при чем).

Следуя принципам методологии научного метода, следует отметить, что изложенная версия также уязвима для критики. Л. Фентон выдвинул гипотезу, что причиной потепления мог стать своеобразный «антипарниковый эффект» – дополнительное поглощение солнечного тепла пылью, поднятой в атмосферу Марса во время глобальных пылевых бурь [6]. В результате дополнительное поглощение солнечного тепла пылью, поднятой в атмосферу Марса во время глобальных пылевых бурь, важнее перераспределения светлой пыли на темной поверхности. В последние годы изменились глобальные и локальные характеристики альбедо Марса. Если это так, то изменения глобальной температуры красной планеты могут быть объяснены без привлечения идеи об изменениях потока солнечного излучения. Абдусаматов не упоминает, не анализирует и не опровергает гипотезу Фентона [1], что, по-видимому, также является нарушением методологии научного подхода, – в частности, принципа честности [20].

Кроме того, гипотетические изменения радиуса Солнца пока находятся за пределами возможностей экспериментального обнаружения и только планируются в рамках будущего российско-украинского эксперимента «Астрометрия». Неподтвержденной остается и идея о колебаниях температуры в ядре Солнца. В связи с этим гипотеза Абдусаматова остается пока не фальсифицированной, проверка ее наблюдаемых следствий еще не осуществлена, а приводимые доказательства представляются недостаточно убедительными, хотя не исключено, что данная версия верна.

На протяжении последних тридцати лет ведутся прямые измерения потока поступающей от Солнца электромагнитной энергии с помощью аппаратуры на спутниках. Выяснилось, что так называемая солнечная постоянная (количество энергии, падающей за единицу времени на единичную площадку, перпендикулярную солнечным лучам и расположенную на орбите Земли за пределами атмосферы) – в первом приближении, действительно, постоянная величина. Более детальное рассмотрение показывает, что солнечная постоянная незначительно (примерно на  $0,2\text{ }\%$ ) меняется коррелированно с ходом 11-летнего цикла солнечной активности. Кроме того, в течение цикла эта величина претерпевает кратковременные изме-



нения с амплитудой до  $\pm 0,5\%$ , что связано с появлением и исчезновением на Солнце активных областей (групп темных пятен и окружающих их ярких факельных полей).

Попытки установить связь между колебаниями солнечной постоянной и средней температурой на Земле проводились неоднократно многими авторами (например, [25]). Периодичность и малая амплитуда изменений солнечной постоянной, в отличие от поступательного роста глобальной температуры нашей планеты, рассматривается сторонниками антропогенной гипотезы как довод в пользу отсутствия связи между активностью Солнца и процессом потепления на Земле [22].

Тем не менее, есть основания полагать, что проблема гораздо сложнее. Очевидно, что земная тепловая машина обладает высокой инерционностью, и ее отклик на вариации потока падающей солнечной энергии оказывается существенно «смазанным». В противном случае, в рядах данных о температуре Земли проявлялись бы четкие годовые колебания, обусловленные изменениями падающего потока с амплитудой  $7\%$  из-за эллиптичности земной орбиты. Эта амплитуда на порядок больше размаха колебаний величины потока падающей энергии, связанных с эффектами солнечной активности. Если  $7\%$ -процентные изменения в потоке излучения не влияют на климат, то трудно искать следы таких влияний в изменениях с амплитудами, на порядок меньшими.

Однако если рассматривать не интегральный поток во всем диапазоне электромагнитных волн, а отдельные интервалы частот, мы можем заметить, что амплитуда вариаций солнечного излучения (например, в рентгеновском и ультрафиолетовом диапазонах) во время вспышек может меняться уже не на доли процента, а в сотни раз. Следует отметить, что речь идет о наиболее геоэффективных диапазонах спектра. Уровень излучения на этих частотах определяет состояние верхней атмосферы Земли (степень ионизации газа). Помимо этого, со всплесками солнечной активности в виде вспышек связано усиление корпускулярного излучения – скорости и плотности потока заряженных частиц. Следует учесть также выбросы корональной массы. Суммарное действие всех этих проявлений солнечной активности приводит к значительным изменениям уровня ионизации верхних слоев земной атмосферы, изменениям в распределении и силе токов в ионосфере, существенным изменениям параметров магнитосферы. Масштаб этих преимущественно нелинейных изменений совершенно не сопоставим с небольшими вариациями интегрального потока, который обычно рассматривается как основной параметр, описывающий солнечную активность. С нашей точки зрения, имеет смысл анализировать конкретные физические механизмы и конкретные действующие факторы. Рассматривать общий поток солнечной активности в качестве такого фактора, по-видимому, методологически неправильно, поскольку геоэффективным является не весь поток, а только его отдельные компоненты, причем с различным вкладом для разных диапазонов спектра.

