

УДК 551.583

**ОЦЕНКА ВОЗМОЖНЫХ СЦЕНАРИЕВ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА****Ростом Г.Р.***ФГБОУ ВО «Липецкий государственный педагогический университет  
имени П.П. Семенова-Тян-Шанского», Липецк, e-mail: rostom@mail.ru*

В статье сделана попытка оценить различные сценарии изменения климата на Земле. Целью исследования является определение наиболее реалистичного сценария будущих климатических изменений. Выяснено, что существующие объективные данные об изменении климата при тиражировании в значительной степени искажаются. Приведены выверенные величины наблюдаемых показателей изменения климатических характеристик за последние несколько десятилетий. Подчеркнуто, что в распределении наблюдаемых климатических характеристик существуют значительные территориальные различия, которые часто имеют противоположные знаки. Эту особенность необходимо учитывать при применении усредненных характеристик к конкретным территориям. Общеизвестным ведущим фактором изменения климата считается антропогенная компонента, а именно – увеличение концентрации парниковых газов в атмосфере. Автор считает неубедительным метод сопоставления хода показателей, который использовался для выявления данного ведущего фактора. Приведены результаты научных исследований, выявивших важную роль природных факторов в климатической системе (обмен атмосферы с океаном, круговорот углерода и метана). Возросшая антропогенная компонента в данном случае рассматривается не как решающий фактор изменений, а как один из факторов, направленность действия которого совпала с направленностью действия других факторов. Касаясь возможных сценариев дальнейшего изменения климатических характеристик, автор указывает на необходимость учета того факта, что все они построены на основе линейных трендов, тогда как поведение климатической системы описывается нелинейными законами. В этой связи необходимо учитывать возможные искажения сценариев, построенные на их основе. Делается вывод о том, что многообразие сценариев поведения климатической системы связано не с точностью расчетов, а с многообразием математических моделей, положенных в основу прогнозных моделей. Существующие модели прогнозируют не только возможное повышение температуры приземного воздуха в будущем на различное число градусов, но также и ее понижение и наступление ледникового периода

**Ключевые слова:** климатическая система, сценарии изменения климата, антропогенное воздействие**EVALUATION OF POSSIBLE CLIMATE CHANGE SCENARIOS****Rostom G.R.***Lipetsk State Pedagogical P. Semenov-Tyan-Shansky University, Lipetsk, e-mail: rostom@mail.ru*

The article makes an attempt to evaluate various scenarios of climate change on the Earth. The purpose of the study is to determine the most realistic scenario for future climate change. It was founded out that the existing objective data on climate changes is largely distorted when replicated. Verified values of observed changes in climatic characteristics over the past few decades are presented. It is emphasized that the distribution of observed climatic characteristics have various territorial differences and opposite signs. This feature should be taken into account when applying average characteristics to specific areas. The generally recognized leading factor in climate change is the anthropogenic component, namely, the increase in the concentration of greenhouse gases in the atmosphere. The author considers the method of comparing the graphs, which was used to identify the leading factor as unconvincing. Results of scientific research that have revealed the importance of natural factors in the climate system are shown (the exchange between the atmosphere and the ocean, the carbon and methane cycles). The increased anthropogenic component in this case is considered not as a decisive factor of changes, but as one of the factors whose action direction is consistent with the action direction of other factors. Concerning possible scenarios of further changes in climatic characteristics it is important to take into account that they are all built on the basis of linear trends, whereas the behavior of the climate system is described by nonlinear laws. In this regard, it is necessary to take into account the possible distortions of the scenarios, built on their basis. It is concluded that the variety of scenarios of the behavior of the climate system is not due to the accuracy of the calculations, but to the variety of mathematical models that form the basics of the forecast models. Existing models predict not only a possible increase in the temperature of surface air in the future by a different number of degrees, but also its decrease and the onset of a glacial period.

