

Тебуев Х. Х.

Tebuev Kh. Kh.

## К ВОПРОСУ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА

### ON THE ISSUE OF GLOBAL CLIMATE WARMING

Рассматриваются различные сценарии уменьшения выбросов парниковых газов в атмосферу. Это современные очистительные сооружения со степенью очистки до ПДК, технологии улавливания углеводородных выбросов, широкое использование альтернативных источников энергии, таких как энергия солнца, ветра, воды. Большие надежды возлагаются на проекты по использованию водорода или другие решения с низкой углеродной составляющей для энергоемких производств. В ЕС надеются перезапустить свою экономику и достичь цели по нулевым выбросам к 2050 году, когда водород станет главной составляющей интегрированной энергетической системы.

На основе исследования влияния различного рода антропогенных и природных выбросов в атмосферу и анализа влияния их на процесс потепления сделана попытка формализации этих знаний в меру нашего понимания, где учли не только  $\text{CO}_2$ , но и другие элементы, способствующие усилению парникового эффекта.

Предложенный нами метод (основанный на формализованной схеме) позволяет оценить степень потепления климата на временном интервале и могут трактоваться как вероятностные, указывающие на возможное направление и интенсивность рассматриваемого процесса. Предложенную схему можно использовать для оценки температурной кривой климата, на конкретном отрезке времени. По поведению функции выражающую количественную характеристику парниковых газов из уравнения можно оценить, в каком направлении мы движемся: если она не повышается (или снижается) при росте производства, следовательно, произошел значительный скачок в развитии очистных сооружений и (или) использовании альтернативных источников энергии и, наоборот.

**Ключевые слова:** глобальное потепление климата, парниковые газы, водород, альтернативные источники энергии.

*Various scenarios for reducing greenhouse gas emissions into the atmosphere are considered. These are: modern treatment facilities with a degree of purification up to maximum permissible concentration, technologies for capturing hydrocarbon emissions, widespread use of alternative energy sources, such as solar, wind and water energy. High hopes are pinned on hydrogen projects or other low-carbon solutions for energy-intensive industries. The EU hopes to restart its economy and reach its target of zero emissions by 2050, when hydrogen will become the main component of an integrated energy system.*

*Based on the study of the influence of various kinds of anthropogenic and natural emissions into the atmosphere and analysis of their influence on the warming process, an attempt was made to formalize this knowledge to the extent of our understanding, which took into account not only  $\text{CO}_2$ , but also other elements contributing to the strengthening of the greenhouse effect.*

*The proposed method (based on a formalized scheme) makes it possible to estimate the degree of climate warming in the time interval and can be interpreted as probabilistic, indicating the possible direction and intensity of the process under consideration. The proposed scheme can be used to estimate the temperature curve of the climate for a specific period of time. By the behavior of the function expressing the quantitative characteristics of greenhouse gases from the equation, we can estimate in which direction we are moving: if it does not increase (or decrease) with an increase in production, therefore, there has been a significant leap in the development of treatment facilities and (or) the use of alternative energy sources and vice versa.*

**Key words:** global climate warming, greenhouse gases, hydrogen, alternative energy sources.

---

**Тебуев Хызыр Хасанович –**

кандидат географических наук, доцент кафедры природообустройства, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик  
Тел.: 8 962 650 13 23  
E-mail: senta48@mail.ru

**Tebuev Khizir Khasanovich –**

Candidate of Geography Sciences, Associate Professor of the Department of Environmental Engineering, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik  
Тел.: 8 962 650 13 23  
E-mail: senta48@mail.ru

