

ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ И ЕГО ДИНАМИКА

ჭიაბრიшვილი Н. Г., Салуквадзе Т.Г.

Институт геофизики им. М.З. Нодиа, 0193, Тбилиси, ул. М. Алексидзе, 1.

E-mail: tamazi.salukvadze@gmail.com

Без всякого преувеличения можно сказать, что в настоящее время основная проблема, возникающая перед человечеством в течение XX века, это глобальное потепление климата на Земле.

Данная статья не имеет претензии проанализировать ту огромную информацию, которая в настоящее время существует в мировой научной литературе по такой сложной и острой проблеме, как глобальное потепление земного климата за XX век. Однако, авторы данной работы решили, основываясь на экспериментальных данных, полученных в разных мировых исследовательских центрах, в настоящей работе создать более или менее концентрированную, легко воспринимаемую реальную картину, связанную с глобальным потеплением климата и его динамикой на Земле на протяжении XX века.

Как известно, в начале XXI века многими климатологами и геофизиками признанное потепление климата на Земле в течение XX века согласуется с гипотезой о наличии парникового эффекта, обусловленного существенным увеличением в атмосфере таких парниковых газов антропогенного происхождения как: CO₂, CH₄, N₂O, CO, F, Cl и др.

Основной парниковый газ диоксид углерода – CO₂, на который приходится львиная доля парникового эффекта (около 80%), образуется в результате сгорания любого органического вещества (природного газа, нефтепродуктов, каменного угля и т.д.) и после эмиссии с поверхности Земли попадает в атмосферу. В 2005 г. на земном шаре в результате своей деятельности человек сжигал около 7,3 млрд тонн ископаемого топлива: природного газа (18%), нефтепродуктов (43%) и каменного угля (33%).

В конце XX века вклад в глобальное потепление земного климата, связанный с человеческой деятельностью, выглядит так: производство и использование энергии – 56%, хлорфторуглероды – 18%, сельское хозяйство – 14%, изменение землепользования – 8%, другие промышленные источники – 4% [1].

Для анализа такого непростого и комплексного природного явления, как глобальное потепление земного климата и его динамику за XX век, следует всё начинать сравнительно издали. Во второй половине XIX века ряд ведущих специалистов в области атмосферных исследований высказывал предположение о том, что человеческая деятельность может вызвать возрастание содержания диоксида углерода (CO₂) в атмосфере Земли, что, бесспорно, будет способствовать глобальному изменению земного климата [1].

В конце XIX века шведский учёный Сванте Аррениус рассчитал, в какой степени изменение содержания диоксида углерода в атмосфере может повлиять на его среднюю температуру. Из его расчетов следовало, что удвоение концентрации CO₂ в атмосфере привело бы к глобальному потеплению климата на нашей планете на 4 – 6 °C. Ниже

посмотрим, что эти цифры ненамного отличаются от современных оценок. Следует отметить, что после расчетов Аррениуса понадобилось несколько десятков лет для того, чтобы были начаты измерения, обеспечивающие **непрерывное** слежение за содержанием диоксида углерода в атмосфере Земли.

До и в течение Международного геофизического года (1956-1957гг.), когда климатологи и геофизики провели мониторинг окружающей среды во многих регионах Земли, были получены экспериментальные данные, подтверждающие увеличение содержания CO_2 в атмосфере и рост средней температуры в приземном слое атмосферы.

В 50-тых годах XX века в периодических изданиях США "Time", "Forbs", и "Science" печатались публикации под заголовками: "Земля под угрозой", "Страх перед глобальным потеплением: классический пример преувеличения", "Научные выводы, принимаемые голосованием", которые отражали разногласия между различными группами учёных о том, действительно ли наступает глобальное изменение температуры на Земле. Большинство учёных считало, что повышение температуры приземного воздуха атмосферы нашей планеты всего лишь локальный всплеск на температурном графике [1].

В конце 50-х годов XX века наступил переломный момент методического характера, связанный с изучением увеличения содержания диоксида углерода в атмосфере. В ту пору директор Океанографического института Скрипса (США) Роджер Ревелл неоднократно повторял, что "сжигая ископаемое топливо, человечество, само того не желая, проводит в атмосфере геофизический эксперимент" [1]. Он убедил своего молодого сотрудника Чарльза Дэвида Килинга в том, что было необходимо разработать методы измерений, позволяющие осуществлять **непрерывное** слежение за содержанием CO_2 в атмосфере.