**Keywords:** climatic system, climate change scenarios, anthropogenic impact

В наше время не только специалистам, но и простым образованным людям все чаще приходится обращаться к сведениям, характеризующим глобальные изменения климата Земли. Такие сведения касаются интересов каждого жителя нашей планеты. Благополучие многих людей, судьба крупных компаний и целых стран напрямую зависит от того, какие изменения климати-

ческих характеристик произойдут в обозримом будущем. Для устойчивого развития очень важным является правильный прогноз развития событий, чтобы успеть правильно выбрать стратегию и тактику поведения. Именно поэтому изменения климата определены как глобальная проблема человечества, а адаптация к климатическим изменениям является важной международ-

ной задачей. Вместе с тем именно благодаря большому интересу и востребованности данной информации в обществе она подверглась значительным искажениям. Одни искажают информацию намеренно, чтобы получить материальные выгоды. Другие делают это неосознанно, находясь под влиянием средств массовой информации, которые не всегда корректно отображают действительность. В этой связи важным является использование корректных и неискаженных данных о происходящих изменениях климата Земли, определение оптимальных сценариев дальнейшего развития этих изменений.

#### *Исходные материалы*

Наименее предвзятыми считаются данные международных организаций в области изменения климата. Для изучения вопроса изменения климата Всемирная метеорологическая организация (ВМО) и Организация ООН по охране окружающей среды (ЮНЕП) в 1988 г. создали принципиально новое образование – Межправительственную группу экспертов по проблеме изменения климата (МГЭИК). МГЭИК не проводит собственных научных исследований. Деятельность этой организации состоит в подготовке максимально полных научных обзоров проблемы изменения климата на основе научных публикаций, которые в итоге составляют цельный оценочный доклад. Раз в шесть лет выпускается Доклад по изменению климата, который готовят эксперты. Их кандидатуры выдвигает международное научное сообщество через национальных представителей МГЭИК в различных странах. Каждого из ведущих авторов утверждает бюро МГЭИК. При этом обязательным требованием к кандидату является опыт работы в науке по соответствующему профилю. Например, над Пятым оценочным докладом, который вышел в 2013 г., трудились более 830 экспертов по целому ряду научных, технических и социально-экономических дисциплин. Их работу многократно анализировали и редактировали более 2 000 редакторов-рецензентов. Каждый Доклад – это системно организованное изложение строго научных результатов, накопленных за истекший период, с оценками степени уверенности и меры согласия научного сообщества по основным формулируемым в Докладе выводам. Все Доклады свободно распространяются в информационном пространстве (интернете), а резюме его томов переводятся на русский язык [1, 2]. Сведения, содержащиеся

в Докладе, можно считать наиболее достоверным источником информации о климате Земли и его изменении.

Другим не менее важным источником объективной информации являются труды ученых, крупнейших научных институтов и коллективов. Зная исходные научные постулаты и аксиомы, лежащие в основе той или иной научной школы или научных воззрений конкретного ученого, можно получить более широкое представление о возможных моделях явления, включающее иной набор факторов и в итоге дающее иные результаты. Часто такие результаты подкрепляют и с еще большей убедительностью доказывают общепринятые воззрения. Но иногда позволяют увидеть возможные аспекты переоценки тех или иных факторов, недостаточную обоснованность тех или иных выводов.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

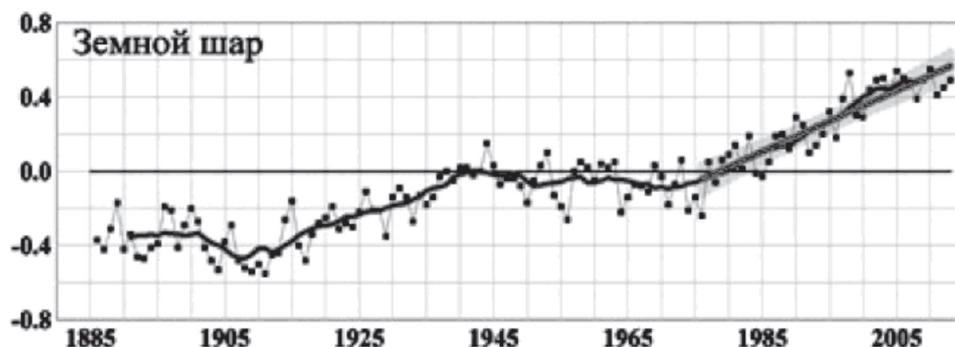
Несмотря на то, что потепление климатической системы является неоспоримым фактом, более корректным термином для характеристики происходящих на Земле явлений является «изменение климата», поскольку кроме повышения температуры (потепления в целом) происходят и другие существенные изменения (в том числе и уменьшение температуры). В таблице приведены некоторые выверенные общие данные о наблюдаемых изменениях климатической системы Земли.

