

ДИНАМИКА ГЛОБАЛЬНЫХ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ И УЧЕНИЕ О БИОСФЕРЕ В.И. ВЕРНАДСКОГО

В.В. Снакин*

На основе учения В.И. Вернадского о биосфере и современных научных данных сделана попытка анализа механизмов динамики современных глобальных процессов на примере климатических изменений. Рассмотрены возможные причины наблюдающегося в последнее столетие потепления как естественного, так и антропогенного характера. Показано, что именно рост температуры вызывает рост концентрации углекислого газа и метана в атмосфере, а не наоборот, как это следует из гипотезы парникового эффекта. В этом видится главная причина низкой эффективности принимаемых на международном уровне усилий по стабилизации климата. Течение природных процессов, как и в целом эволюция биосферы, имеет неустойчивый, циклический характер, реализуемый по своим законам. Особое внимание уделено учению о биосфере В.И. Вернадского, его взглядам на роль разума и научных исследований в разрешении неизбежно возникающих в ходе эволюции на Земле проблем, обусловленных стремительно с исторических позиций и глобально развивающимся человечеством. Научные исследования являются надёжным защитником как интересов человечества, так и биосферы в целом. В этом для В.И. Вернадского была основа позитивного взгляда на будущее нашей цивилизации и биосферы.

Ключевые слова: биосфера, глобальные природные процессы, глобальные изменения климата, потепление, углекислый газ атмосферы, метан в атмосфере, научная гипотеза, парниковый эффект, В.И. Вернадский, исторический оптимизм.

Ссылка для цитирования: Снакин В.В. Динамика глобальных природных процессов и учение о биосфере В.И. Вернадского // Жизнь Земли. Т. 45, № 1. С. 27–38. DOI: 10.29003/m3147.0514-7468.2023_45_1/27-38.

Поступила 25.01.2023 / Принята к публикации 08.02.2023

DYNAMICS OF GLOBAL NATURAL PROCESSES AND V.I. VERNADSKY'S TEACHING OF THE BIOSPHERE

V.V. Snakin, Dr. Sci (Biol.)

Lomonosov Moscow State University (Earth Science Museum),
Institute of Basic Problems of Biology, Russian Academy of Sciences

Based on V.I. Vernadsky's teaching of the biosphere and modern scientific data, an attempt was made to analyze the mechanisms of the dynamics of modern global processes using the example of climate changes. Possible causes of the warming, both natural and anthropogenic, observed in the last century are considered. It is shown that it is the increase in temperature that causes the increase in the concentrations of carbon dioxide and methane in the atmosphere, and not vice versa, as follows from the greenhouse effect hypothesis. This seems to be the main cause for the low effectiveness of any international efforts to stabilize the climate. The course of natural processes, as well as the evolution of the biosphere as a whole, has an unstable, cyclical nature, running according to its own laws. Particular attention is paid to V.I. Vernadsky's doctrine of the biosphere, his views on the role of reason and scientific research in solving problems inevitably arisen in the course of evolution on Earth, caused by the rapidly developing, from a historical standpoint, humanity. Scientific research is a reliable defender of both the interests of mankind and the biosphere as a whole. This was V.I. Vernadsky's basis of his positive outlook on the future of our civilization and the biosphere.

* Снакин Валерий Викторович – д.б.н., проф., Музей землеведения МГУ, Институт фундаментальных проблем биологии РАН, snakin@mail.ru. ORCID: 0000-0002-9389-6752

Keywords: *biosphere, global natural processes, global climate change, warming, atmospheric carbon dioxide, atmospheric methane, scientific hypothesis, greenhouse effect, V.I. Vernadsky, historical optimism*

For citation: Snakin, V.V., "Dynamics of global natural processes and V.I. Vernadsky's teaching of the biosphere", *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* 45, no 1, 27–38 (2023) (in Russ., abstract in Engl.). DOI:

«Основное значение гипотез и теорий – кажущееся. Несмотря на то огромное влияние, которое они оказывают на научную мысль и научную работу данного момента, они всегда более преходящи, чем непререкаемая часть науки, которая есть научная истина и переживает века и тысячелетия...»