---

**Введение.** По данным СМИ за первые 5-6 месяцев 2020 года количество выбросов парниковых газов в атмосферу в различных районах земного шара сократилось от 20 до 50%. Учитывая степень влияния концентрации аэрозолей в атмосфере на глобальное потепление климата [1] надо ожидать, что интенсивность процесса потепления несколько должна замедлиться. Но в силу того, что любой природный процесс имеет свою инерцию прохождения, сиюминутный результат ожидать не приходится. С другой стороны интенсивность снижения углекислого газа (78% составляет вклад  $\text{CO}_2$  в эмиссию парниковых газов) в атмосфере относительно мала, т.е.  $\text{CO}_2$  (диоксид углерода) задерживается в атмосфере значительно по времени, поэтому это замедление (процесса потепления) может быть очень не значительным. Само это создает большие проблемы. Даже при щадящем сценарии изменение температуры на планете при удвоении концентрации  $\text{CO}_2$  в два раза (это происходит на данном этапе через каждые 22 года) составит порядка  $4,5^\circ\text{C}$  [2].

**Методы и методология проведения работ.** В процессе работы использовались общенаучные методы и подходы для анализа изменчивости общей циркуляции атмосферы, вариации климатических характеристик в зависимости от антропогенных факторов, которые способствуют глобальному потеплению. На основе математических методов с использованием статистических пакетов Microstat, Statgraf, а также алгоритм и программы, написанные и составленные нами, было показано, что и у нас в республике фон температуры имеет тенденцию к повышению (ускорила тенденция глобального потепления).

В работе [3] мы отмечали, что в наших широтах повышение температуры более, чем на  $3^\circ\text{C}$  может привести к резкому сокращению урожайности возделываемых агроценозов. Сейчас зарегистрирована очень высокая концентрация  $\text{CO}_2$  в земной атмосфере (порядка 415 мл на  $1\text{ м}^3$  0,0415% от полного состава). По последним данным ООН существует 20-процентная вероятность того, что как минимум в один из годов 2020-2024 средняя температура поднимется на  $1,5^\circ\text{C}$  [4].

Возобновление работы промышленности после пандемии тоже будет растянуто во времени, следовательно, возрастание концентраций аэрозолей в атмосфере будет происходить по пологой кривой. По результатам исследований интенсивности очищения атмосферы от уже имеющихся парниковых газов (с учетом, того что новые поступления сократились на 20-50%) и восстановления озонового слоя (интенсивность этого процесса достаточно высока) можно будет судить, насколько за период пандемии снизилась интенсивность потепления климата. Если отталкиваться от прогноза ученых, что климат в первоначальное равновесное состояние может прийти, если выброс аэрозолей ( $\text{CO}_2$ ) в атмосферу сократится в 10 раз, то сокращение за последние полгода совсем не значительное. С другой стороны даже сокращение эмиссии парниковых газов (углекислого газа, закиси азота, метана и фторсодержащих элементов) в два раза из-за инерционности глобальных процессов потепление продолжится еще несколько десятилетий. И в это же время (к концу первого полугодия 2020 года) наблюдается возрастание солнечной активности на спаде одиннадцатилетнего цикла, который будет «толкать» климат в сторону также потепления.

Нам представляется, что сокращение выбросов аэрозолей в атмосферу в 10 раз, на современном техническом уровне проблематично. Человечество пока не обладает экономичными технологиями, способными очищать продукты отработки (выработки) до «нулевого» уровня. Очищать продукты отработки полностью технически пока невозможно и экономически нецелесообразно. После некоторой границы затраты на каждый дополнительный процент очищения возрастают по экспоненте (эта граница для большинства видов выбросов индивидуальная). Поэтому необходимо очищать до предельно допустимых значений (с остальными может справиться природа в процессе самоочищения).

Мы не можем освоить даже те технические достижения в этой области, которые имеются на сегодняшний день (по экономическим соображениям, а большей частью по безграмотности и халатности). Вклад США в глобальную эмиссию парниковых газов – 25-33%, России – 6-7%. Удивительно, что в отдельных научных статьях сей факт расценивается как позитив, мол, у нас стартовое положение лучше. Нас такая расстановка (трактовка) наталкивает на грустные мысли: в США не одно производство работать не будет, если продукты отработки не будут очищены не менее, чем на 80% (в некоторых производствах и более). У нас промышленные города окутаны смогом, очистные сооружения, где-то изжили себя, а где в планах строительства в «ближайшем» будущем, а выбросов при таком положении 6-7%, да что же у нас и производства то нет никакого? Количество углекислого газа, необходимое для выработки единицы валового внутреннего продукта, у нас 3,86 кг на 1\$ в ценах 2000 года против 0,46 в США [4]. Это свидетельствует о колоссальной неэффективности нашей экономики.

