

УДК 535.23

**РОЛЬ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ТЕПЛОВОМ БАЛАНСЕ ЗЕМЛИ**© 2020 г. Б. М. Смирнов<sup>1</sup>, Э. Е. Сон<sup>1</sup>, \*<sup>1</sup>Объединенный институт высоких температур РАН (ОИВТ РАН), Москва, Россия

\*e-mail: son.eduard@gmail.com

Поступила в редакцию 18.02.2020 г.

После доработки 25.02.2020 г.

Принята к публикации 27.02.2020 г.

Приведены современные данные по росту концентрации углекислого газа в атмосфере и повышению глобальной температуры Земли, а также рассмотрен круг проблем, связанных с этими изменениями в атмосфере. В отличие от общепринятой точки зрения, согласно которой повышение температуры планеты определяется парниковым эффектом за счет атмосферного углекислого газа при сжигании горючих ископаемых, анализ данных показывает, что рост концентрации углекислого газа в атмосфере ведет к увеличению глобальной температуры на 20–30% от наблюдаемой, а сам рост концентрации атмосферного углекислого газа определяется не сжиганием полезных ископаемых, а изменением равновесия между атмосферным углекислым газом и связанным углеродом на поверхности Земли, происходящем в результате хозяйственной деятельности человека.

*Ключевые слова:* глобальные экологические проблемы, атмосферный углекислый газ, глобальная температура, экология атмосферы, ядерная зима

**DOI:** 10.31857/S0002331020020119**ВВЕДЕНИЕ**

Развитие цивилизации происходит во взаимодействии между деятельностью человека и окружающей средой и требует непрерывных изменений в действиях человека, которые сглаживают действие человека на природу. В качестве примера приведем проблемы Москвы как большого города. В прошлое время в Москве наблюдались сильные наводнения. Последнее наводнение произошло в 1908 г., когда уровень воды в Москве-реке поднялся на 10.5 м, и водой было залито 16 км<sup>2</sup> площади города (рис. 1).

Одновременно с этим во время наводнения вода сносила мусор, который не вывозился из города в то время и весной частично уносился рекой. К этому следует добавить, что летом уровень воды в реке резко падал, и иногда она даже пересыхала. Эти проблемы были решены только в 1937 г. с вводом канала Москва–Волга, который позволил городу преодолеть сезонные перебои с водой, а также обеспечил бесперебойное судоходство по Москве-реке, связав ее водными артериями с поволжскими и западными городами. Кроме того, мусорные свалки были выведены из Москвы. Этот пример показывает, что когда экологическая проблема понятна и оказывает негативное влияние на условия жизни населения, она может быть решена, хотя и требует соответствующих затрат. Через некоторое время эта проблема может возникнуть на другом уровне, как в настоящее время проблема с утилизацией городского мусора.

Наше время предъявляет другие вызовы, связанные с глобальными проблемами. Однако, по той же причине современные экологические проблемы носят глобальный



Рис. 1. Наводнение в районе Дорогомилово в Москве в 1908 г. [1].

характер и связаны с международным участием. Современное отношение к этим проблемам наиболее емко сформулировано в докладе МГИМО, посвященном угрозам человечеству. “Проблемы экологии заслуживают серьезнейшего внимания и требуют предметного обсуждения. Если мы непоправимо разрушим среду собственного обитания, решения всех остальных проблем перестанут иметь смысл. Количество природных катастроф и стихийных бедствий продолжает нарастать. Природные катаклизмы несут в себе непосредственную угрозу для жизни целых народов, заставляя массы людей покидать свои дома. 80% всех перемещений приходится на Азиатско-Тихоокеанский регион, почти 90% экологических миграций связаны с климатическими факторами, преимущественно наводнениями и ураганами. Сложился феномен “экологических беженцев” или экологических мигрантов” [2].

В настоящее время большое внимание вызывает проблема глобального потепления планеты. Действительно, за последние 150 лет глобальная средняя температура поверхности Земли увеличилась примерно на  $1^{\circ}\text{C}$ . Это изменение трактуется как результат парникового эффекта за счет увеличения концентрации углекислого газа в атмосфере. Это понимание в конечном итоге привело к парижским соглашениям 2015 г., которое требует собирать со всех стран ежегодную сумму в 100 млрд долларов, которая предназначена для развития так называемых неуглеродных технологий. К сожалению, имена финансовой группы и самих финансистов, которые распоряжаются этими средствами, остается неизвестной. На самом деле это соглашение, как и монреальское соглашение по стратосферному озону в 1987 г., основано на искаженной информации и скорее служит интересам определенной финансовой группы, а не ставит своей целью решение злободневной проблемы. При этом вызывает уважение, как эта группа сумела подчинить себе элиты разных стран, действующих против интересов своих государств. Целью данной статьи является представить существующую информацию по данной проблеме.

## НАКОПЛЕНИЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В АТМОСФЕРЕ

Очевидно, часть массы углерода переходит в атмосферу в результате равновесия между атмосферой и поверхностью Земли. Эта часть приводит к увеличению концен-

трации углекислого газа в атмосфере, которая с 1959 по 2020 год изменилась с 316 ppm до 412 ppm, т.е. на 96 ppm или на 220 гигатонн углерода. Поскольку время нахождения молекулы углекислого газа в атмосфере составляет 4 г., он более или менее равномерно распределяется по атмосфере, и его концентрация одинакова для разных точек атмосферы, находящихся вдали от источников образования и поглощения углекислого газа. Поскольку обсерватория Мауна Лоа удовлетворяет этим условиям, используем данные этой обсерватории как относящиеся к любой точке атмосферы. Эти данные получены в рамках одной из программ НАСА и относятся к непрерывному мониторингу содержания атмосферного углекислого газа.

Не останавливаясь на подробностях, отметим, что эволюция концентрации углекислого газа во времени в среднем характеризуется монотонным ростом, а также сезонными осцилляциями в результате более интенсивного фотосинтеза в северном полушарии. При этом с 1959 г. по 2020 г. концентрация углекислого газа увеличилась примерно на 30%. Если считать, что это увеличение носит экспоненциальный характер, то время удвоения концентрации атмосферного углекислого газа составит 160 лет. Если использовать скорость изменения концентрации атмосферного углекислого газа в последние годы, то время удвоения концентрации углекислого газа составит 120 лет.

На рисунке 2 представлен рост концентрации углекислого газа в течение последних 5 лет. Как следует из графика, концентрация углекислого газа за этот период увеличилась на 12 ppm, что соответствует росту концентрации на 2.4 ppm в год или на 0.6% за год. Далее мы используем эти величины при проведении соответствующих оценок.

## ЭВОЛЮЦИЯ ГЛОБАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

Глобальная температура представляет собой среднюю температуру поверхности Земли, т.е. температуру, усредненную как по поверхности Земли, так и по времени. Эта температура является удобной характеристикой теплового состояния нашей планеты. Для определения этой величины в рамках программы НАСА была проведена обработка данных метеостанций за последние 150 лет, причем для начального периода использовалась информация от более чем 6 тысяч метеостанций. В настоящее время число метеостанций уменьшилось примерно в три раза, и основную информацию по тепловому состоянию планеты дают спутники [5–7].

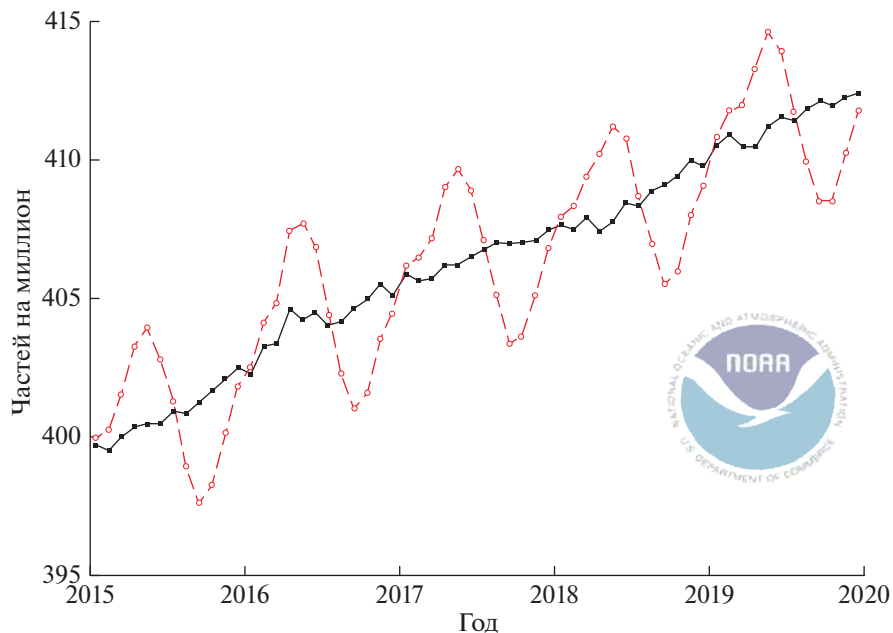
Разработанный алгоритм для статистической обработки данных основан на сравнении изменений локальной температуры в одной и той же географической точке и в одно и то же время суток и сезона, но в разные годы, с последующим усреднением полученных изменений по времени года и положению на земном шаре [5]. Это позволило снизить флуктуации, по крайней мере, на порядок величины по сравнению с алгоритмом при сравнении самих температур до 0.1–0.2 К.

