

УДК: 621.31:551.58

## О НОВОМ ВЗГЛЯДЕ НА ДИНАМИКУ КЛИМАТА ЗЕМЛИ (ОБЗОР)

Басок Б.И., чл.-кор. НАН Украины, Базеев Е.Т., канд. техн. наук

Институт технической теплофизики НАН Украины, ул. Желябова, 2а, Киев, 03057, Украина

<https://doi.org/10.31472/ttpe.2.2019.7>

В обзоре представлены подходы относительно свойств климатической системы Земли, не совпадающие с общепризнанными. Результаты недавних исследований показывают более сложную (ступенчатую) временную динамику глобальной температуры, что позволяет говорить о присутствии в климатической системе терморегулирующего механизма, при идентификации которого можно будет оценить вероятность перехода в сторону повышения или понижения глобальной температуры. Приведены также результаты исследований механизма солнечно-магнитной активности как главной причины глобального потепления.

В огляді представлені підходи щодо властивостей кліматичної системи Землі, що не збігаються з загальнопризнаними. Результати недавніх досліджень показують більш складну (ступеневу) тимчасову динаміку глобальної температури, що дозволяє говорити про присутність в кліматичній системі терморегулюючого механізму, при ідентифікації якого можна буде оцінити ймовірність переходу в бік підвищення або зниження глобальної температури. Наведено також результати досліджень механізму сонячно-магнітної активності як головної причини глобального потепління.

The review presents approaches with respect to the properties of the Earth's climate system, which do not coincide with generally accepted ones. The results of recent studies show a more complex (stepwise) temporal dynamics of global temperature, which suggests the presence of a thermoregulatory mechanism in the climate system, which, if identified, will be able to estimate the likelihood of a transition to an increase or decrease in global temperature. The results of studies of the mechanism of solar-magnetic activity as the main cause of global warming are also given.

Библ. 10, рис. 5.

**Ключевые слова:** климатическая система Земли, парниковые газы, концентрация диоксида углерода, глобальная температурная динамика, терморегулирующий механизм, солнечно-магнитная активность, оптически-тонкая облачность.

Для прогнозов глобального изменения климата в настоящее время в качестве научной базы используются результаты научных исследований Межправительственной группы экспертов по проблеме изменения климата (МГЭИК), созданной в 1988 году Международной метеорологической организацией ООН (в группу входило около 2500 исследователей и экспертов со всего мира). Начиная с 1990 года, МГЭИК периодически готовит отчёты с прогнозами оценок роста концентрации диоксида углерода в атмосфере и повышения глобальной температуры до конца XXI столетия. В зависимости от сценариев развития мировой энергетики прогнозировалось к 2100 году по сравнению с концом XX века увеличение концентрации  $\text{CO}_2$  от 400 до 790 млн<sup>-1</sup>. (миллионные доли или ppm – количество молекул  $\text{CO}_2$  среди 1 млн. молекул газов воздуха) и температуры на 1...4 °C [1]. Были и более тревожные прогнозы – повышение концентрации  $\text{CO}_2$  от 540 до 970 млн<sup>-1</sup>. и температуры на 1,4...5,8 °C [2]. Относительно безопасным считается повышение концентрации  $\text{CO}_2$  до 470 млн<sup>-1</sup>. [3] и глобальной температуры на 1,7 [3], 1,5...1,7 °C [4], 2 °C [5].

Такие размытые показатели прогнозов изменения концентрации диоксида углерода и глобальной приземной температуры определяются ограниченностью

научных знаний о механизмах сложных, недостаточно изученных естественных процессов в природе, трудно прогнозируемых трендов развития мировой экономики, энергетики в условиях неопределённости ряда факторов. Это обстоятельство отмечено и в Климатической конвенции, один из ключевых пунктов которой гласит: «отметить наличие ряда неопределённостей в предсказаниях климатических изменений, в частности в отношении временных, амплитудных и региональных особенностей» [1]. Рекомендовалось усилить научные исследования, усовершенствовать модели углеродного цикла и климата, уточнить неопределённости по глобальному потеплению [1].