Один из основных физических механизмов влияния уровня солнечной активности на земные климатические процессы предложен давно и хорошо разработан. Известно, что концентрация изотопа углерода  $^{14}\text{C}$  в атмосфере и на поверхности Земли хорошо коррелирует с ходом 11-летнего цикла солнечной активности. Накопление  $^{14}\text{C}$  связано с интенсивностью потока космических лучей (энергичных частиц галактического и внегалактического происхождения), проникающих в атмосферу Земли. Считается, что вариации потока частиц, истекающих от Солнца, влияют на количество достигающих нижней атмосферы галактических частиц (рис. 4).

В результате спад солнечной активности приводит к росту числа проникающих в атмосферу энергичных космических частиц, которые проявляют себя как основа для ядер конденсации влаги в атмосфере, определяя интенсивность облакообразования (рис. 5). Увеличение площади облачных покровов приводит к росту общего альбедо Земли (увеличению доли отраженного от облаков обратно в космос солнечного излучения), и соответствующему понижению температуры планеты. Таким образом, если описываемый механизм действует, в минимуме циклов солнечной активности можно ожидать понижения температуры.

Уменьшение приземной температуры, в свою очередь, уменьшает и испарение влаги, что, наоборот, приводит к падению уровня облакообразования. Налицо саморегулирующаяся система с сильной обратной связью, в которой возможны колебательные процессы.

Кроме того, необходимо учитывать не только вертикальный, но и горизонтальный перенос тепловой энергии в приповерхностных слоях Земли, – в атмосфере и океане. Здесь основную роль играют перемещения воздушных масс и океанические течения, при этом большое значение имеет существенная асимметрия между полушариями в расположении океанов и суши. Этот пример показывает, что система регулирования температуры Земли чрезвычайно сложна и включает в себя множество различных факторов, линейных и нелинейных, действующих с положительной и отрицательной обратной связью. Адекватная оценка вклада всех реально действующих факторов затруднена.

В подобных случаях применяется следующая методология. Выбирается некий интегральный параметр, поведение которого суммирует вклад многих других факторов. Основная проблема заключается в том, чтобы найти и выбрать нужный фактор. Иногда решение оказывается достаточно неожиданным.

Так, например, датским исследователям удалось вычленить параметр, связанный с продолжительностью цикла солнечной активности, который лишь в среднем является 11-летним. История указывает на большую амплитуду изменений продолжительности циклов – от 9 до 17 лет. В работе [23] обнаружена высокая корреляция между продолжительностью цикла солнечной активности и глобальной температурой Земли. «Длинным» циклам на Солнце соответствовала более низкая температура на Земле.

Даже если эта связь действительно существует, физический смысл ее пока неясен. Не исключено, что в солнечных циклах с разной продолжительностью по-разному распределены активные события типа вспышек, выбросов корональной массы, высокоскоростных потоков солнечного ветра и т. д. – как по времени, так и по мощности. Все эти факторы влияют на