Изменение глобальной температуры за последние 150 лет, полученное указанным выше способом, представлено на рис. 3. Как видно, на первой стадии эволюции глобальной температуры это изменение происходит относительно медленно, тогда как, начиная примерно с 1985 г., имеет место достаточно резкий рост температуры. Обработка данных по изменению глобальной температуры за последние примерно 35 лет дает [8]

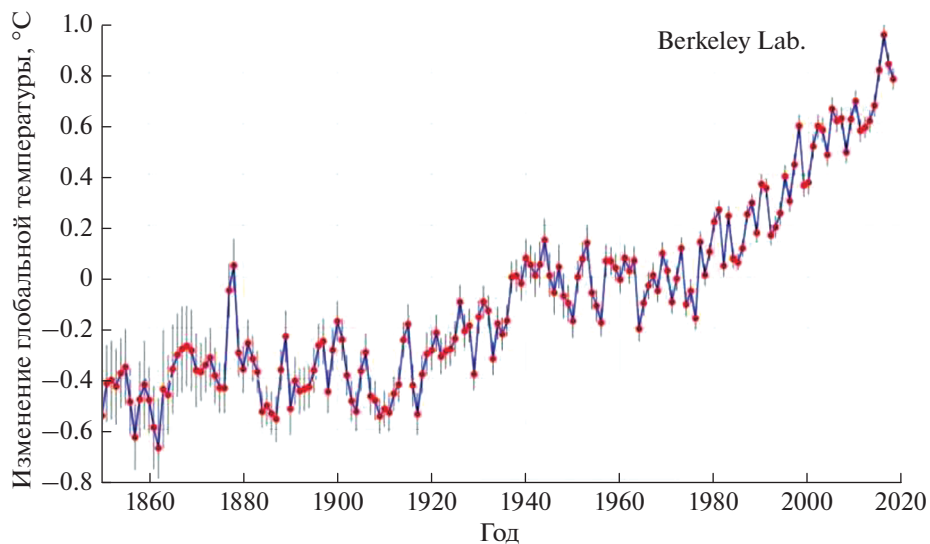
$$\frac{dT}{dt} = 18 \frac{mK}{yr}. \quad (1)$$

Удобно использовать концентрацию углекислого газа в атмосфере как индикатор состояния атмосферы. Тогда согласно вышеприведенным данным для эволюции концентрации углекислого газа с имеем

$$\frac{dT}{d \ln c} = 3K. \quad (2)$$



**Рис. 2.** Концентрация молекул углекислого газа в атмосфере (число молекул углекислого газа на миллион молекул воздуха) согласно измерениям в обсерватории Мауна-Лоа. Красным цветом представлены ежемесячные измерения, черный цвет относится к измерениям, усредненным за год [4].



**Рис. 3.** Эволюция глобальной температуры [8].

Это ведет к следующему изменению глобальной температуры при удвоении концентрации атмосферного углекислого газа и при условии, что и другие параметры атмосферы Земли изменяются так же, как и в современной атмосфере

$$ECS = \frac{\ln 2 dT}{d \ln c} = 2.1K. \quad (3)$$

Здесь ECS – equilibrium climate sensitivity (равновесная чувствительность климата), что по определению является изменением глобальной температуры при удвоении концентрации углекислого газа.

Отметим, что данный результат получен на основе мониторинга атмосферы, и величина (3) является верхним пределом для изменения глобальной температуры под действием изменения концентрации углекислого газа, поскольку последняя величина является в данном контексте как параметр атмосферы, а не причина роста глобальной температуры. Тем не менее, согласно атмосферным измерениям в рамках программ НАСА, рост глобальной температуры при соответствующем изменении концентрации углекислого газа не превышает значения, следующие из формул (2) и (3).

Отметим, что изменение глобальной температуры, заложенное в парижское соглашение по климату [10], в соответствии с климатологическими моделями, согласно которым

$$ECS = (3.0 \pm 1.5)K. \quad (4)$$

Климатологические модели представляют собой компьютерные программы для вычисления параметров атмосферы в настоящем и будущем, в которые включены локальные особенности поверхности Земли и атмосферы. Связанная с этим сложность программ приводит к их принципиальным недостаткам этих компьютерных программ как используемого далее продукта. В этих программах обычно не учитывается зависимость температуры от высоты, поскольку такая информация отсутствует для разных географических точек в разное время. Далее, не учитывается излучение атмосферы, направленное на поверхность Земли и создаваемое облаками. За счет облаков формируется примерно 30% потока излучения в сторону Земли [11].

Главной ошибкой климатологических моделей является пренебрежение взаимодействием между парниковыми компонентами, одного из принципиальных элементов молекулярной спектроскопии. Взаимодействие парниковых компонент при излучении имеет место в случае, если спектры излучающих компонент перекрываются. Это происходит в реальной атмосфере, где спектр излучения молекул углекислого газа накладывается на спектр излучения молекул воды и микрокапель воды, образующих облака. Как следствие, увеличение концентрации молекул углекислого газа в атмосфере ведет к увеличению потока излучения, которое формируется молекулами углекислого газа, ведет одновременно к уменьшению потока излучения, создаваемого молекулами воды и облаками.