В 1957 году под руководством Дэвида Килинга на Климатической обсерватории Мануа Лоа (Гавайские острова), на высоте 330 м были установлены специально изготовленные приборы. С этого времени и начались непрерывные измерения, для определения концентрации CO_2 в атмосфере. В дальнейшем наблюдения Килинга также проводились на Южном полюсе Земли и в других регионах нашей планеты.

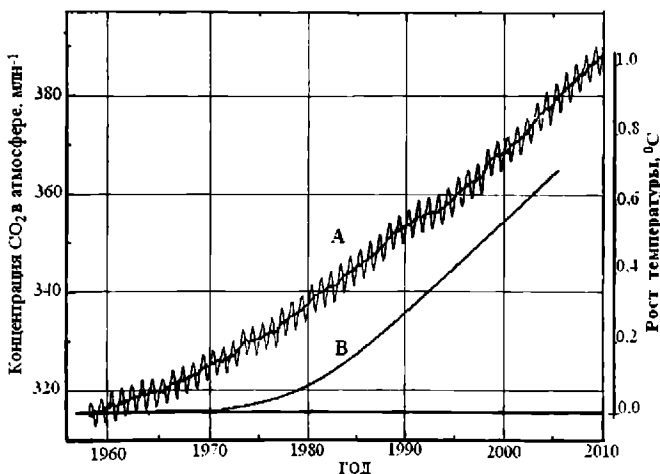


Рис. 1. Рост содержания диоксида углерода и температуры в атмосфере по данным [2,3].

На рис. 1 кривая А, которую называют “Кривой Килинга“, показывает увеличение концентрации диоксида углерода – CO_2 в атмосфере Земли в течение 52 лет (1958 – 2010 гг.) [2]. Экспериментальные данные были собраны Чарлзом Дэвидом Килингом и его коллегами на Климатической обсерватории Мануа Лоа (Гавайские острова) и во многих других - 71-ом регионе земного шара. Концентрацию CO_2 в атмосфере определяли в течение каждого года непрерывно по спектрам поглощения CO_2 в ближней инфракрасной области спектра. Спектры поглощения CO_2 регистрировались инфракрасным спектрофотометром. На кривой А флюктуаций отражают внутригодовые сезонные вариации концентрации диоксида углерода. Низкие значения CO_2 относятся к летнему сезону, что обусловлено потреблением этого газа растениями.

Результаты, полученные Чарлзом Дэвидом Килингом и, в частности, его кривая заслуживают особого внимания. Кривая Килинга позволяет установить, что в течение полувека (1958 – 2010гг.) концентрация диоксида углерода – CO_2 в атмосфере увеличилась на 23 %. Килингу, как незаурядному экспериментатору, удалось поставить на правильный путь не одного климатолога и геофизика, занимающего проблемой изучения глобального потепления земного климата за ХХ век.

В 1958 году концентрация CO_2 в атмосфере была 315 млн⁻¹, а в 2005 году его значение достигло 378 млн⁻¹. По этим данным получается, что за 47 лет концентрация диоксида углерода в атмосфере увеличилась на 20%.

Приведённая авторами данной работы на рис. 1 кривая В построена по данным климатологов Института космических исследований им. Годдарда США, которая показывает, что с 1958 года по 2005 год 20%-му увеличению концентрации CO_2 в атмосфере соответствует повышение средней температуры приземного слоя атмосферы на 0,7 °С.

Одинаковый ход, характерный для обеих кривых (А и В, рис. 1) в течение одного и того же 47-летнего периода ХХ века, указывает на то, что между увеличением концентрации диоксида углерода CO_2 в атмосфере и температурой приземного слоя атмосферы Земли существует причинно-следственная связь.

Теперь рассмотрим первую попытку американских и английских учёных – специалистов в области физики атмосферы, которые в конце ХХ века впервые оценили уровень глобального потепления и его динамику на Земле в течение 109 лет (с 1880г. по 1989г.).

По данным Килинга в 1989г. [2] концентрация главного парникового газа диоксида углерода в атмосфере была 352 млн⁻¹, тогда как в 1880 г. его концентрация (по архивным данным) равнялась 290 млн⁻¹ [4]. Согласно этим данным за 109 лет увеличение концентрации CO_2 в атмосфере составило около 20%.