[В.И. Вернадский, 1991, с. 96]

Введение. Учение о биосфере – одно из самых молодых направлений науки. При этом значимость этого направления исследований для будущего человечества весьма велика. Не случайно и термин «биосфера» (Э. Зюсс, 1875), и учение о биосфере, развитое нашим великим соотечественником В.И. Вернадским около сотни лет назад, появились, когда человечество почувствовало свою мощь и «всюдность» на Земле и стало осознавать не только свои возможности, но и ответственность за будущее всего живого на Земле.

В настоящее время наряду с впечатляющими достижениями современной цивилизации в преобразовании природы в целях удовлетворения растущих потребностей человечества, наблюдается множество экологических проблем, в т. ч. глобального характера, связанных как с изменчивостью извечно текущих глобальных природных процессов, так и с деятельностью человека.

Под *глобальными природными процессами* (ГПП) понимаются повсеместно происходящие в биосфере процессы, вызывающие изменения природной среды и функционирования живого вещества, обуславливающие в конечном итоге эволюцию жизни на Земле. К их числу относятся: *космические процессы* (космическое и солнечное излучения, падение астероидов и т. п.); *геологические процессы*, являющиеся непосредственными участниками эволюции биосферы (тектоника, вулканизм, землетрясения, геоморфологические и др.); *климатические* (потепление, опустынивание, оледенение); *продукционный процесс* (хемосинтез и фотосинтез); *динамика биоразнообразия* (видообразование и вымирание видов); *цефализация*, обеспечившая появление сознания и развитие науки – основного инструмента трансформации биосферы в ноосферу.

В этот ряд по глобальности добавляются процессы *преобразования природы человека* (фрагментация ландшафтов, изменения биогеохимического круговорота, загрязнение природных сред, глобализация и др.).

Для ГПП характерны неравномерность, цикличность и не свойственна устойчивость. Цикличны количество штормов на Байкале, колебания уровней Каспийского и Аральского морей (как и Ладоги на севере России, и оз. Виктория в экваториальной Африке), оледенение и таяние ледников, засухи, наводнения. Цикличны изменения концентрации углекислого газа в атмосфере Земли и температуры воздуха.

Цикличности подвержены и развитие мировой экономики (напр., циклы Д.Н. Кондратьева), и всплески заболеваемости населения, и всплески плодовитости насекомых. Во многих случаях такая цикличность развития обусловлена синхронизацией с солнечной активностью, в других – космическими процессами более высокого порядка или процессами чисто земного происхождения.

Глобальные изменения природной среды являются одной из самых острых и дискуссионных проблем в современном мире. Грозят ли они гибелью для человеческой цивилизации?

В чём их реальная причина? Способно ли человечество предотвратить их отрицательные воздействия на биосферу, и если «да», то каким образом? До сего времени достоверных ответов на эти вопросы мы не имеем. Попытаемся, опираясь на мнение классиков биосферной науки, ещё раз проанализировать обозначенную проблему на примере, пожалуй, самой обсуждаемой злободневной темы глобальных изменений климата.

Глобальные изменения климата и их причины. Под изменениями климата понимают часть глобальных изменений природной среды, обусловленных флуктуациями солнечной активности, динамикой инсоляции, теплового баланса атмосферы, циркуляции вод океана и круговорота воды, антропогенными и другими факторами.

Главная задача в этом отношении – попытаться понять основную причину таких изменений, понять, насколько долговременен этот тренд и каковы его реальные причины при столь большом количестве действующих факторов.

Динамика температуры атмосферы Земли за последние двести лет представлена на **рис. 1**. Очевидно, что, несмотря на большую степень стохастичности, начиная примерно с 1910 г. наблюдается тренд к потеплению климата на Земле.



Рис. 1. Глобальный индекс температур суши и океанов (<https://smart-lab.ru/uploads/images/02/58/00/2019/09/28/09832b.png>).

Fig. 1. Global index of the temperatures of land and oceans (<https://smart-lab.ru/uploads/images/02/58/00/2019/09/28/09832b.png>).