Другими словами, изменение потока излучения, которое создается молекулами углекислого газа, отличается от суммарного изменения потока излучения атмосферы в сторону Земли. В соответствии с современными данными по спектроскопическим параметрам молекул и параметрам излучательных переходов, включенных в банк данных HITRAN [12, 13], эти потоки различаются в 5–7 раз. [14]. Климатологические модели основаны на устаревшей информации по взаимодействию спектров молекул воды и углекислого газа. Это свидетельствует и о принципиальной ошибке климатологических моделей.

Отметим, что в рамках стандартной атмосферы [15], которая имеет дело с усредненными параметрами атмосферы, изменению глобальной температуры при удвоении концентрации атмосферного углекислого газа составляет

$$ECS = (0.6 \pm 0.3)K. \quad (5)$$

Как видно, вклад парникового эффекта за счет изменения концентрации углекислого газа в наблюдаемое изменение глобальной температуры Земли, как это следует из

сравнения формул (2) и (5), равно примерно 30%. Отметим, что вклад углекислого газа в поток излучения на поверхность Земли составляет примерно 20% [11]. При этом более эффективное участие углекислого газа по сравнению с другими парниковыми компонентами связан со спектром этих молекул, который в основном сосредоточен в области максимума для потока теплового излучения с поверхности Земли.

### ЛОКАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ В ПРОШЛОМ

Определенное понимание характера изменения температуры нашей планеты следует из анализа эволюции температуры в прошлом. В отличие от глобальной температуры, которая берется одновременно для разных географических точек и далее усредняется, при исследовании температуры прошлого мы сталкиваемся с температурой определенной местности. Далее рассмотрим два наиболее ярких примера для эволюции температуры в прошлом. В качестве первого примера на рис. 4 приводится изменение температуры от настоящего времени до прошлого вплоть до 800 тысяч лет, которое восстанавливалось из анализа пузырьков воздуха, находящихся в образцах льда, вырезанных в виде шурфов из ледника вблизи станции Восток в Антарктиде [16, 17].

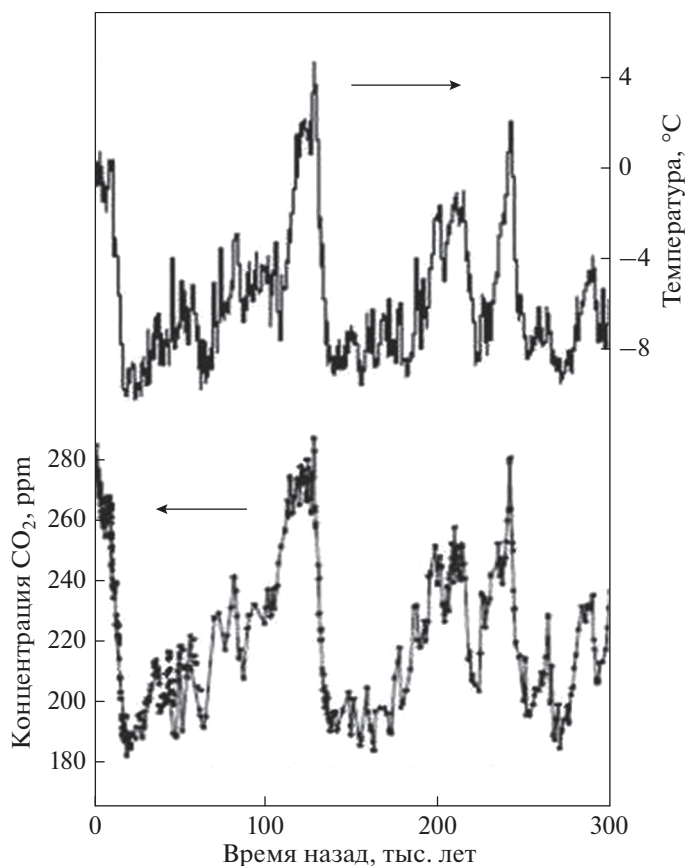
При получении данных, приведенных на рис. 4, время, относящееся к данному пузырьку, определяется по глубине залегания образца. В принципе было бы возможно определить время вмерзания данного пузырька в лед по концентрации радиоактивного изотопа углерода  $^{13}\text{C}$  на основе метода, распространенного в археологии, а температура воздуха внутри пузырька в момент вмерзания определяется, исходя из концентрации стабильного изотопа  $^{18}\text{O}$ . Действительно, распространенность в природе стабильных изотопов  $^{16}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$  и  $^{18}\text{O}$  составляет соответственно 99.76%, 0.04% и 0.2% соответственно. Энергия нулевых колебаний для молекул  $\text{CO}_2$  и  $\text{O}_2$  для разных изотопов кислорода несколько различаются, как и для других кислородсодержащих. Если устанавливается термодинамическое равновесие для разных изотопов в этих молекулах, то распределение каждого изотопа в данных молекулах зависит от температуры, при которой это распределение установилось. Конечно, это требует высокой точности, но современные методы позволяют их установить. Тем самым можно определить, при какой температуре находился кислород, прежде чем оказаться в пузырьках льда.