Расчёты МГЭИК характеризуются всё более повышающейся сложностью и широким диапазоном получаемых данных по оценкам изменения концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере и среднеглобальной температуры, вплоть до 5 °C. Допускается значительный разброс и в оценке такого важного показателя, как чувствительность к изменению содержания парниковых газов в атмосфере при удвоении концентрации  $\text{CO}_2$  – (1,5...5,5 °C) [6], (1,5...4,5 °C) [7].

Не все специалисты и научные коллективы разделяют такой драматический подход и выводы МГЭИК.

По разным сценариям и моделям к концу века глобальное среднегодовое потепление составит 1,2...2,6 °С и 0,9...1,2 °С [8], а чувствительность глобальной климатической системы – 1,9 °С [6].

Не разделяются и подходы МГЭИК относительно характера долговременной глобальной температурной динамики [7]. В моделях МГЭИК демонстрируется непрерывный рост антропогенного парникового воздей-

ствия (рис. 1) и непрерывный рост глобальной приповерхностной температуры (рис. 2).

С использованием недавно предложенного подхода к анализу пространственновременной динамики глобальной температуры показано, что «климатическая система демонстрирует поведение иного рода, чем предполагаемое парадигмой МГЭИК» [7]. Несмотря на растущую концентрацию парниковых газов, наблюде-

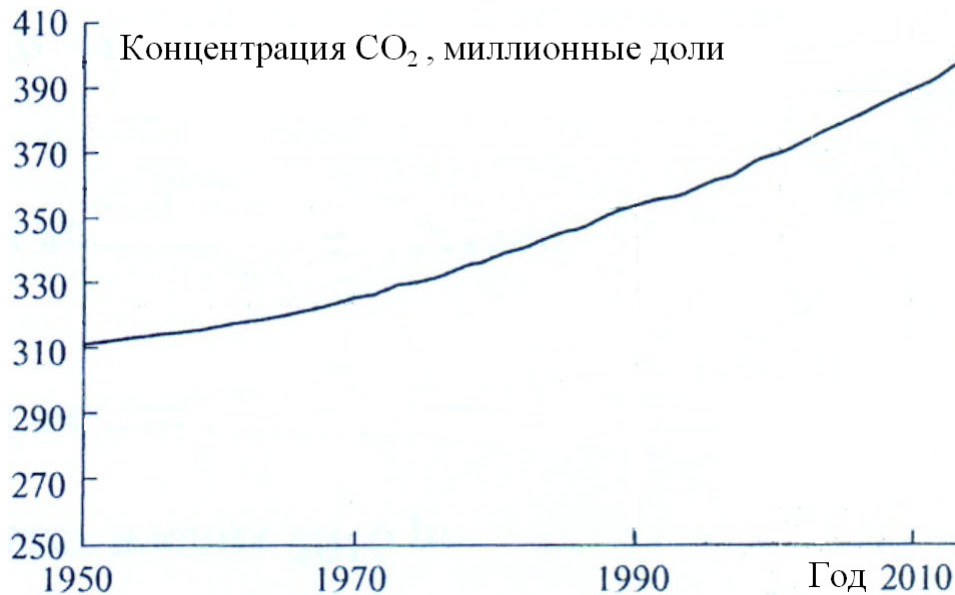


Рис. 1. Рост концентрации диоксида углерода в атмосфере [7].



Рис. 2. Сравнение наблюдений (1 - колебания) и расчетов (2 – ансамбль моделей, 3 – упрощенная модель, жирная гладкая линия) глобальной приповерхностной температуры [7].