В длительном периоде истории биосферы (420 тыс. лет) динамика климатических параметров показана на **рис. 2**. Сопоставление направленности изменений параметров ярко иллюстрирует их цикличность и взаимоувязанность (особенно параллелизм изменений температуры с содержанием углекислого газа и метана в атмосфере) и демонстрирует, по словам В.И. Вернадского, «стройный космический механизм, в котором, как мы знаем, нет случайности» [3, § 3].

Для объяснения наблюдающегося за последнее столетие потепления атмосферы Земли на 0,5–1°C выдвинуты десятки гипотез, объясняющих это явление самыми разными причинами как естественного, так и антропогенного происхождения. Попытаемся рассмотреть их подробнее.

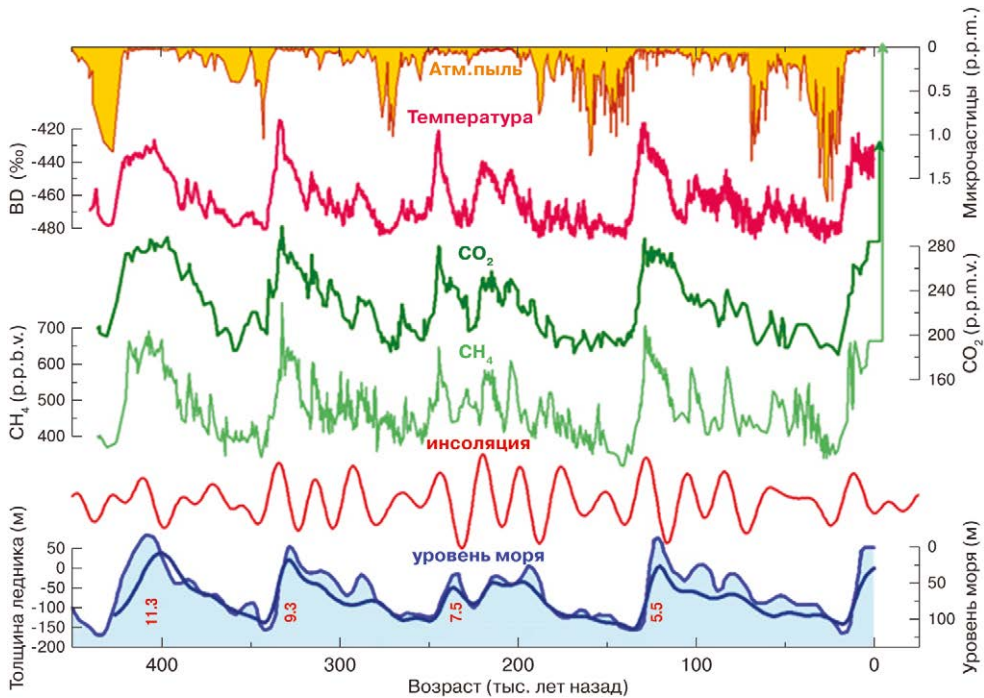


Рис. 2. Изменения содержания атмосферной пыли, температуры, концентрации углекислого газа и метана в атмосфере, инсоляции и уровня моря за последние 420 000 лет, по данным ледяного ядра станции «Восток» в Антарктике (РАЭ 60, станция Восток: про керны и климат [9]).

Fig. 2. Changes in atmospheric dust content, temperature, the carbon dioxide and methane concentrations in the atmosphere, insolation and sea level over the past 420,000 years, according to the ice core of the Vostok station in Antarctica (RAE 60, Vostok station: about cores and climate) [9].

Среди возможных *антропогенных причин потепления* прежде всего следует рассмотреть следующие процессы, вклад которых в глобальном масштабе не оценён в должной мере.

Уменьшение отражательной способности (альбедо) поверхности Земли благодаря деятельности человека (распашка земель, асфальтовое покрытие дорог, сведение лесов, загрязнение снежных поверхностей пылью и пр.), что увеличивает поглощение солнечного тепла Землёй. При этом лишённые растительности земли только увеличивают поглощение солнечной энергии, превращая её в тепло, а зелёная растительность превращает значительную часть солнечной энергии в энергию живого вещества (химическую, по сути), снижая тепловой эффект! Последнее немаловажно в рассматриваемом здесь процессе потепления климата.