На рисунке 4 приводится вырезанная часть общей картины для эволюции температуры и концентрации углекислого газа в атмосфере в прошлом, которая простирается до 800 тысяч лет [18, 19]. Тем не менее эта часть дает общее представление об эволюции глобальной температуры и концентрации углекислого газа в атмосфере. Осцилляционная структура зависимости температуры от времени назад свидетельствует о существовании ледниковых периодов с периодом примерно в 100 тысяч лет. Изменение концентрации углекислого газа коррелирует с изменением температуры, и, если, как ранее, использовать концентрацию углекислого газа как индикатор состояния атмосферы и ввести равновесную чувствительность климата в соответствии с формулой (3)

$$\text{ECS} = \frac{\ln 2dT}{d \ln c} = 23\text{K} \quad (6)$$

Как следует из формулы (6), равновесная чувствительность климата в прошлом на порядок превышает его значение в настоящее время. Это означает, что роль углекислого газа в прошлом была гораздо ниже, чем в настоящее время. Кроме того, из рисунка 4 следует еще одно неправильное утверждение, лежащее в основе парижского соглашения 2015 года и гласящее, что рост температуры на  $2^\circ\text{C}$  является красной чертой, т.е. последующий рост температуры ведет к необратимому процессу. Рисунок 4 показывает, что в прошлом амплитуда осцилляций температуры превышает  $12^\circ\text{C}$ .

В дополнение к этому отметим, что максимальная концентрация углекислого газа в прошлом составляет примерно 280 ppm, что соответствует доиндустриальной концен-



**Рис. 4.** Эволюция температуры в прошлом и концентрации углекислого газа [18, 19], полученных из анализа пузырьков воздуха в образцах льда, извлеченных из ледника вблизи станции “Восток” в Антарктиде.

трации, которая к настоящему времени возросла почти в 1.5 раза. Видимо, это связано с хозяйственной деятельностью человека, но это не может быть объяснено сжиганием горючих ископаемых. Действительно, суммарная масса углекислого газа, попавшего в атмосферу за последние 200 лет, составляет примерно половину массы углекислого газа, содержащегося в атмосфере в доиндустриальный период. В результате равновесия между атмосферным углекислым газом и связанным углеродом, находящимся на поверхности Земли, за это время перешла бы на поверхность Земли.

Второй пример эволюции температуры в прошлом, с другим временным масштабом, представлен на рис. 5, где температура атмосферы в прошлом восстанавливалась на основании массы сульфатов в образцах льда, извлеченного из ледника Гренландии. Время нахождения образца в леднике восстанавливалось по глубине залегания анализируемых слоев. В этом случае точность восстановления температуры гораздо ниже, чем в предыдущем случае. Однако рис. 5 дает правильную зависимость от времени для относительного изменения температуры.

В частности, в начале прошлого тысячелетия наблюдался теплый период, и викинги оккупировали Гренландию, которая в то время была зеленым континентом. Затем наступило похолодание, и в 14 веке викинги покинули Гренландию [21, 22]. Это изме-

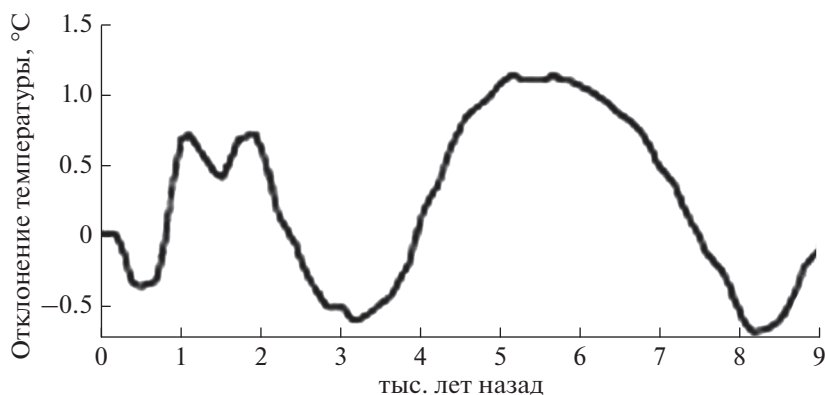


Рис. 5. Эволюция температуры вблизи Гренландии, восстановленная на основе концентрации  $\text{SO}_4^2$  в леднике [20].

нение температуры в районе Гренландии можно связать с извержением вулкана Самалас (остров Ломбок в Индонезии), который произошел в 1257 г. [23]. В результате извержения в стратосферу было выброшено  $(158 \pm 12) \times 10^6$  тонн двуокиси серы ( $227 \pm \pm 18) \times 10^6$  тонн хлора и  $(1.3 \pm 0.3) \times 10^6$  тонн брома [23].