ния показывают более сложную структуру временной динамики глобальной температуры, а именно: обнаруживаются постоянные короткие флуктуации температуры, в частности, квазистационарное состояние температуры, начиная с 1998 года (рис. 3) [7]. Такие паузы в динамике среднелобальной температуры приземного слоя можно заметить и при внимательном взгляде на инструментальные измерения температуры с середины XIX века до настоящего времени (рис. 4) [6]. Ступенчатая динамика глобальной температуры показывает обязательное присутствие в климатической системе термостабилизирующих механизмов. Эксперты МГЭИК

объясняют это случайными обстоятельствами. Но стохастический характер сразу трёх пауз представляется сомнительным. Пока нельзя достоверно указать причины скачков температуры, можно лишь описать произошедшие изменения. Скорее всего действует некий термостабилизирующий фактор. Как отмечается в [7], выявление механизма природы такого фактора может потребовать тщательного анализа сложных моделей по анализу климатической системы. Вполне возможно, что с повышением приповерхностной температуры, синхронно скачкообразно изменяются и будущие параметры климата и проявляют себя сложные обратные связи.

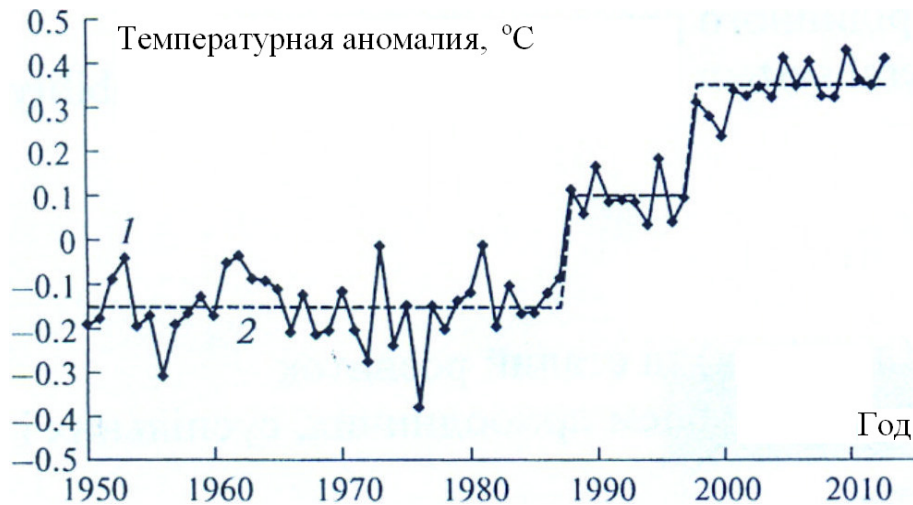


Рис. 3. Среднегодовые вариации температуры, 1 – средняя за год глобальная температурная аномалия, 2 – аппроксимация модельной ступенчатой функцией [7].

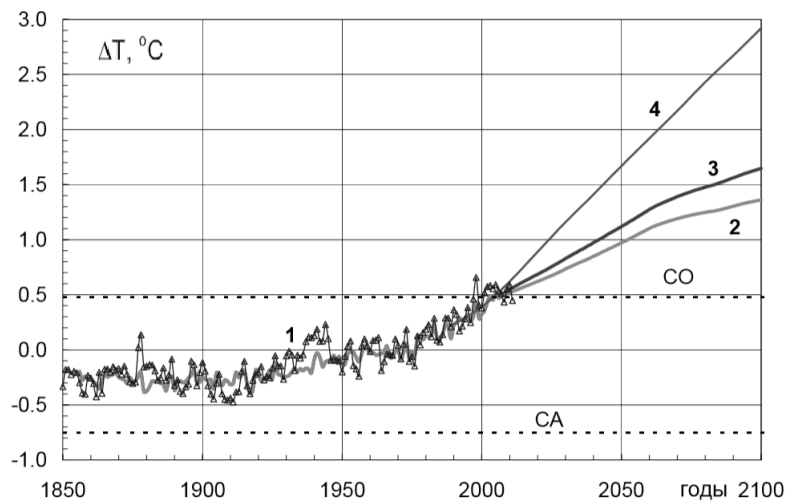


Рис. 4. Изменения среднелобальной температуры приземного слоя воздуха (по сравнению с уровнем 1950-1980 г.), 1 – данные измерений, сценарии: 2 – экологический, 3 – исторический, 4 – прогноз Киотского протокола. CA и CO – температурные уровни субатлантической эпохи и средневекового оптимума [6].