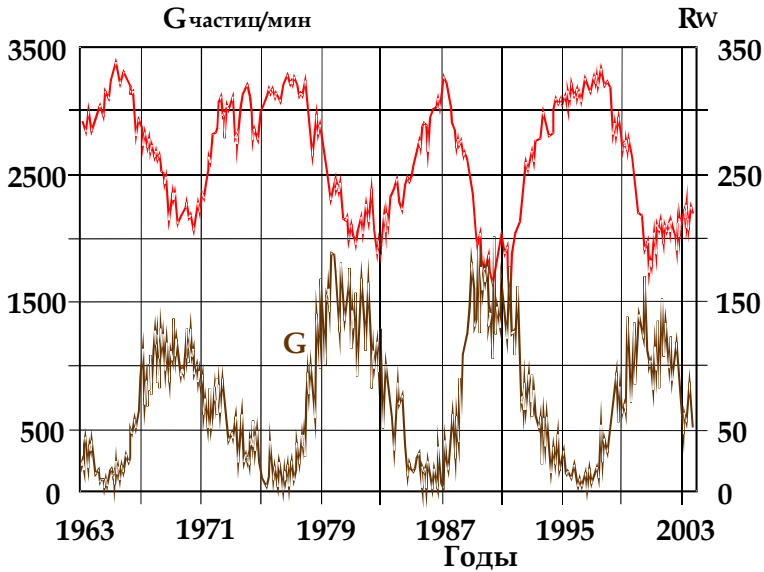


Рис. 4. Временной ход среднемесячных значений относительного числа солнечных пятен  $RW$  (внизу) и потока космических лучей  $G$ , измеренного в интервале давлений 20–30 г/см<sup>2</sup> на ст. Мирный, Антарктида [27]

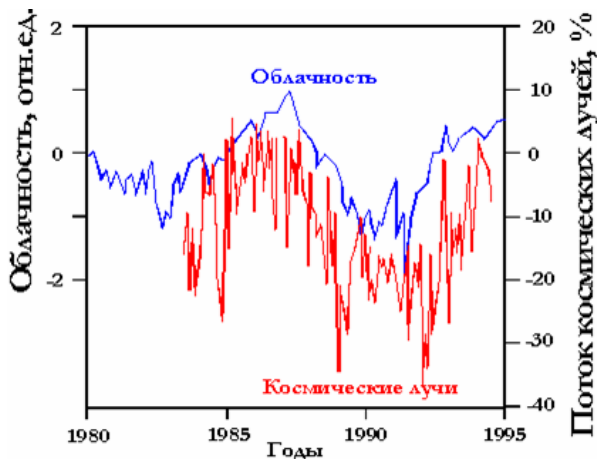


Рис. 5. Сопоставление изменений потока космических лучей и облачного покрова Земли [29]

верхнюю атмосферу, что может сказываться и на температуре нижележащих атмосферных слоев. Некоторые гипотетические зависимости пока проверить на практике невозможно, поскольку всеволновые измерения солнечных излучений непрерывно ведутся на протяжении не более 40 лет, а регулярные наблюдения выбросов корональной массы, по сути, проводятся на протяжении всего лишь двух солнечных циклов.

Кроме того, есть указания на существование длительных циклов в солнечной активности – продолжительностью в 80, 210 и даже 2400 лет. Амплитуда этих циклов, судя по всему, невысока, но эти циклы должны модулировать мощность (а может быть, и иные свойства) «коротких», 11-летних циклов. Поэтому гипотеза о том, что наблюдаемый рост температуры связан с работой «длинного» солнечного цикла, пока проверке не поддается, но ее выдвижение, анализ и проверка вполне оправданы.

Еще одно соображение о возможной связи колебаний уровня солнечной активности и температуры на Земле заключается в следующем. Достоверно установлено, что так называемый минимум Маундера (1645–1715 гг.) аномально низкой солнечной активности совпадает по времени с сильным похолоданием в Европе. В этот период стала замерзающей Темза, вымерзли британские виноградники [4], вдвое сократилась численность населения в Исландии [15].

В связи с этим можно указать, что гипотеза о связи температуры на Земле с проявлениями солнечной активности на разных временных шкалах остается актуальной. При этом солнечную постоянную (интегральный поток электромагнитной энергии, поступающей от Солнца) вовсе не следует рассматривать, как основной показатель солнечной активности, поскольку он в большей степени характеризует не солнечную активность, а постоянную составляющую в процессах энерговыделения на Солнце. Вероятнее всего, солнечная постоянная даже во время периода Маундера существенно не менялась, тогда как пятенная, а, следовательно, и вспышечная активность Солнца, были аномально низкими.