Анализ таблицы позволяет говорить о том, что значения параметров изменения климатических показателей не так уж и велики. Некоторые значения настолько малы (температуры воздуха, уровня океана), что они близки к допустимой погрешности измерений. В данном случае необходимо понимать, что полученные значения являются трендовыми, получены статистически и имеют определенную степень неопределенности и достоверности. Для их расчета использовались косвенные методы, поскольку анализировались показатели за период, когда прямые систематические наблюдения ещё не велись. Например, с 1998 г. (т.е. уже 19 лет) температура приземного воздуха не увеличивалась. Но это не опровергает положения о глобальном ее повышении. Средний тренд изменения температуры приземного воздуха, несмотря на ежегодные отклонения, имеет тенденцию увеличения (рисунок).

## Величина некоторых изменений в атмосфере, океане и криосфере

Показатель	Среднее значение показателя в исходном периоде	Среднее значение показателя в наше время	Изменение показателя за соответствующий период
глобальная усредненная температура приземного воздуха	1880 г. −0,35°C	2012 г. 0,45°C	увеличение, от 0,74°C до 0,85°C
средний глобальный уровень моря	1901 г. 0 м	2010 г. 0,19 м	увеличение, 0,19 м
атмосферная концентрация CO <sub>2</sub> (ppm – количество молекул на миллион молекул сухого воздуха)	1960 г. 320 ppm	2011 г. 391 ppm	увеличение, 71 ppm
среднегодовое значение площади арктического морского льда	1979 г. 8 млн км <sup>2</sup>	2013 г. 6 млн км <sup>2</sup>	уменьшение, за десятилетие на 0,45–0,51 млн км <sup>2</sup> (3,5–4,1%)
толщина арктического морского льда	1979 г. данные не приведены	2012 г. данные не приведены	уменьшение, за 20 лет на 1,3–2,3 м
среднегодовое значение площади антарктического морского льда			увеличение, за десятилетие на 0,13–0,2 млн км <sup>2</sup> (1,2–1,8%)

Примечание. Составлено по [1, 2].



Годовые аномалии температуры приземного воздуха [1]

В то же время многие климатологи считают, что изменения температуры приземного воздуха являются абсолютно не значимыми для оценки количества тепловой энергии в климатической системе Земли. Почти вся кинетическая и тепловая энергия сосредоточивается в океане. На его долю приходится более 90% аккумулированной энергии. Повышение температуры вод океана и является наиболее важным фактором, способствующим увеличению количества энергии, содержащейся во всей климатической системе Земли. Поэтому немало важным доказательством глобального потепления может стать рост теплосодержания океанских вод. На эту особенность климатической системы указывают В.И. Биненко [3], В.Н. Малинин [4], А. Cazenave [5],

G. Choblet [6], D.J. Easterbrook [7]. Но человеку важнее знать параметры, касающиеся непосредственно его самого – поэтому вопрос о температуре океанских вод совсем слабо освещается в научных изданиях.