Если удастся раскрыть термостабилизирующий механизм отмеченных выше пауз повышения температуры, то появится возможность оценивать вероятность перехода в сторону повышения или, наоборот, в сторону понижения глобальной температуры. Нет сомнений в существовании парникового эффекта, но его влияние может быть не монотонным на динамику изменения глобальной температуры, а более сложным [7].

Нет единого мнения специалистов и о природе парникового эффекта. Как известно, МГЭИК объясняет повышение глобальной температуры возрастанием концентрации в атмосфере парниковых газов, главным образом, диоксида углерода, вследствие их антропогенных выбросов. Не все в научном сообществе разделяют подход МГЭИК об определяющей роли антропогенных выбросов в повышении глобальной температуры. Наличие парникового эффекта никто не отрицает, но по-иному определяют природу такого эффекта. Например, специалисты по физической оптике нижней атмосферы [9] объясняют природу современного глобального потепления воздействием факторов солнечно-магнитной

активности (вспышки на Солнце, магнитные бури). Поток микроволн из ионосферы образует в тропосфере из кластеров водяного пара конденсационно-кластерную дымку, переходящую в оптически тонкую облачность (в виде «молодых» перистых облаков), которая экранирует поток тепла в космос из нижней тропосферы и подстилающей поверхности. Происходит разогрев приземного воздуха и поверхности Мирового океана, рис. 5 [9]. Пары воды – основной парниковый газ в тропосфере и его содержание намного больше (до 36...70 %) по сравнению с содержанием (9...26 %)  $\text{CO}_2$ , (4...9 %) метана или (3...7 %) озона [9]. Таким образом, кластерообразование из паров воды, приводящее к созданию оптически тонкой облачности, становится основной причиной современного глобального потепления в эпоху прохождения в конце XX и в начале XXI столетия как солнечной, так и геомагнитной активности. Выброс парниковых газов антропогенного происхождения (главным образом диоксида углерода, метана), естественно, усиливает эффект глобального потепления.

Как отмечается в [9], развиваемые исследования

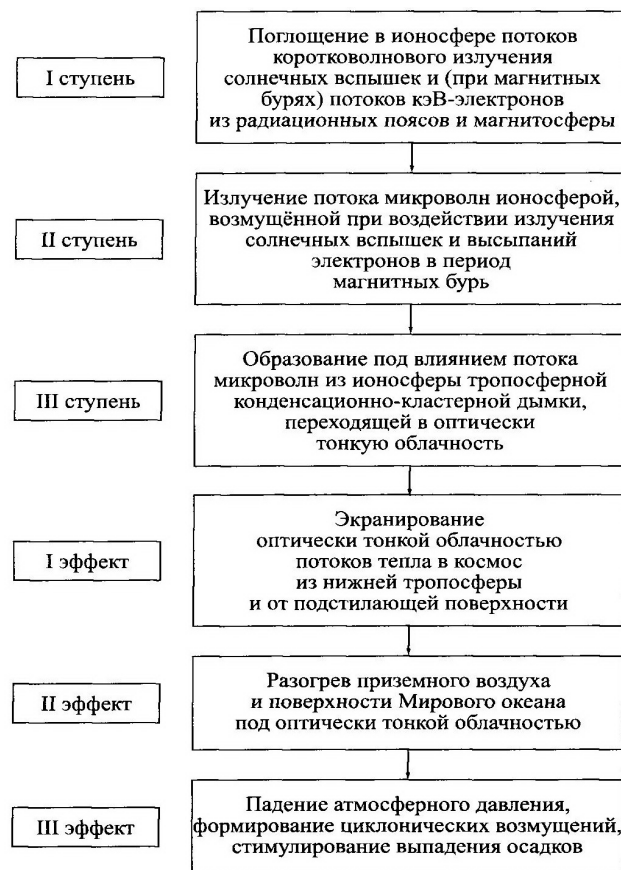


Рис. 5. Схема воздействия солнечно-геомагнитной активности на тропосферные метеопараметры под влиянием радиооптического трехступенчатого триггерного механизма [9].