Безусловно, «солнечная» версия нуждается в проверках и дополнительном обосновании, но уже сейчас ясно, что без корректного учета вклада солнечной составляющей теория изменения средней температуры Земли не может претендовать на звание парадигмы. В то же время известны случаи, когда некоторые противники антропогенной концепции получали письма с угрозами [7]. Другим ученым, наоборот, предлагались денежные гонорары за дискредитацию утверждения МГЭИК о том, что именно сжигание топлива приводит к потеплению на планете [26]. Эти печальные инциденты показывают, что целью подобных действий не всегда является поиск истины. Очевидно, что только детальный, непредвзятый анализ ситуации, учет влияния всех научно обоснованных факторов – единственный путь к созданию адекватной теории вариаций параметров климата Земли.

**3. Колебания в климатической системе Земли.** Весь накопленный запас знаний о внешних оболочках Земли (атмосфера и гидросфера) пока-

зывает, что это сложная многопараметрическая система, в которой наблюдаются колебательные процессы. Часть колебаний задана годичными изменениями условий инсоляции разных участков земной поверхности и соответствующими изменениями многих параметров. Часть связана с вращением Земли, перемещениями атмосферных масс, циркуляцией в земной атмосфере, циклонической деятельностью. Сочетание многих земных факторов и наложенного периодического внешнего воздействия вызывает колебательные (циклические) процессы, периодичность которых зависит от инерционности компонентов системы. Опыт метеонаблюдений показывает, что параметры климата постоянно меняются, несмотря на сохранение устойчивых компонент, один год не похож на другой, амплитуда изменений отдельных параметров (включая температуру) достаточно высока, экстремальные значения метеопараметров в одном и том же месте и в одно и то же время года повторяются с периодами в десятки лет. Изучение климатического прошлого Земли показывает, что климат никогда не был неизменным, всегда происходили некие изменения на разных временных шкалах – как колебательного характера около некоего среднего состояния, так и со значительными изменениями параметров и переходом к новому среднему состоянию. В настоящей работе мы не рассматриваем детально физические механизмы, приводящие к таким изменениям. Важно понять, что изменения были всегда, и в этом смысле наблюдаемый эпизод потепления на протяжении XX в. не является уникальным.

## **Выводы**

Авторы полагают, что на потепление оказывают влияние с разным весом все рассмотренные причины. По-видимому, мы наблюдаем естественные собственные колебания в климатической системе Земли. Есть основания полагать, что такие колебания происходили всегда, и отличие современной ситуации заключается только в том, что в течение XX в. изменения параметров климата впервые подвергались объективной регистрации и систематическому анализу. В прошлые века мы, обладая современными технологиями, также обнаружили бы нечто подобное – либо рост, либо понижение средней температуры планеты.

На указанные колебания накладываются длительные циклические внешние воздействия со стороны Солнца (и иногда – импульсные катастрофические явления типа взрывных всплесков космических излучений от сверхновых, импактных событий и тому подобных источников). В отличие от временных изменений солнечной постоянной, разные типы электромагнитных и корпускулярных излучений Солнца с ходом цикла солнечной активности меняются в отдельных случаях на порядки, что не может не вызывать сильных откликов в различных оболочках Земли. Помимо коротких (11-летних) циклов, существуют и долгопериодные (вековые) циклы, предположительно модулирующие ход геоэффективных событий в 11-летних циклах. Мы склоняемся к гипотезе, что наблюдаемый в настоящее время эпизод потепления связан в первую очередь с такого рода процессами.

Что касается антропогенного фактора, то вся совокупность имеющихся данных позволяет предположить, что он оказывает незначительное воздействие на феномен потепления.