Тепловое загрязнение биосферы в результате использования человеком самых различных источников энергии (ископаемое топливо, атомная и др.) и превращения этой энергии в конечном счёте в тепло. Дополнительный нагрев окружающей среды происходит даже вследствие кондиционирования помещений. Так, температура атмосферы в крупных населённых пунктах существенно выше температуры окружающих территорий. Возможно, именно благодаря постоянному «подогреванию» населённых пунктов метеостанции постоянно фиксируют новые температурные рекорды в городах.

Дополнительная задержка излучаемой поверхностью Земли солнечной энергии атмосферой в результате её загрязнения т. н. парниковыми газами. Именно этот аспект стал главным в так называемой *гипотезе парникового эффекта*. И именно эту гипотезу, несмотря на её очевидные недостатки, поставили во главу практически всех принимаемых на международном уровне решений, в т. ч. на климатических саммитах (COP – Conference of the Parties), проводимых ООН с 1995 г. Этот путь выбрали, возможно, потому что он представляется наиболее очевидным для населения при решении проблем потепления, а главное, в наибольшей степени управляемым для решения других, не имеющих отношения к климату политико-экономических межгосударственных взаимоотношений.

Согласно гипотезе парникового эффекта, именно рост содержания углекислого газа и других парниковых газов, прежде всего метана, в атмосфере обуславливает повышение её температуры. Основанием этому является отмечаемая взаимосвязанность этих параметров (см. рис. 2), которая тем не менее не отвечает на вопрос, какой из этих факторов является первопричиной: рост концентрации парниковых газов вызывает повышение температуры или рост температуры влечёт за собой увеличение как концентрации углекислого газа, так и метана в воздухе.

Много установленных наукой фактов противоречит гипотезе парникового эффекта, что неоднократно указывалось в литературе, в т. ч. в наших публикациях [13–16]. Синхронные колебания этих параметров в наблюдаемых в настоящее время пределах происходили раньше в отсутствии сколь либо серьёзной хозяйственной деятельности. При этом оценки Межправительственной группой по изменению климата (IPCC) роли антропогенных выбросов углекислого газа завышены: так, на 2014 г. выбросы от ископаемого топлива составили 4,6 ppm выбросов/год против 98 ppm/год от природных явлений, т. е. менее 5 % естественных выбросов нашей планеты [9].

Особо следует отметить, что *согласно законам физической химии именно повышение температуры является причиной роста содержания углекислого газа в атмосфере за счёт его меньшей растворимости в водах океана при повышении температуры* [16] согласно уравнению:



Именно в Мировом океане в растворённом виде находится основная часть углекислого газа биосферы, превышающая в 60 раз его содержание в атмосфере. О выделении углекислого газа и метана из океана при потеплении свидетельствуют, например, данные исследований [26].

Обвинения углекислого газа в качестве главного врага человечества (и биосферы), увеличивающего температуру атмосферы, беспочвенно ещё и потому, что рост его концентрации, как одного из основных участников фотосинтеза, с неизбежностью ведёт к росту продукционного процесса и, следовательно, к его поглощению растительностью. В этом заключается важный механизм природной регуляции его содержания в атмосфере, наряду с захоронением в водах Мирового океана.

Представляется также преувеличенной роль антропогенного фактора в отношении роста концентрации в атмосфере другого парникового газа – метана. Несмотря на значительный рост выбросов метана в ходе деятельности нефтегазового комплекса, сельскохозяйственного производства, отмечаемого во многих работах (например, [6]), очевидно, что одна из главных причин роста его концентрации в атмосфере – выделение метана из захороненных в глубинах Земли и Мирового океана газогидратов (метангидратов) вследствие роста температуры, чему не противоречат данные о вековых взаимосвязях, отражённые на рис. 2.