солнечно-геомагнитной активности и техногенного электромагнитного шума (в том числе передающих устройств мобильной связи) позволят лучше понять механизм влияния сравнительно слабых воздействий на биосферу и окружающую среду, в частности, и на погодно-климатические характеристики.

Если говорить о прогнозах развития энергетики, то согласно «опыту генетических прогнозов мировой энергетики» в ближайшие десятилетия будут проявлять себя тенденции [10]:

1) стабилизация национального удельного энергопотребления на душу населения на уровне, который в основном определяется климато-географическими факторами;

2) неуклонное и практически линейное снижение со временем углеродной интенсивности мировой энергетики (количество диоксида углерода, приходящейся на единицу потребления энергии). Тренд изменений структуры топливно-энергетического баланса, наблюдается уже более ста лет (переход от угля к нефти, газа и в последнее время – к увеличенным объемам возобновляемых энергоресурсов).

Последняя тенденция приводит, как отмечено в [10], к снижению темпов роста антропогенного воздействия на климатическую систему и следует ожидать весьма умеренных изменений состава атмосферы и климата планеты.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. *Мировая энергетика будущего* – время действовать. Документы МИРЭС 2000. Мировой энергетический Совет. Справочный перевод. 2000. – 175 с.

2. *Стан світу 2002* / К. Флавін та ін. Пер. з англійської: ВГО «Україна. Порядок денний на XXI століття та інститут сталого розвитку» – К.: Інтелсфера. 2002. – 289 с.

3. *Терешин А.Г., Клименко А.В., Клименко В.В.* Золотой век газа и его влияние на мировую энергетику, глобальный цикл углерода и климат // Теплоэнергетика. 2015. №5. – С. 3–13.

4. *Демерчян К.К., Демерчян К.С., Кондратьев К.Я.* Темп роста концентрации CO<sub>2</sub> и уточнение его прогнозных оценок // Изв. РАН. Энергетика. 2001. №1. – С. 3–35.

5. *Елисеев А.В.* Глобальный цикл CO<sub>2</sub> // <https://docplayer.ru/62542231-Globalnyy-cikl-so2-a-v-eliseev-ifa-im-a-m-obuhova-ran-kazanskiy-privolzhskiy-federalnyy-universitet.html>.

6. *Клименко В.В., Терешин А.Г.* Мировая энергетика и глобальный климат в XXI веке в контексте исторических тенденций: пределы роста // Универсальная и глобальная история. Эволюция Вселенной, Земли, жизни, общества / Под ред. Л. Е. Гринина, И. В., Ильина А. В. Коротаяева. – Волгоград: Учитель, 2012. – С. 608-621. – 688 с. – (Библиотека факультета глобальных процессов МГУ).

7. *Барцев С.И., Белолипецкий П.В., Дегерменджи А.Г.* и др. Новый взгляд на динамику климата Земли // Вестник РАН. 2016. Т. 86. № 3. – С. 244–251.

8. *Аржанов М.М.* и др. Оценка климатических изменений в Северном полушарии в XXI веке при альтернативных сценариях антропогенного воздействия // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2012. Т. 48. №6. – С. 643–654.

9. *Авакян С.В.* Супрамолекулярная физика окружающей среды: климатические и биофизические эффекты // Вестник РАН. 2017. Т. 87. № 5. – С. 456–466.

10. *Клименко В.В.* Опыт генетических прогнозов мировой энергетики: можем ли мы предвидеть далёкое будущее // Доклады академии наук. Энергетика. 2014. Т. 458. №4. – С. 415–418.