Видимо, извержение вулкана Самалас является наиболее сильным извержением последнего времени. В частности, выброс сульфатов при извержении вулкана Пекту (Peaktu) в 946 г. оценивается в  $90 \times 10^6$  тонн двуокиси серы, а извержение вулкана Тамбора в 1815 году сопровождалось выбросом  $(73-91) \times 10^6$  тонн двуокиси серы. Действие этих выбросов аналогично ядерной зиме [24, 25], которая возникает при ядерном взрыве, когда частицы нанометровых размеров инжектируются в стратосферу. Если бы они попадали в тропосферу, в течение нескольких дней они были бы вымыты водой в процессе образования осадков. Проникая в стратосферу, эти частицы могут оставаться там в течение многих месяцев и лет. Поглощая или отражая солнечное излучение, эти частицы снижают поток солнечного излучения, достигающего поверхности Земли. Тем самым температура Земли понижается.

За время нахождения в стратосфере наночастицы вулканического происхождения распространяются по всему полушарию и, возможно, проникают в другое полушарие, т.е. понижение температуры относится ко всей поверхности Земли. В частности, в случае извержения вулкана Самалас понижение глобальной температуры оценивается от  $0.6^\circ\text{C}$  до  $5.6^\circ\text{C}$  в течение 4–5 лет. В результате такого похолодания в летнее время выпадал снег, как это наблюдалось в Лондоне в последующие годы. Это привело к неурожаю и гибели примерно 15 тысяч жителей Лондона из 50 тысяч в то время [26]. Как видно, вулканы являются одним из способов воздействия на атмосферу, приводящего к наблюдаемому изменению ее состояния [27–29].

## ЭВОЛЮЦИЯ СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В АТМОСФЕРЕ И ТЕМПЕРАТУРЫ ПЛАНЕТЫ

Выше мы привели и проанализировали ряд фактов, относящихся к проблемам углекислого газа и теплового состояния нашей планеты. Отсюда можно сделать надежный вывод, что в последние десятилетия происходит монотонное увеличение концентрации атмосферного газа и глобальной температуры планета. Определенный вклад в эти процессы вносит хозяйственная деятельность человека. Для нагревания планеты



этот вывод можно сделать из неравномерного нагревания суши и океана, а также северного и южного полушарий за последние десятилетия.

Однако эти изменения не являются критическими, в чем нас пытаются убедить средства массовой информации. Действительно, наблюдаемые изменения температуры неоднократно происходили в последние десятилетия, а в течение сотен тысяч лет наблюдались на порядок большие изменения температуры планеты. Далее, утверждение, что увеличение концентрации атмосферного углекислого газа определяется сжиганием горючих ископаемых весьма спорно. Действительно, за время индустриальной деятельности человека в атмосферу было инжесктировано меньшее количество углерода в виде углекислого газа, чем содержится в атмосфере. Однако, в силу равновесия для углерода, находящегося в атмосфере, а также в океанах и в поверхностном слое Земли, инжесктированный углерод должен был бы перейти на поверхность Земли в силу высокой емкости для углерода.

Увеличение концентрации атмосферного углекислого газа скорее связано с изменением цепочек процессов, в которых участвует углерод атмосферы, океанов и суши. В частности, океан участвует в цепи этих процессов через фотосинтез с образованием фитопланктона, и далее углерод переходит от планктона к малым, а затем к большим рыбам. В атмосферу углерод возвращается при окислении мертвых организмов океана, а также при температурном разложении карбонатов, растворенных в океане. Понятно, что удаление отдельных элементов этой цепи, в частности, вылов больших рыб или изменение химического состава океана может привести к заметному изменению концентрации атмосферного углекислого газа.

К этому следует добавить, что скорости самих процессов, определяющих углеродное равновесие между атмосферой, суши и океаном меняется во времени. Скажем, изменение скорости глобального фотосинтеза могло бы быть связано с горением лесов, процессом, который резко усилился в последние годы. Однако, развитие леса и его участие в процессе фотосинтеза носит многоступенчатый характер, а изменение концентрации атмосферного углекислого газа происходит относительно медленно, так что точность современных данных для скорости глобального фотосинтеза и скорости уничтожения лесов не позволяет утверждать, что данные процессы играют роль в рассматриваемых изменениях.

Теперь вернемся к механизму изменения теплового состояния Земли в результате инъекции пыли нанометровых размеров в стратосферу. Оценим тепловое состояние планеты, если в стратосферу инжесктировано такое же количество пыли, как при извержении вулкана Самалас. Если эту пыль равномерно распределить по небу, средняя плотность пыли составит  $3 \times 10^{-5}$  г/см<sup>2</sup>, что соответствует средней толщине слоя для проекции пылинок на поверхность Земли порядка 0.1 мкм. Для длины волны солнечного излучения порядка 1 мкм и сильном взаимодействии этого излучения с пылинками это означает, что из-за присутствия рассматриваемой пыли в стратосфере поток солнечного излучения уменьшается примерно на 10%.