Вышеупомянутые учёные, детально проанализировав данные значений температуры приземного слоя атмосферы, пришли к выводу, что на земном шаре действительно имеет место неуклонное повышение температуры, и в течение 109 лет (1880-1989гг.) оно составляет 0,3 – 0,8 °С [1].

Вторая, также удачная попытка по проблеме глобального потепления и его динамики на Земле за ХХ век, относится к началу текущего столетия.

В начале XXI века климатологи крупнейших научных исследовательских центров США и Великобритании (Институт космических исследований им. Годдарда, США; Национальный центр климатических данных NCDC, США; Университет Восточной Англии; Центр исследования климата им. Хелли, Великобритания) собрали архивные метеорологические данные за последние 150 лет из разных стран мира, обработали их и привели по возможности к единой шкале. Для более наглядного восприятия динамики глобального потепления на Земле результаты,

полученные благодаря этой очень важной исследовательской работе, в графическом виде показаны на рис. 2.

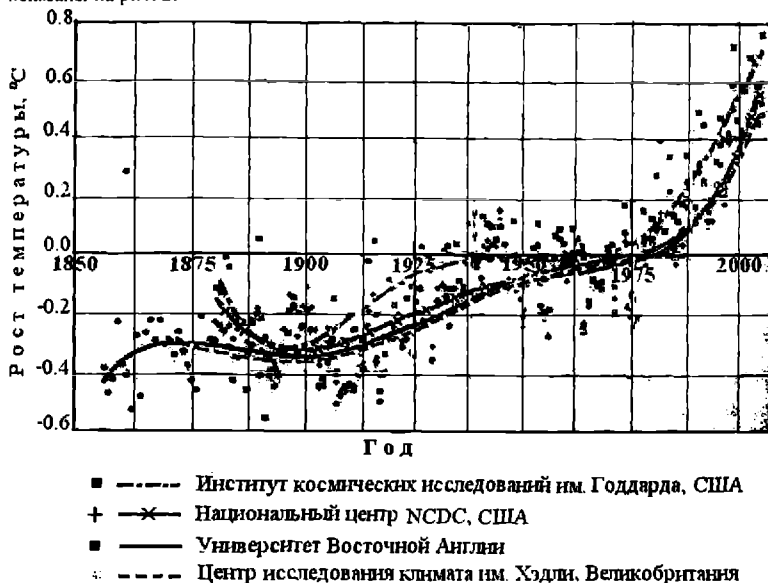


Рис. 2. Динамика глобального изменения температуры приземного слоя атмосферы по данным [3]

Все четыре ряда изменения температуры показывают примерно одинаковый ход глобального потепления на Земле за последние 150 лет.

На всех четырех кривых видны два отчетливых периода глобального потепления на Земле за XX век. Первый из них приходится на период с 1910 года по 1940 год. За это время средняя температура на нашей планете возросла на 0,3 – 0,4 °C. После этого в течение 30 лет (с 1940 года по 1970 год) температура на Земле не росла. С 1970 года начался второй период потепления, который продолжается до сих пор. С 1970 года по 2005 год средняя температура на Земле повысилась ещё на 0,6 – 0,8 °C.

Как показывают измерения, с 1910 г. по 2005 г. концентрация диоксида углерода в атмосфере увеличилась на 26% [2,4] и в настоящее время каждый год увеличивается на 0,5%.

Так как все четыре ряда роста глобальных температур показывают увеличение средней температуры в приземном слое атмосферы примерно на одинаковую величину, ученые из вышеперечисленных научных центров с удовлетворительной степенью точности заключают, что средняя глобальная температура на Земле за XX век повысилась на 1 °C. [2].

Данные о глобальном потеплении климата и его динамике на Земле в течение около 150 лет (с 1850г. по 2005г.), полученные на основе экспериментальных измерений, собранных в разных странах мира, приведены в таблице 1.

Глобальное потепление и его динамика. Таблица 1.