Природные факторы глобального изменения климата. Поскольку главным источником тепла на Земле является поток солнечной энергии, постоянно и циклично изменяющийся по своим законам, вполне естественно связывать такое потепление преимущественно с естественной *динамикой инсоляции Земли*, как это наблюдалось в течение тысячелетий. Множество научных исследований, в т. ч. опубликованных в журнале «Жизнь Земли» [8, 13, 16–18, 21 и мн. др.], считают главной причиной наблюдающихся изменений климата естественные циклы поступления солнечной энергии на поверхность планеты.

О преимущественно природной причине потепления свидетельствует также исследование американских учёных [25], показавшее, что тренд роста уровня океана отстаёт от роста температуры и был значительно больше до активного использования углеводородного сырья, что свидетельствует об отсутствии взаимосвязи с деятельностью человека. В этой же работе не подтверждена взаимосвязь динамики использования углеводородов с таянием ледников: тренд таяния льда начался задолго до активной эксплуатации углеводородов, перелом в этой эксплуатации в 1950-х не отразился на динамике таяния.

В пользу природных факторов глобальных изменений климата в противовес «широко распространённой антропогенной теории современного потепления» свидетельствует также *геодинамическая гипотеза*, изложенная в работе [11]. Согласно этой гипотезе причиной современного потепления климата в Арктике являются сильные механические возмущения краевой области арктической литосферы, вызванные сильнейшими землетрясениями в Алеутской зоне субдукции, передачей этих возмущений в область арктического шельфа и прилегающей суши и триггерным эффектом высвобождения метана из многолетне-мёрзлых осадочных пород и метастабильных газогидратов. По мнению авторов указанной гипотезы, если признавать важную роль природного фактора, то логично пересмотреть разработанные на основе антропогенной теории экономические и политические решения, предусматривающие достаточно быстрые изменения современной промышленности.

Об естественных причинах наблюдаемого в последнее столетие потепления писал и В.И. Вернадский: «Ледниковый период не закончился и длится до сих пор. Мы живём в периоде межледниковом – потепление ещё продолжается, – но человек так хорошо приспособился к этим условиям, что не замечает ледникового периода...» [4, с. 34].

Изучение истории изменения климата показывает циклы периодических наступлений холодных (ледниковых) и тёплых периодов, причиной чему, как следует, в частности, из работы [19 и др.], является изменение наклона орбиты Земли. Увеличение угла наклона орбиты ведёт к потеплению, т. н. «межледниковому» состоянию, последнее из которых началось примерно 11 000 лет назад. Если исходить из того, что половина полного оборота оси земного шара по конусу прецессии составляет 12 960 лет, то максимум температуры наступит примерно через две тысячи лет вне зависимости от борьбы с повышением содержания углекислого газа в атмосфере. Вполне естественно, что речь при этом идёт об общей тенденции потепления, при которой вследствие неравномерности и цикличности природных процессов возможны и временные периоды похолодания. На фоне процессов такой (тысячи лет) длительности и при наличии многолетних флуктуаций отклонения от основной тенденции в десятки лет (в которые, возможно, входят результаты современных наблюдений) могут быть случайными, не соответствующими глобальной закономерности (см. рис. 2).

Сомнения в справедливости обвинения углекислого газа атмосферы в качестве главной причины современного потепления высказывает и известный исследователь ледниковых периодов и межледниковья Давид Рапп [24]¹.

¹ “...the connection between CO₂ emission and global warming is far from firm” [24, p. xii].

Резюмируя сказанное выше, можно заключить, что в гипотезе парникового эффекта причину и следствие поменяли местами. *Наблюдаемый в последние годы рост температуры на Земле вызывает рост концентрации углекислого газа из океанических вод и метана из глубин планеты. Основная причина потепления – естественные колебания инсоляции;* антропогенный фактор вносит при этом дополнительный, не оценённый в должной мере вклад за счёт теплового загрязнения атмосферы и увеличения альbedo поверхности Земли. Однозначно называть этот вклад негативным проблематично, учитывая, что в глобальном масштабе мы живём в период межледниковья, и в будущем, пусть и отдалённом, нашу планету ожидает новый ледниковый период.