Соответственно, поток излучения, поглощаемый поверхностью Земли, уменьшаетя грубо на 10% или на 16 Вт/м<sup>2</sup>. Если предположить, что это изменение не влияет на тепловое излучение атмосферы и перевести поток в изменение температуры, получим, что понижение глобальной температуры планеты в результате инъекции пыли в стратосферу в результате извержения вулкана Самалас составляет порядка 8°C.

Хотя мы использовали в данной оценке рекордное количество пыли, выброшенное в стратосферу в результате извержения вулкана, этот пример показывает, что стратосферная пыль может играть важную роль в установлении теплового состояния Земли при той точности, которая характеризует наблюдаемые изменения. Это показывает важную роль механизмов, которые не обсуждаются. В то же время он показывает необходимость более глубокого понимания процессов в атмосфере и более внимательного изучения космической деятельности человека.

Конечно, наиболее важной причиной изменения температуры Земли является изменение потока солнечного излучения, проникающего в атмосферу Земли. В свою очередь, долговременные изменения потока солнечного излучения описываются теорией Миланковича [29, 30], согласно которой параметры эллиптической орбиты, по которой движется Земля вокруг Солнца, осциллируют во времени. Этим объясняются ледниковые периоды, представленные на рис. 4. В процессе движения по этим орбитам величина солнечного потока, попадающего в атмосферу Земли, меняется вместе с расстоянием от Солнца, и, соответственно, изменяется температура Земли, как это видно из рис. 4. Можно было бы связать наблюдаемые изменения температуры Земли с расстоянием от Солнца. Но этот фактор влияния легко выделить в силу высокой точности измерений потока солнечного излучения, проникающего в верхние слои атмосферы Земли [31].

В дополнение к сказанному, процессы, сопровождающие инъекцию пыли в стратосферу, имеют аналогию с физическими и химическими процессами, сопровождающими фотохимический смог. В этом случае попадающие в атмосферу органические соединения участвуют в химических реакциях с атмосферным озоном, которые происходят с участием солнечного излучения. В результате образуются химически активные радикалы, которые, с одной стороны, образуют туман, который висит над источником органических соединений. С другой стороны, эти радикалы, обладающие канцерогенными свойствами, отрицательно действуют на организм человека. Несмотря на то, что проблема фотохимического смога существует около сотни лет, понимание природы этого явления носит схематический характер. На самом деле, детальное понимание природы смога помогло бы для понимания целого круга проблем, связанных с полетом самолетов и космических объектов в стратосфере, и позволило бы понять влияние этой деятельности человека, а также извержения вулканов на состояние атмосферы и тепловое состояние Земли.

Подводя итоги сказанному, приходим к выводу, что хозяйственная деятельность человека и естественные процессы влияют на рост концентрации углекислого газа в атмосфере и температуру Земли. Однако состояние данной проблемы не является столь критическим, как это излагается в средствах массовой информации. Во-первых, так называемая углеродная энергетика, основанная на сжигании горючих ископаемых, в малой степени ответственна за рост концентрации атмосферного углекислого газа. Также вклад парникового эффекта за счет увеличения концентрации углекислого газа в атмосфере в повышение глобальной температуры составляет 20–30%. Во-вторых, другие экологические проблемы, такие как загрязнение воздуха и воды, эрозия почвы, пожары, являются более существенными.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выводы из проведенного анализа относительно рассматриваемых экологических проблем хорошо встраиваются в общее заключение доклада Института международных исследований МГИМО МИД России “Международные угрозы – 2020”, в котором сформулированы основные угрозы, которые появились в связи с изменениями окружающей среды в последние годы и могут усиливаться в будущем.

Отметим, что целью данной статьи являлось представить современное состояние проблемы углекислого газа и теплового состояния нашей планеты. Наука не может ответить на все вопросы, связанные с этими проблемами, но к настоящему времени выполнены некоторые капитальные исследования по отдельным вопросам этих проблем, а также налажен мониторинг по содержанию углекислого газа и воды в атмосфере, а также глобальной температуры Земли и ее отдельных элементов. При проведении этих исследований, как и при изложении некоторых результатов этих исследований в данной статье, ученые стараются установить истинное положение дел.

Наоборот, основные средства массовой информации России и Европы искажают состояние этих проблем и в результате миру навязывается ложное представление о вреде углеродной энергетики, основанной на сжигании газа, нефти и угля, и на основе этого предлагается использовать неконкурентоспособные продукты. Этот путь был ранее пройден при заключении монреальского протокола по озону 1987 года, запретившего производство хлорсодержащих фреонов, поскольку при его разложении в стратосфере образуется атомарный хлор, который, участвуя в цепи процессов, приводит к разложению стратосферного озона. Однако, во-первых, основной поток хлора в стратосферу создается океанами, содержащими хлорные соли в большом количестве, и, во-вторых, разрушение озона в стратосфере в большей степени происходит за счет окислов азота, образуемых под действием полетов самолетов, пути которых в основном пролегают вблизи границы стратосферы и, в отличие от хлорсодержащих соединений, не вымываются водой. Тем не менее, соглашение по озону было принято.