## ON THE NEW LOOK AT THE DYNAMICS OF THE EARTH'S CLIMATE (REVIEW)

**Basok B.I., Bazeev T.T.**

*Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine, vul. Zhelyabova, 2a, Kyiv, 03680, Ukraine*

<https://doi.org/10.31472/tpe.2.2019.7>

The review article presents a comparative analysis of predicting the dynamics of changes in carbon dioxide concentration in the Earth's atmosphere and the global surface temperature. If the approaches and conclusions of the International Panel on Climate Change demonstrate a monotonous increase in carbon dioxide concentration in the Earth's atmosphere and global surface temperature, the IPCC opponents, without denying the effect of greenhouse gases on global temperature, find that increases not monotonously, but intermittently, starting from the middle of the 20th century. Such pauses in the dynamics of global temperature changes are probably explained by the presence of some thermal stabilizing mechanism, the nature of which needs to be further explained. Determining such a mechanism for the appearance of the temperature pauses noted above will help to estimate the probability of a global temperature moving downwards or, conversely, upwards.

The results of studies of the mechanism of solar-magnetic activity, the main reason for the increase in the global surface temperature, are also presented.

References 10, figures 5.

**Key words:** Earth's climate system, greenhouse gases, carbon dioxide concentration, global temperature dynamics, thermostatic mechanism, solar-magnetic activity, optical-thin clouds.

1. [*World energy of the future – time to act*], Dokumenty MIREs 2000. Mirovoy energeticheskiy Sovet. Spravochnyy perevod [WEC documents 2000. World Energy Council. Reference translation]. 2000. 175p. (Rus.)

2. *Flavin K., Franch G., Gardner G.* and others [The state of the world – 2002], per. from english NGO "Ukraine. The Agenda for the XXI Century" and the Institute for Sustainable Development, Kyiv, Intelsfera [Intelsphere]. 2002. 289p. (Ukr.)

3. *Tereshin A.H., Klimenko A.V., Klimenko V.V.* [The Golden Age of Gas and its Impact on the World Energy Sector, the Global Carbon Cycle and Climate], *Teploenergetika* [Thermal Engineering], 2015. № 5. P. 3–13. (Rus.)

4. *Demerchian K.K., Demerchian K.S., Kondratev K.Ya.* [The growth rate of CO<sub>2</sub> concentration and the refinement of its forecast estimates], *Izvestiia RAN. Enerhetika* [Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Power Engineering], 2001. № 1. P. 3–35. (Rus.)

5. *Eliseev A.V.* [The global CO<sub>2</sub> cycle: main processes and interactions with climate], *Fundamentalnaia i prikladnaia klimatologhiia* [Fundamental and Applied Climatology], 2017. V. 4. P. 9–31. (Rus.)

6. *Klimenko V.V., Tereshin A.H.* [World Energy and Global Climate in the 21st Century in the Context of Historical Trends: Growth Limits], *Universal and Global History. Evolution of the Universe, Earth, Life, Society.* Ed. Hrinin L. E., Ilin I. V., Korotaiev A. V., Volgograd, Uchitel [Teacher], 2012. P. 608–621. (Rus.) (Library of the Faculty of Global Processes, Moscow State University)

7. *Bartsev S.I., Belolipetskii P.V., Dehermendzhi A.H.* et al. [New Look at the Dynamics of the Earth's Climate], *Vestnik RAN* [Herald of the Russian Academy of Sciences], 2016. V. 86. № 3. P. 244–251. (Rus.)

8. *Arzhanov M.M.* et al. [Assessment of Climate Change in the Northern Hemisphere in the 21st Century under Alternative Scenarios of Anthropogenic Influence], *Izvestiia RAN. Fizika atmosfery i okeana* [Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Atmospheric and Oceanic Physics], 2012. V. 48. № 6. P. 643–654. (Rus.)

9. *Avakian S.V.* [Supramolecular Physics of the Environment: Climatic and Biophysical Effects], *Vestnik RAN* [Herald of the Russian Academy of Sciences], 2017. V. 87. № 5. P. 456–466. (Rus.)

10. *Klimenko V.V.* [Experience of genetic forecasts of world energy: can we foresee the distant future], *Doklady akademii nauk. Enerhetika* [Doklady Academy of Sciences. Energy], 2014. V. 458. № 4. P. 415–18. (Rus.)

*Получено 06.05.2019*

*Received 06.05.2019*