1	2	3	4	5	6
№ №	Временной интервал, гг.	Концентрац ия CO ₂ в атмосфере, млн. ⁻¹	Увеличение концентрации CO ₂ в атмосфере, %	Рост средней температуры в приземном слое атмосферы Земли, °C	Лите- ратура
1	1958 - 2005	315 - 378	20	0,7	[2,3]
2	1880 - 1989	290 - 352	20	0.3 – 0.8	[1,2,4]
3	1910 - 2005	295 - 378	26	1.0	[2,3,4]

Результаты исследований известных научных центров о динамике глобального потепления на Земле за XX век убедили многих учёных-скептиков в том, что глобальное потепление действительно наступает на земном шаре.

Во второй половине XX века климатологи из Национального центра климатических данных NCDC США и Центра исследования климата им. Хедли Великобритании, проводили исследования во многих регионах мира – над сушей и океанами, о росте средней глобальной температуры атмосферы. Данные этих измерений показывают, что над сушей средняя температура приземного воздуха атмосферы растёт заметно быстрее, чем над океанами. Это легко объяснимый результат, имея в виду, что вода в океанах обладает огромной теплоёмкостью.

Результаты этих исследований показывают, что рост средней температуры приземного слоя воздуха атмосферы более бесспорен для Северного полушария Земли, для которого характерен меридиональный градиент. На высоких широтах Северного полушария потепление заметнее, чем на средних и нижних широтах.

В конце XX века на южном полушарии Земли повысились температуры атмосферного приземного воздуха наблюдается только на антарктическом полуострове. На остальных территориях Антарктиды в течение 50 лет (с 1940 года по 1990 год) средняя температура атмосферы не возросла.

Предвидеть все последствия, связанные с глобальным потеплением климата на Земле не так просто, тем более, что математические модели дают лишь приближённое описание процессов, определяющих состояние атмосферы. По мнению Роберта М. Уайта “атмосфера настолько сложна, что детально воспроизвести её в математических моделях просто невозможно”[1].

Несмотря на указанные трудности, в конце первой половины XX века, в Институте высших исследований в Пристоне (шт. Нью-Джерси, США), под руководством известного математика Джона фон Неймана была впервые предпринята попытка описать атмосферу математически с помощью компьютера.

Заслуживает особого внимания тот факт, что в то время Джону фон Нейману удалось собрать вокруг себя многих молодых талантливых математиков, которые в тесном сотрудничестве с Чарльзом Дэвидом Килингом, сделали много полезного в изучении в данной работе рассматриваемых вопросов, связанных с глобальным потеплением климата на Земле за XX век.

В 60-е годы XX века сотрудники Лаборатории геофизической гидродинамики США Сюкюре Манабе и Ричард Узеральд создали первую модель климата. Они же “рассчитали, что удвоение содержания в атмосфере диоксида углерода привело бы к потеплению климата в глобальном масштабе в среднем на 3 °C”[1]. Такая величина роста

средней температуры в приземном слое атмосферы Земли была зафиксирована при расчетах, проведенных во многих лабораториях мира.

Диапазоны роста величин средней глобальной температуры, рассчитанные различными компьютерными моделями, представлены на рис. 3, опубликованном в 1989 г. в статье Стивена Г. Шнайдера[5]. На рисунке зачерненная область примерно соответствует тому, что дают архивные метеорологические данные с 1850 г. по 1989г, а незачерненная – рассчитанному на основе компьютерной модели потепления климата на Земле с 1989г. по 2050 г.

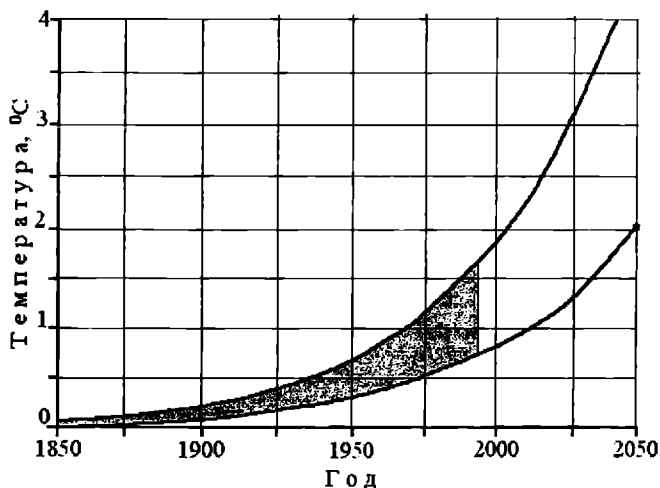


Рис. 3. Прогнозы глобального потепления до 2050г.(по [5]).