Сейчас увеличение  $CO_2$  в мире составляет примерно полпроцента в год (несколько варьирует в соответствии с экономической активностью). При таких темпах выбросов парниковых газов достичь цели Парижского соглашения об изменении климата становится проблематичным. Основные пути повышения концентрации  $CO_2$  (человеческий фактор) – это сжигание

углеводородов 3/4 доли, это составляет примерно 32 млрд. т.н.  $CO_2$  в год, что в сотни раз превышает вклад вулканов) и вырубка лесов.

**Определение входных параметров модели.** Если формализовать все факторы, влияющие на процессы глобального потепления климата с учетом [2, 5], можно записать (модифицирована нами):

$$T = n F (C_V, V_i, O_z, Ga) + m, \quad (1)$$

где:

$n, m$  – параметры уравнения (согласно [2]);

$T$  – функция температуры (характеризует степень глобального потепления климата во временном интервале);

$C_V$  – вариации светимости Солнца;

$V_i$  – вулканические извержения;

$O_z$  – орбитальное движение Земли вокруг Солнца;

$Ga$  – газовый состав атмосферы (и аэрозоли).

Газовый состав атмосферы ( $Ga$ ) выступает как интегральная функция антропогенного влияния эмиссии парниковых газов на процессы глобального потепления климата:

- промышленных предприятий (выбросов всех отраслей производства);

- сельского хозяйства (растениеводства, животноводства, птицеводства и т.п.);

- сельских поселений (урбанизированных территории);

- автомобильного (и других видов) транспорта;

- пожаров (в последнее время наблюдаются часто и на больших площадях, сюда же можно отнести и осенние палы пожнивных остатков, которые мы еще не смогли изжить).

Свою лепту на содержание аэрозолей в атмосфере могут вносить и ветры (особенно ураганы, торнадо, которые «подымают» в воздух огромное количество почвенной субстанции).

Содержание аэрозолей в атмосфере на отдельных территориях изменяется за счет циркуляционных процессов. Загрязненный воздух с одних территории может переноситься на территории менее загрязненные (на значительные расстояния в зависимости от вида загрязнения

(радиационное облако Чернобыля опоясало земной шар) и высоты (на Эльбрусе пробы снега загрязненного – тому подтверждение) и, смешиваясь нивелироваться и в некоторой степени самоочищаться (аэрозоли служат ядрами кристаллизации для водяных паров). Часть из этих аэрозолей оседает под силой тяжести, но достаточно заметное очищение (ниже зоны образования дождевых облаков) наблюдается под воздействием атмосферных осадков. Огромное количество углекислого газа (1/2 из всего) остается в атмосфере и не поглощается лесными массивами (растительностью) и мировым океаном.

В последние десятилетия влияние вариации светимости Солнца, вулканической деятельности Земли, а также эволюции климата под воздействием изменений в орбитальном движении Земли вокруг Солнца незначительны и даже находятся в тренде похолодания [2]. Тогда можно в первом приближении ими пренебречь (по крайней мере, на данном этапе нашего понимания природы этого процесса), т.е. «обнулить» естественные факторы, вызывающие изменения температуры окружающей среды нашей планеты.

Формула (1) тогда примет вид  $T = n F(Ga) + m$  (1\*)

Функцию, описывающую газовый состав атмосферы, можно выразить следующим образом:

$$F(Ga) = F(P_P, C_X, C_P, A_T, PP, U_V, U_O), \quad (2)$$

где:

$F(Ga)$  – эмиссия выбросов в атмосферу аэрозолей:

$P_P$  – промышленных предприятий (всех отраслей производства);

$C_X$  – сельского хозяйства (в том числе растениеводства, животноводства, птицеводства и т.п.) [6];

$C_P$  – сельских поселений (и урбанизированных территорий);

$A_T$  – автомобильного (и других видов) транспорта;

$PP$  – пожаров (как антропогенного характера, так и природного);

$U_V$  – ветры (ураганы, торнадо);

$U_O$  – атмосферные осадки (в значительной степени служат очищению атмосферы от несвойственных ей примесей и водяного пара).