Усредненные трендовые значения наблюдаемых изменений не учитывают не только значительного разброса показателей по вертикальной структуре и сезонам, но и в плане географического (территориального) распределения. Так, средняя приземная температура воздуха в различных районах Земли не только в разной степени увеличивалась, но и уменьшалась. Так же неравномерно изменялись количество осадков, уровень моря в различных регионах, площадь льда в разных секторах Арктики и Антарктики [1]. Например, за более чем

100 лет в районе северной Атлантики температура приземного воздуха опустилась на 0,6°C, тогда как в Центральной Азии она поднялась на 2,5°C. На севере Европы происходило увеличение количества осадков на 100 мм/год за десятилетие, а на юге Европы – уменьшение ежегодного количества осадков на 100 мм/год за десятилетие. На востоке Тихого океана происходило уменьшение поверхностного уровня на 10 мм/год, а на западе – увеличение поверхностного уровня на 10 мм/год [1]. Выявленные региональные различия указывают на неоднородность процессов в климатической системе Земли и неоднозначную реакцию на них различных регионов. Неоднородность в поведении климатической системы выявили в своих исследованиях А.И. Куликов [8] и F.V. Avila [9].

В Докладе МГЭИК определены наиболее вероятные факторы изменения климата. Было доказано, что они не являются простыми колебаниями климатических показателей, которые происходят без какого-либо внешнего воздействия, т.е. только из-за внутренней изменчивости климатической системы. Внешними по отношению к климатической системе воздействиями считают вулканические извержения, изменения яркости Солнца. Сюда же относят антропогенное воздействие, которое включает в себя выбросы парниковых газов. Любое из этих воздействий могло вызывать изменение климата. Выявление наиболее существенного фактора, повлиявшего на изменение климата, проводилось с помощью модельных имитаций. Наиболее существенное воздействие определялось по наиболее заметному «отпечатку» на климатические характеристики. Или, говоря простым языком, наиболее существенный фактор определялся при помощи наложения графика наблюдаемых изменений (повышения глобальной приземной температуры) с графиками хода различных факторов. Фактор, ход графика которого оказался наиболее близким к ходу графика повышения температуры, принят как наиболее существенный. Оказалось, что ход глобальной приземной температуры больше совпадает с ходом влияния антропогенной компоненты. Вместе с тем, если следовать строго научному подходу, устанавливать прямую причинно-следственную связь между двумя явлениями на основе одного лишь совпадения хода графиков выглядит не слишком убедительно. Хотя автор целиком и полностью поддерживает идею необходимости уменьшения концентрации

парниковых газов в атмосфере для того, чтобы как можно дольше сохранить устойчивость экосистемы Земли.

Достаточно большое число ученых не ограничиваются сопоставлениями хода показателей и применяют различные математические модели для установления причинно-следственных связей между наблюдаемыми показателями изменения климата и возможными факторами этих изменений. Все альтернативные воззрения на происходящие процессы в климатической системе можно разделить на две группы. Одна группа авторов считает происходящие климатические изменения несущественными. Так, D. Lüthi [10], J.P. Petit [11], L. Loulergue [12] на основании изучения концентрации диоксида углерода и метана в кернах антарктических льдов воссоздали особенности климата прошедших 800 тыс. лет. На этой основе он делает вывод о незначительных колебаниях показателей в современной климатической системе. Вторая группа авторов в своих моделях подтверждает существование тренда к повышению температуры приземного воздуха, но в своих моделях включают большее количество разнообразных факторов. В результате более существенным фактором, влияющим на климатические изменения, оказался природный. Антропогенный фактор при этом рассматривается как запускающий механизм [13–15]. Например, И.И. Мохову [16, 17] и В.А. Семенову [18] удалось установить, что наиболее существенное влияние на изменение климатической системы оказывает естественный цикл углерода, включая цикл метана.

Л. Диневич и др. [19] склоняются к мнению, что наблюдаемые изменения климата доказывают уменьшающуюся солнечную активность, которая в конечном итоге приведет к ледниковому периоду. К такому же выводу, основанному на циклах гелиомагнитной активности и обращения Солнца пришла группа ученых института океанологии РАН [20].