Проверка гипотезы о преимущественном воздействии солнечной активности на естественные колебания климатических параметров может быть связана со следующим прогнозом. Гипотеза о связи длительности солнечных циклов с температурой позволяет предположить, что аномально затянувшийся 23-летний цикл солнечной активности, превысивший по продолжительности 12 лет и ставший самым длинным за всю полуторавековую историю регулярных наблюдений Солнца, повлечет за собой похолодание в ближайшие годы, и знак температурного тренда изменится. Подобный вывод, основанный на анализе изменений длительности 11-летних циклов с ходом двухвекового цикла, делается, например, в работе Абдусаматова [1]. Этот прогноз противоречит подавляющему большинству прогнозов, выполненных в рамках концепции антропогенного глобального потепления. Так, например, согласно работе [3], можно ожидать продолжения роста глобальной температуры через 30 лет на 0,8–1,0 °С, а для России – на 1,4–2,2 °С. В этом сценарии роль солнечной активности не учитывается.

Разброс во мнениях и прогнозах связан, по мнению авторов, с тем обстоятельством, что ряд исследователей не применяет последовательно методологию научного метода, требующую доказательного учета всех эффективно действующих факторов. В научной дискуссии нельзя закрывать глаза на аргументы оппонентов, если эти аргументы не голословны, а опираются на доказательства. Будущая история исследований феномена потепления XX в., по-видимому, станет уроком, иллюстрирующим тяжелые последствия массового пренебрежения научной методологией.

#### Список литературы

1. *Абдусаматов Х.* Солнце определяет климат // Наука и жизнь. – 2009. – № 1. – С. 34–42.
2. *Башкирцев В. С.* Солнечная активность и прогноз климата Земли. – Избранные проблемы астрономии / В. С. Башкирцев, Г. П. Машнич // Материалы науч.-практ. конф. «Небо и Земля» (Иркутск, 21–23 ноября 2006 г.). – Иркутск : Иркут. ун-т, 2006. – С. 248–254.
3. *Груза Г. В.* Ожидаемые изменения климата: вероятностный подход / Г. В. Груза, Э. Я. Ранькова // Земля и Вселенная. – 2009. – № 1. – С. 18–28.
4. *Дергачев В. А.* Крупномасштабные солнечные и климатические циклы и их влияние на жизнь народов. – Древняя астрономия: Небо и человек / В. А. Дергачев, В. Ф. Чистяков // Материалы междунар. науч.-метод. конф. – М. : ГАИШ МГУ, 1997. – С. 92–108.
5. *Дергачев В. А.* Долговременная солнечная активность – контролирующий фактор глобального потепления 20 века / В. А. Дергачев, О. М. Распопов // Солнечно-земная физика : сб. науч. тр. / РАН, Сиб. отд-ние, Ин-т солнечно-земной физики. – Новосибирск : СО РАН, 2008. – Вып. 12 (125). – Т. 2. – С. 272–275.
6. *Карпов М.* Пыль стала причиной глобального потепления на Марсе / М. Карпов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http:// science.computenta.ru/313933](http://science.computenta.ru/313933), 06.04.2007.

7. *Карташев Н.* Несогласные с главенствующей теорией изменения климата ученые получают угрозы / Н. Карташев. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://science.complenta.ru/310584/>, 14. 03. 2007.

8. *Климанов В. А.* Колебания температуры в климатических оптимумах голоцена и плейстоцена / В. А. Климанов, В. В. Клименко // Докл. АН. – 1995. – Т. 342. – С. 242–245.

9. *Котляков В. М.* Гляциология Антарктиды / В. М. Котляков. – М. : Наука, 2000. – 432 с.

10. *Кочаров Г. Е.* Экспериментальная палеоастрофизика: достижения и перспективы // Соросовский образовательный журнал. – 1996. – № 11. – С. 28–36.

11. *Кунциг Р.* Зонтик для Земли // В мире науки. – 2009. – № 2. – С. 22–33.

12. *Леви К. Г.* Глобальные потепления и похолодания в истории Земли и их причины / К. Г. Леви, С. А. Язев, Н. В. Задонина // Тр. Вост.-Сиб. отд-ния АПВН. – Вып. 2. – Новосибирск : Наука, 2005. – С. 21–36.

13. *Леви К. Г.* Глобальное потепление сегодня – необратимые изменения или локальный эпизод? / К. Г. Леви, С. А. Язев, Н. В. Задонина // Новые методы в дендрозоологии : материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участ. – Иркутск : Ин-т географии СО РАН, 2007. – С. 22–26.