Важно отметить ещё одну особенность в динамике климата: наличие так называемых *климатических оптимумов* – максимально тёплых интервалов времени в каждой тёплой фазе четвертичного периода, обусловленных естественными астрономическими причинами. Согласно автору работы [2], «в истории последнего тысячелетия потепление положительно сказывалось на росте народонаселения». Во времена таких потеплений температура была даже выше современной [24], в Евразии отсутствовала зона тундры, оледенение в Гренландии было существенно меньше сегодняшнего (отсюда и название этого острова – «зелёная земля», поскольку открывшие её в X веке норвежские викинги увидели её зелёной благодаря средневековому климатическому оптимуму), «в центральных районах Восточно-Европейской равнины распространялись хвойно-широколиственные леса с преобладанием пихты и граба» [12].

Среди главных опасностей современного потепления климата часто указывается наблюдаемое в последнее время ускорение таяния ледников и повышение в связи с этим уровня моря. Но как это сочетается с данными об увеличении поверхности суши за последние 30 лет на 58 тыс. км² [20], которое происходит как по естественным причинам (например, рост площади дельт за счёт выноса материалов с материков), так и благодаря искусственному наращиванию суши человеком? В январе 2023 г. от шельфового ледника Бранта (Антарктида) откололся огромный айсберг А-74 площадью 1550 км², и это сразу связали с потеплением в силу парникового эффекта. Но более серьёзной причиной произошедшего может быть обнаруженный сейсмологами в этом относительно молодом континенте с тонкой корой огромный магматический очаг Мэри Бёрд [23].

В то же время деятельность человека на планете приобрела столь масштабный характер, что в состоянии изменять глобальные природные процессы, и мы должны учитывать возможные негативные аспекты этой деятельности в изменении окружающей среды в тех случаях, когда вина антропогенного фактора доказана. Примером эффективного решения проблемы в таких случаях является борьба с закислением атмосферных осадков в результате промышленных выбросов в рамках Конвенции ЕЭК ООН о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (1979) и протоколов к ней об ограничении выбросов оксидов серы (1985) и азота (1988).

Пути решения негативных последствий глобальных изменений климата. Успешное решение проблемы отрицательного воздействия глобальных изменений климата для человечества во многом *зависит от понимания природы и главной причины этих изменений.* Если в основе наблюдающегося потепления климата лежит антропогенный фактор (снижение альbedo поверхности Земли, тепловое загрязнение, растущие промышленные выбросы загрязняющих веществ, включая парниковые газы), то вполне естественным представляется путь совершенствования технологий, сокращающих выбросы, сбросы, отходы. И это в любом случае позитивный путь уменьшения антропогенного пресса, улучшения экологической ситуации.

Однако насколько эффективен этот путь в смысле предотвращения потепления климата? Насколько эффективной оказалась деятельность в рамках Киотского протокола и последовавшего за ним Парижского соглашения по климату к Рамочной конвенции ООН об изменении климата (2016)? Несмотря на явную полезность ограничения любых действий человечества, негативно воздействующих на окружающую среду, именно недоказанность выводов на основе гипотезы парникового эффекта стала причиной низкой природоохранной эффективности предусмотренных Парижским соглашением и предшествующим ему Киотским протоколом мероприятий по предотвращению потепления.

Неправомерность основанных на гипотезе парникового эффекта выводов, положенных в основу борьбы с потеплением климата, отмечалась в докладе представителя России А. Мельниченко 15.11.2022 в ходе 27-й сессии конференции сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата в Шарм-эль-Шейхе (Египет): «Последние 30 лет страны сосредотачивают усилия на изменении баланса концентрации антропогенных выбросов парниковых газов, которые составляют только 6 % от общего объёма парниковых газов, при этом 94 % прочих эмиссий игнорируется вместе со второй частью углеродного цикла – поглощениями парниковых газов»².