### Заключение

Несомненно то, что с 1950 гг. происходит повышение температуры приземного воздуха. Доказательства потепления климата Земли следуют из нескольких независимых климатических показателей и включают в себя изменения температуры поверхности атмосферы и океана; ледников; снежного покрова, морского льда; уровня моря и водяного пара в атмосфере. Ученые многих

стран многократно проводили независимые проверки этих изменений. Нет сомнения в том, что по сравнению с XIX веком мир стал теплее.

Однако это вовсе не означает, что, во-первых, процесс потепления будет происходить и дальше. Во-вторых, что главным фактором изменений в климатической системе является антропогенный. Необходимо понимать, что установленные закономерности изменения климатических показателей являются трендовыми, поэтому они не всегда однозначно и повсеместно выполняются. Слабо учитываются территориальные различия в изменении климатических показателей. А они достаточно существенны и подчас имеют различные знаки. Совсем не учитывается вероятностный характер вывода о том, что антропогенное воздействие на климатическую систему является доминирующей причиной наблюдаемого потепления. Если же говорить о прогнозных сценариях, то необходимо учитывать тот факт, что климатическая система является нелинейной, а установленные линейные закономерности для её развития весьма условны. Таким образом, говорить о наблюдаемых изменениях климата и прогнозных сценариях его изменения необходимо с учетом вероятностного характера многих показателей и их географической дифференциации в широких пределах. Необходимо также учитывать многообразие математических моделей, положенных в основу прогнозных моделей.

### Список литературы

1. Изменение климата, 2013. Физическая научная основа. Резюме для политиков, техническое резюме и часто задаваемые вопросы. МГЭИК. – 2013. – 204 с. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5\\_SPM\\_brochure\\_ru.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SPM_brochure_ru.pdf) (дата обращения: 15.02.2018).
2. Кокорин А.О. Изменение климата: обзор Пятого оценочного доклада МГЭИК. – М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2014. – 80 с. URL: [http://www.wwf.ru/data/climate/ipcc\\_review.pdf](http://www.wwf.ru/data/climate/ipcc_review.pdf). (дата обращения: 15.02.2018).
3. Биненко В.И. Киотский протокол и некоторые аспекты современного изменения климата (по результатам научных чтений, посвящённых 95-летию академика РАН К.Я. Кондратьева) // Региональная экология. – 2015. – № 2(37). – С. 3–15.
4. Малинин В.Н. Об изменениях глобального климата в начале 21-го столетия // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. – 2010. – № 15. – С. 150–154.
5. Cazenave A., Remy F. Sea level and climate: measurements and causes of changes. *Wires climate change*. – 2011. – vol. 2, no. 5. – P. 647–662. DOI: 10.1002/wcc.139/.
6. Choblet G., Husson L., Bodin T. Probabilistic surface reconstruction of coastal sea level rise during the twentieth century. *Journal of Geophysical Research. Solid Earth*. – 2014. – vol.119, no.12. – P. 9206–9236. DOI: 10.1002/2014JB011639.
7. Easterbrook D.J. Geologic evidence of recurring climate cycles and their implications for the cause of global climate changes. *The Past is the Key to the Future. Evidence-based climate science Geological Society of America Abstracts with Programs*. 2011, vol. 39, no. 6, pp. 3 – 51. DOI: 10.1016/b978-0-12-385956-3.10001-4/.
8. Куликов А.И. О глобальном изменении климата и его экосистемных следствиях // Аридные экосистемы. – 2014. – Т. 20, № 3 (60). – С. 5–13.
9. Avila F.B., Pitman A.J., Donat M.G., Alexander L.V., Abramowitz G. Climate model simulated changes in temperature extremes due to land cover change // *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. – 2012. – vol 117. DOI: 10.1029/2011JD016382. Available at: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1029/2011JD016382> (accessed 28.02.2018).
10. Luthi D., Le Floch M., Bereiter B., et al. High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000–800,000 years before present // *Nature*. – 2008. – vol. 453, no. 7193. – P. 379–382.
11. Petit J.P., Jouzel J., Raynaud D., et al. Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica // *Nature*. – 1999. – vol. 399, no 6735. – P. 429–436.
12. Louergue L., Schilt A., Spahni R., et al. Orbital and millennial-scale features of atmospheric CH<sub>4</sub> over the past 800,000 years // *Nature*. – 2008. – vol. 453, no. 7193. – P. 383–386.
13. Жарников В.Б. Роль техногенеза в глобальном изменении климата // *Интерэкспо Гео-Сибирь*. – 2010. – Т. 3, № 2. – С. 144–148.
14. Канило П.М. Антропогенно-экологические факторы глобального потепления климата // *Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит*. – 2013. – № 8 (114). – С. 53–60.
15. Спорышев П.В. Причины наблюдаемых изменений климата // *Труды главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова*. – 2014. – № 574. – С. 39–124.
16. Мохов И.И. Оценки влияния изменений глобальной приповерхностной температуры с разными естественными и антропогенными факторами на основе данных наблюдений // *Доклады АН*. – 2012. – Т. 443, № 2. – С.225–231.
17. Мохов И.И. Результаты российских исследований климата в 2007–2010 гг. // *Изв. РАН. Физика атмосферы и океана*. – 2013. – Т. 49, № 1. – С.3–18.
18. Семенов В.А. Моделирование влияния естественной долгопериодной изменчивости в северной Атлантике на формирование аномалий климата // *Морской гидрофизический журнал*. – 2014. – № 4. – С. 14–27.
19. Вакуленко Н.В., Нигматулин Р.И., Сонечкин Д.М. К вопросу о глобальном изменении климата // *Метеорология и гидрология*. – 2015. – № 9. – С. 89–97.
20. Диневиц Л. К вопросу об изменении климата // *Современные наукоемкие технологии*. – 2013. – № 2. – С. 60–63.