С учетом (2) формулу (1\*) можно записать:

$$T = F(P_P, C_X, C_P, A_T, PP, U_V, U_O). \quad (3)$$

По каждому из 6 (основных) отраслей в формуле (3), которые загрязняют атмосферу, есть предельно допустимые нормы (хороши они или недостаточно оптимальны – вопрос другой), а по интенсивности, продолжительности и ряду других характеристик осадков можем судить о степени очистки воздушного бассейна. В уравнение (3) мы сознательно включили водяной пар и взвешенные физические примеси (хотя время их пребывания в атмосфере несоизмеримо меньше, чем для  $CO_2$ ), так как на коротком отрезке времени они могут играть существенную роль. Теперь осталось воспользоваться результатами климатических исследований, которые установили близкую к линейной связь между глобальным потеплением и кумулятивными выбросами  $CO_2$  [1]. Очевидно, эта линейность достаточно условная, так как процесс этот, как показано выше, сложный, с множеством обратных связей, к примеру, глобальное потепление увеличивает индекс испаряемости с Земной поверхности, а это, в свою очередь, повышает парниковый эффект.

#### Результаты исследований и обсуждение.

Оценка степени потепления климата на временном интервале полученные по предложенной методике могут трактоваться как вероятностные, указывающие на возможное направление и интенсивность рассматриваемого процесса. Мы попытались в источниках найти более или менее простую модель (рабочий вариант), где «обыгрываются» различные сценарии поведения системы «парниковые газы – глобальная температура» (на результаты, которых мы ссылаемся) для сравнения, но пока нам это не удалось.

Предложенную схему можно использовать для оценки температурной кривой климата, на конкретном отрезке времени. Скажем, за период пандемии (с изложенными поправками на длительность задержки в атмосфере  $CO_2$ ), при котором наблюдаются значительные сокращения выбросов в атмосферу парниковых газов за счет спада производства, а вот для конкретной территории имеет свои сложности в связи со сказанным выше,

которые мы попытались разрешить в работе [3] косвенным путем. В этой же работе, на основании корреляционной матрицы, построенной по 30 последним годам наблюдений за температурой в Предгорном районе КБР построены ряд прогностических регрессионных уравнений с  $R=0.82$  и более. Оправдываемость их на независимых данных 2020 года составила 96%.

Аналогичную работу мы сделали по степному району КБР [7], но оказалось, что повышение температуры в этом районе проходит несколько по пологой кривой, хотя и согласуется с выводами [8].

#### **Область применения результатов.**

Результаты этой работы могут быть использованы в широком диапазоне человеческой деятельности: от сельского хозяйства, до здравоохранения, так как все процессы в природе, так или иначе, связаны с температурой.

По поведению функции  $F(Ga)$  из уравнения (2) можно оценить, в каком направлении мы движемся: если  $F(Ga)$  не повышается (или снижается) при росте производства, следовательно, произошел значительный скачок в развитии очистных сооружений и (или) использовании альтернативных источников энергии и, наоборот. Более широкое использование альтернативных источников энергии способствовало бы значительному сокращению парниковых газов в атмосфере, и как следствие, снижению интенсивности глобального потепления. На днях (в начале

июля 2020 года) Европейский Союз анонсировал конкурс с премиальным фондом в €1 млрд. на проекты по использованию водорода или другие решения с низкой углеродной составляющей для энергоемких производств, а также технологии улавливания углеводородных выбросов. С помощью таких разработок в ЕС надеются перезапустить свою экономику и достичь цели по нулевым выбросам к 2050 году [1, 5]. К этому сроку водород должен стать главной составляющей интегрированной энергетической системы даже в тех секторах экономики, которые с трудом поддаются процессам декарбонизации [1].