Как видно из рис.3 к 2050 году, рассчитанные величины роста средней температуры земной атмосферы сосредоточены в интервале от 2 до 4 °С.

Необходимо отметить, что все компьютерные модели предсказывают значительное усиление глобального потепления климата на Земле.

В заключение, в знак признания, отметим тот большой вклад, который во второй половине XX века американские специалисты в области физики атмосферных явлений Чарлз Дэвид Килинг, Лауреат Нобелевской Премии Стивен Г. Шнайдер (его называют первым климатологом США), Джон фон Нейман и Роберт М. Уайт внесли в дело изучения такой общечеловеческой проблемы, каковой является глобальное потепление земного климата за XX век.

В свою очередь, авторы данной работы предлагают молодым специалистам в области физики атмосферы заняться проблемой – детально идентифицировать такое многогранное природное явление, каким является глобальное потепление климата с его динамикой.

Современные требования для успешной реализации программы исследования:

1. В первую очередь надо наладить методнку, обеспечивающую непрерывный контроль концентрации диоксида углерода – CO_2 в приземном слое атмосферы Земли.

Методика решения этой задачи известна. Нужно лишь, с целью непрерывного определения концентрации диоксида углерода в атмосфере, двухканальным инфракрасным спектрофотометром при комнатной температуре исследовать спектры поглощения атмосферного CO₂ – в ближней инфракрасной области спектра ($\lambda=2,1\text{мкм}$).

Двухканальные инфракрасные спектрофотометры с высокой разрешающей способностью выпускают разные фирмы США, Германии, Японии и т.д.

2. Одновременно за слежением концентрации CO₂ в атмосфере, необходимо на метеорологических станциях следить за температурой, влажностью воздуха, скоростью ветра, атмосферным давлением и озоновым слоем.

Л и т е р а т у რ ა

1. Роберт М. Уайт. Большой климатический спор. В “Мире науки” (Scientific American. Издание на русском языке). Москва. «Мир». №9. 1990.
2. http://scripps.co2.ucsd.edu/program_hystory/Keeling_curve_lesson.html.
3. <http://galspace.spb.ru/index97/html>.
4. <http://www.oism.org/pproject/s33p36.htm>.
5. Стивен Г. Шнайдер. Изменяющийся климат. В “Мире науки” (Scientific American. Издание на русском языке). Москва. «Мир». №11. 1989.

გლობალური დათბობა და მისი დინამიკა

ჭიაბრიშვილი ნ., სალუკვაძე თ.

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია XX საუკუნეში კაცობრიობის წინაშე წარმოქმნილი ისეთი ბუნებრივი პრობლემა, როგორცაა კლიმატის გლობალური დათბობა და მისი დინამიკა დედამიწაზე.

აღნიშნული პრობლემის შესასწავლად გამოყენებული იქნა მსოფლიოს ცნობილ სამეცნიერო ცენტრებში მოპოვებული ექსპერიმენტული მასალების ანალიზის შედეგები.

ნაჩვენებია, რომ XX საუკუნის განმავლობაში დედამიწის ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში საშუალო ტემპერატურის გლობალური მატება არ აღემატება 1 °C.

ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ И ЕГО ДИНАМИКА

ჭიაბრიშვილი Н.Г., Салуквадзе Т.Г.

Реферат

В статье рассмотрена возникшая перед Человечеством в XX-ом веке проблема глобального потепления климата и его динамика на Земле.

Для изучения указанной проблемы были применены результаты анализа экспериментальных данных, полученных в разных мировых научных исследовательских центрах.

Показано, что в течение XX-го века увеличение средней глобальной температуры приземного слоя атмосферы Земли не превышает 1° C.

GLOBAL WARMING AND ITS DYNAMICS

Chiabrisvili N.G., Salukvadze T.G.

Abstract

In article, it is considered arisen before Mankind in XX century a problem of global warming of a climate and its dynamics on the Earth.

Results of the analysis of the experimental data received in the different world scientific research centers have been applied to studying of the specified problem.

It is shown, that during the XX century, the increase in average global temperature of a ground layer of atmosphere of the Earth does not exceed 1° C.