### References

1. *Izmenenie klimata, 2013. Fizicheskaia nauchnaia osnova. Reziime dlia politikov, tekhnicheskoe reziime i chasto zadavaemye voprosy. MGEIK*. – 2013. – 204 p. [Climate Change, 2013.: Physical Bases. Summary for politicians, technical summaries and frequently asked questions. The IPCC. 2013: 204.]. Available at: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5\\_SPM\\_brochure\\_ru.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SPM_brochure_ru.pdf) (accessed 15 February 2018).
2. Kokorin A.O. *Izmenenie klimata: obzor Piatogo otsenochного doklada MGEIK*. M.: Vsemirnyi fond dikoi prirody (WWF), –2014. – 80 p. [Climate change: review of the IPCC Fifth Assessment Report. M.: World Wildlife Fund (WWF). 2014: 80. ]. Available at: [http://www.wwf.ru/data/climate/ipcc\\_review.pdf](http://www.wwf.ru/data/climate/ipcc_review.pdf) (accessed 15 February 2018).
3. Binenko V.I. The Kyoto Protocol and some aspects of the current climate change (based on the results of scientific readings devoted to the 95th birthday of academician Y. Kondratyev). [Kiotskii protokol i nekotorye aspekty sovremennogo izmeneniia klimata (po rezul'tatam nauchnykh chtenii, posviashchennykh

95-letiiu akademika RAN K. Ia. Kondrat'eva)]. Regional'naya ekologiya – Regional ecology, 2015, no. 2, pp. 3–15.

4. Malinin V.N. About changes in the global climate at the beginning of the 21st century [Ob izmeneniakh global'nogo klimata v nachale 21-go stoletia ]. Uchenye zapiski Rossiiskogo gosudarstvennogo gidrometeorologicheskogo universiteta – Scientific notes of the Russian State Hydrometeorological University, 2010, no. 15, pp. 150–154.

5. Cazenave A., Remy F. Sea level and climate: measurements and causes of changes. *Wires climate change*, 2011, no. 5, pp. 647–662. DOI: 10.1002/wcc.139/

6. Choblet G., Husson L., Bodin T. Probabilistic surface reconstruction of coastal sea level rise during the twentieth century. *Journal of Geophysical Research. Solid Earth*, 2014, no. 12, pp. 9206–9236. DOI: 10.1002/2014JB011639.