**Выводы.** Для снижения темпов глобального потепления климата необходимо:

1. Принять все меры по минимизации антропогенного загрязнения природной среды (использовать технологии улавливания углеводородных выбросов во всех производствах и очищать их до ПДК, интенсивно внедрять электромобили, предотвратить сокращение площадей лесных массивов, минимизировать применение в сельском хозяйстве ядохимикатов и удобрений и др.).

2. Широко использовать альтернативные возобновляемые источники энергии.

3. Ускорить работы по использованию водорода в качестве энергетического ресурса.

### Литература

1. Глобальное изменение климата – проблемы потепления... tass.ru>spec/climate
2. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Глобальное потепление](https://ru.wikipedia.org/wiki/Глобальное_потепление)
3. *Тебуев Х.Х.* Изменение температурного режима в КБР за последние 30 лет // Известия КБГАУ. – 2020. – №1(27). – С. 174-183.
4. Материалы ВМО. ЖЕНЕВА, 9 июля 2020 год. (Выступление генерального секретаря ВМО Петтери Тааласа).
5. [https://www.un.org/ru/sections/issues\\_depth/climate-change/index.html/](https://www.un.org/ru/sections/issues_depth/climate-change/index.html/) Изменение климата ООН.
6. EA Davidson. The contribution of manure and fertilizer nitrogen to atmospheric nitrous oxide since 1860. Nature Geoscience 2 (9), 659-662, 2009.
7. [http://climatechange.igce.ru/index.php?option=com\\_docman&Itemid=73&gid=27&lang=ru/](http://climatechange.igce.ru/index.php?option=com_docman&Itemid=73&gid=27&lang=ru/). Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2019 г.

### References

1. Global'noe izmenenie klimata – problemy potepleniya... tass.ru>spec/climate
2. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Global'noe poteplenie](https://ru.wikipedia.org/wiki/Global'noe_poteplenie)
3. *Tebuev Kh.Kh.* Izmenenie temperaturnogo rezhima v KBR za poslednie 30 let // Izvestiya KBGU. – 2020. – №1(27). – S. 174-183.
4. Materialy VMO. ZHENEVA, 9 iyulya 2020 god. (Vystuplenie general'nogo sekretarya VMO Petteri Taalasa).
5. [https://www.un.org/ru/sections/issues\\_depth/climate-change/index.html/](https://www.un.org/ru/sections/issues_depth/climate-change/index.html/) Izmenenie klimata OON.
6. EA Davidson. The contribution of manure and fertilizer nitrogen to atmospheric nitrous oxide since 1860. Nature Geoscience 2 (9), 659-662, 2009.
7. [http://climatechange.igce.ru/index.php?option=com\\_docman&Itemid=73&gid=27&lang=ru/](http://climatechange.igce.ru/index.php?option=com_docman&Itemid=73&gid=27&lang=ru/). Doklad ob osobennostyakh klimata na territorii Rossijskoj Federatsii za 2019 g.
8. *Тебуев Х.Х., Хутуева Л.А., Мирзоев М.А., Хуратижева М.Х.* Изменение температурного фона в степной зоне КБР // Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность: материалы VI Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Заслуженного деятеля науки РФ, КБР, Республики Адыгея, профессора Б.Х. Фиапшева 20 марта. Нальчик, 2020.
8. *Tebuev Kh.Kh. Khutueva L.A., Mirzo-ev M.A., Khuratizheva M.Kh.* Izmenenie temperaturnogo fona v stepnoj zone KBR // Sel'skokhozyajstvennoe zemlepol'zovanie i prodovol'stvennaya bezopasnost': materialy VI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferentsii, posvyashchennoj pamyati Zasluzhennogo deyatela nauki RF, KBR, Respubliki Adygeya, professora B.Kh. Fiapsheva 20 marta. Nal'chik, 2020.