Такая деятельность создает ложное представление об экологических проблемах и заставляет индустрию развиваться по неправильному пути, но из которого создающие это представление финансовые круги могут извлечь прибыль. В докладе МГИМО [2] этот подход представлен как "...политизация экологии. Наступает эра, в которой сфера политического прирастает новым измерением. Сила и потенциал каждой страны начинают восприниматься через экологическую призму. Экологический потенциал, способность страны к устойчивому экологическому развитию становится одним из важных компонентов ее мощи" [2].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://rg.ru/2018/04/25/kak-moskva-tonula-110-let-nazad>
2. <https://yandex.ru/search/?text=международные угрозы 2020 МГИМО>
3. [https://vk.com/public26555975?w=wall-26555975\\_20972](https://vk.com/public26555975?w=wall-26555975_20972)
4. <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/mlo.html>
5. Hansen J.E., Johnson D., Lacis A. et al. Science. 1981. V. 213. P. 957.
6. Intergovernmental Panel on Climate Change. As the IPCC finalizes its next big climate-science assessment, Nature looks at the past and future of the planet's watchdog. Nature. 2013. V. 501. P. 297.
7. Hansen J., Sato M., Ruedy R. et al. <http://www.columbia.edu/~jeh1/ mailing/2016/20160120-Temperature2015>
8. <https://www.google.ru/search?q=global+average+temperature+1850+2018>
9. Смирнов Б.М. Физика глобальной атмосферы. (Долгопрудный: Интеллект, 2017).
10. [https://unfccc.int/sites/default/files/english\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf)
11. Смирнов Б.М. ТБТ. 2019. Т. 57. С. 609.
12. HITRAN. [www.hitran.iao.ru/home](http://www.hitran.iao.ru/home)
13. HITRAN Online. [www.hitran.org/link](http://www.hitran.org/link)
14. Smirnov B.M. Transport of Infrared Atmospheric Radiation. (Berlin. De Gruyter, 2020).
15. U.S. Standard Atmosphere. (Washington DC, Gov.Printing Office, 1976).
16. Petit J.R., Jouzel J., Raynaud D. et al. Nature. 1991. V. 399. P. 429.
17. <https://www.co2.earth/21-co2-past>
18. Jouzel J. et al. Science. 2007. V. 317. P. 793.
19. Lüthi D., Le Floch M., Bereiter B. et al. Nature. 2008. V. 453. P. 379.
20. Zielinsky G.A. et al. Science. 1994. V. 264. P. 948.
21. Marsh N., Svensmark H. Space Sci.Rev. 2000. V. 94. P. 215.
22. Dorman L.I. Adv.Space Rev. 2005. V. 35. P. 496.
23. Vidal C.M., Métrich N., Komorowski J.Ch. et al. Scientific Reports. 2016. V. 6. P. 34868.
24. Crutzen P.J., Birks J.W. Ambio. 1982. V. 11. P. 114.
25. Turco R.P., Toon O.B., Ackerman T.P., Pollack J.B., Sagan C. Science. 1983. V. 222. P. 1283.
26. <https://www.theguardian.com/uk/2012/aug/05/medieval-volcano-disaster-london>
27. Decker R., Decker B. Volcanoes. (New York, Freeman, 1989).
28. Simkin T., Siebert L. Volcanoes of the world. (Tucson, Arizona, Geoscience Press, 1994).
29. Milankovich M. Theorie Mathematique des Phenomenes Thermiques produits par la Radiation Solaire. (Paris, Gauthier-Villars, 1920).
30. Milankovich M. Canon of Insolation and the Ice Age Problem. (Belgrade, 1941).
31. <http://en.wikipedia.org/wiki/solar-constant>

---

**The Role of Carbon Dioxide in the Heat Balance of the Earth****B. M. Smirnov<sup>a</sup> and E. E. Son<sup>a, \*</sup>***<sup>a</sup>Joint Institute for High Temperature, Moscow, Russia**\*e-mail: son.eduard@gmail.com*

Modern data of the carbon dioxide concentration increase in the atmosphere and the following growing the global temperature of the Earth are presented, and problems related to these changes in the atmosphere are considered. In contrast to the conventional point of view, according to which the increase in the planet's temperature is determined by the greenhouse effect due to atmospheric carbon dioxide when burning fossil fuels, data analysis shows that the increase in the concentration of carbon dioxide in the atmosphere leads to an increase in global temperature by 20–30% of the observed one, and the increase in the concentration of atmospheric carbon dioxide is determined not by the burning of minerals, but by a change in the equilibrium between atmospheric carbon dioxide and bound carbon on the Earth's surface, that occurs as a result of human life activity.

*Keywords:* global ecological problems, atmospheric carbon dioxide, global temperature, Earth's temperature in past, atmospheric ecology, nuclear winter