14. *Миланкович М.* Математическая климатология и астрономическая теория колебаний климата / М. Миланкович. – М. ; Л. : ГОНТИ-НКТП, 1939. – 247 с.

15. *Монин А. С.* История климата / А. С. Монин, Ю. А. Шишков. – Л. : Гидрометеиздат, 1979. – 407 с.

16. *Огурцов М. Г.* Глобальное потепление – вопросы без ответов // Солнечно-земная физика : сб. науч. тр. / РАН, Сиб. отд-ние, Ин-т солнечно-земной физики. – Новосибирск : СО РАН, 2008. – Вып. 12 (125). – Т. 2. – С. 295–296.

17. *Сорохтин О. Г.* Парниковый эффект: миф и реальность // Вестн. РАЕН. – 2001. – Т. 1, № 1. – С. 6–21.

18. *Сорохтин О. Г.* Эволюция и прогноз изменений глобального климата Земли / О. Г. Сорохтин. – М. ; Ижевск : Ин-т компьютерных исследований, ИНЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2006. – 88 с.

19. *Язев С. А.* Природные риски космического происхождения. Анализ, оценка и управление рисками на уровне региона: техногенные, природные и социальные аспекты / С. А. Язев, О. В. Жукова // Сб. докладов обл. науч.-практ. конф. – Иркутск : ИСЭМ СО РАН, 2001. – С. 190–200.

20. *Язев С. А.* Что такое научный метод // Химия и жизнь. – XXI век. – 2008. – № 5. – С. 6–9.

21. *Climate Changes 2007: the Fourth Assessment Report of the United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).* – Paris, 2007. – 2 Febr. – 18 p.

22. *Foukal P.* Letter // Physics Today. – 2008. – October. – P. 10.

23. *Friis-Christensen E.* Length of the solar cycle: an indicator of solar activity closely associated with climate / E. Friis-Christensen, K. Lassen // Science. – 1991. – Vol. 254, N 5032. – P. 698–700.

24. *Newsweek.* – 2009. – 26. 01–01. 02. – P. 44.

25. *Scafetta N.* Is Climate Sensitive to Solar Variability? / N. Scafetta, B. West // Physics Today. – 2008. – March. – P. 50.

26. <http://inopressa.ru/print/guardian/2007/02/02/14:17:11/climat>.

27. [www.lebedev.ru/modules/show\\_image.php?id=749](http://www.lebedev.ru/modules/show_image.php?id=749).

28. [www.promved.ru/pics/editor/2.gif](http://www.promved.ru/pics/editor/2.gif).

29. <http://nuclphys.sinp.msu.ru>.

## **The Global Warming and problems of methodology**

S. A. Yazev, K. G. Levi, N. V. Zadonina

**Abstract.** The article is dedicated to the analyses of Global Warming phenomenon possible causes. It is proved that XX Age warming effect on the Earth is not connect with anthropogenic factor. The role of necessity of scientific method rigid usage in scientific investigations is present.

**Key words:** warming, climate, Solar Activity, cosmogenic factors, scientific methodology.

*Язев Сергей Артурович*  
кандидат физико-математических наук  
Иркутский государственный университет  
664003, Иркутск, ул. К. Маркса, 1  
директор астрономической обсерватории ИГУ  
доцент географического факультета ИГУ  
Институт солнечно-земной физики СО РАН  
664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова 126 а  
старший научный сотрудник  
тел.: 75-54-19

*Леви Кирилл Георгиевич*  
доктор геолого-минералогических наук  
член-корреспондент РАЕН  
Институт земной коры СО РАН  
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 128  
заместитель директора  
Иркутский государственный университет  
664003, Иркутск, ул. К. Маркса, 1  
профессор географического факультета  
тел.: 42-45-62

*Задонина Наталья Витальевна*  
кандидат геолого-минералогических наук  
Иркутский государственный технический  
университет  
доцент  
664074, Иркутск, ул. Лермонтова, 83  
Институт земной коры СО РАН 664033,  
Иркутск, ул. Лермонтова, 128  
научный сотрудник  
тел.: 40-51-13