7. Easterbrook D.J. Geologic evidence of recurring climate cycles and their implications for the cause of global climate changes – the past is the key to the future. *Evidence-based climate science. Geological Society of America Abstracts with Programs*, 2011, no. 6, pp. 3–51. DOI: 10.1666/978-0-12-385956-3.10001-4.

8. Kulikov A.I. About global climate change and its ecosystem effects [O global'nom izmenenii klimata i ego ekosistemnykh sledstviakh]. *Aridnye ekosistemy – Arid ecosystems*, 2014, no. 3, pp. 5–13.

9. Avila F.B., Pitman A.J., Donat M.G., Alexander L.V., Abramowitz G. Climate model simulated changes in temperature extremes due to land cover change // *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 2011, no. 117. Available at: [https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/ 10.1029/2011JD016382](https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1029/2011JD016382). (accessed 28.02.2018). doi: DOI:10.1029/2011JD016382.

10. Luthi D., Le Floch M., Bereiter B. High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000–800,000 years before present // *Nature*, 2008, no. 7193, pp. 379–382.

11. Petit J.P., Jouzel J., Raynaud D. Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica // *Nature*, 1999, no. 6735, pp. 429–436.

12. Loulergue L., Schilt A., Spahni R. Orbital and millennial-scale features of atmospheric CH<sub>4</sub> over the past 800,000 years // *Nature*, 2008, no. 7193, pp. 383–386.

13. Zharnikov V.B. The role of technogenesis in global climate change [Rol' tekhnogeneza v global'nom izmenenii klimata ]. *Interexpo Geo-Sibir' – Interexpo Geo-Siberia*, 2010, no. 2, pp. 144–148.

14. Kanilo P.M. Anthropogenically-ecological factors of global warming of the climate [Antropogennno-ekologicheskie faktory global'nogo potepeniia klimata]. *Energoberezhenie. Energetika. Energoaudit – Energy saving. Power engineering. Energy audit*, 2013, no. 8, pp. 53–60.

15. Sporyshev P.V. The causes of observed climate change [Prichiny nabliudaemykh izmenenii klimata]. *Trudy glavnoi geofizicheskoi observatorii im. A.I. Voeikova – Papers of the main geophysical observatory. A.I. Voeikov*, 2014, no. 574, pp. 39–124.

16. Mokhov I.I. Estimates of the influence of changes in global near-surface temperature with different natural and anthropogenic factors on the basis of observational data [Otsenki vliianiia izmenenii global'noi pripoverkhnostnoi temperatury s raznymi estestvennymi i antropogennymi faktorami na osnove dannykh nabliudeni]. *Doklady Akademii Nauk – Academy of science reports*, 2012, no. 2, pp. 225–231.

17. Mokhov I.I. The results of Russian climate studies in 2007–2010 [Rezultaty rossiiskikh issledovaniia klimata v 2007–2010 gg. ]. *Izvestiia RAN. Fizika atmosfery i okeana – Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Atmosphere and ocean physics*, 2013, no. 1, pp. 3–18.

18. Semenov V.A. Modeling of the influence of natural long-term variability in the northern Atlantic on the formation of climate anomalies [Modelirovanie vliianiia estestvennoi dolgoperiodnoi izmenchivosti v severnoi Atlantike na formirovanie anomalii klimata ]. *Morskoi gidrofizicheskii zhurnal – Marine Hydrophysical Journal*, 2014, no. 4, pp. 14–27.

19. Vakulenko N.V., Nigmatulin R.I., Sonechkin D.M. On the issue of global climate change. [K voprosu o global'nom izmenenii klimata]. *Meteorologiya i gidrologiya – Meteorology and Hydrology*, 2015, no. 9, pp. 89–97.

20. Dinevich L. On the issue of climate change [K voprosu ob izmenenii klimata ]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii – Modern high technologies*, 2013, no. 2, pp. 60–63.