Действительно, если потепление климата – результат действия естественных причин, то на пути «безуглеродной экономики» вовсе не стоит ожидать значительных успехов в предотвращении потепления. Если реально доказано отрицательное влияние современного потепления климата на цивилизацию, то гораздо эффективнее могут оказаться методы смягчения климата и сдерживания его потепления, адаптации к отрицательным изменениям климата, а, следовательно, стабилизации современного климата, в т. ч. с помощью *геоинжиниринга*.

В целях смягчения изменений климата представляются перспективными *технологии сохранения климата*, в т. ч. предлагавшиеся российскими учёными М.И. Будыко и Ю.А. Израэлем и показавшие свою эффективность в ходе натуральных экспериментов [1, 10]:

- *отражение прямого солнечного излучения*: отражение в космос части прямого солнечного излучения, падающего на атмосферу, с помощью высокодисперсных аэрозолей (в нижней части стратосферы, что подтверждено соответствующими экспериментами) или космическими методами (создание в космосе устройств, отражающих излучение);
- *увеличение отражённого инфракрасного солнечного излучения*: разведение лесов и иной растительности, изменение альбедо земной поверхности, рассеяние путём преобразования облачности;
- использование в экономике методов получения энергии или иного полезного продукта без выделения парниковых газов, например, с использованием атомной энергии, и др.

Мировая практика решения негативных аспектов потепления климата, связанных прежде всего с опустыниванием, показывает немало позитивных примеров. Так, начиная с 1999 г., ежегодно восстанавливаются 1200 км² земель в Китае благодаря посадкам т. н. синдзянского тополя [22, 27]. Значительные успехи показывает деятельность по озеленению Сахеля, а также развитие сельского хозяйства в Саудовской Аравии, основанного на ископаемых грунтовых водах [7].

В проблеме предотвращения негативных последствий потепления климата решающее значение должны иметь доказанные, по В.И. Вернадскому, эмпирические обобщения, основанные на достоверных результатах научных исследований, а не на надуманных гипотезах, поскольку именно «Научное знание, проявляющееся как геологическая

² Андрей Мельниченко выступил на российском мероприятии Конференции ООН по климату (COP27) в Египте — Новости РСПП (rspp.ru).

сила, создающая ноосферу, не может приводить к результатам, противоречащим тому геологическому процессу, созданием которого она является. Это не случайное явление – корни его чрезвычайно глубоки» [4, с. 21].

Глубокая убежденность в позитивной роли разума и научного знания в решении встающих перед человечеством проблем позволила В.И. Вернадскому и позволяет нам оставаться на позиции исторического оптимизма – мировоззрения, основанного на представлении о разумности человека, на вере в человека, в его положительно ориентированную природу и возможности бесконечного совершенствования человека, человечества в целом и окружающей его природной среды.

В.И. Вернадскому основой для оптимизма служила также уверенность в необратимом развитии научного знания и существенной положительной роли разума и человечества в эволюционном процессе. Человечество живёт в изменяющейся окружающей среде; похолодание климата сменяется потеплением, истощаются многие природные ресурсы, но именно научные исследования предоставляют новые возможности для адаптации человека к непостоянным условиям внешней среды. Для принятия практических мер по компенсации глобальных изменений среды необходим взвешенный подход, основанный на достоверных научных фактах.

По мнению В.И. Вернадского, радикальные изменения, которые наблюдаются в настоящее время в биосфере, не станут причиной гибели человека и планеты в целом, потому что они обусловлены глубинными механизмами эволюции и выражают общие законы природы. Весьма актуально замечательное высказывание В.И. Вернадского: «В настоящее время под влиянием окружающих ужасов жизни наряду с небывалым расцветом научной мысли приходится слышать о приближении варварства, о крушении цивилизации, о самоистреблении человечества. Мне представляются эти настроения и эти суждения следствием недостаточного глубокого проникновения в окружающее. Не вошла ещё в жизнь научная мысль...» [4, с. 21].

При этом также важно отметить, что за миллиарды лет своего развития биосфера Земли выработала вполне надёжные механизмы защиты от различного рода изменений и даже катаклизмов, имеющих, как правило, циклический характер. Так, уже отмечен механизм поглощения дополнительного количества углекислого газа в атмосфере за счёт дополнительного производства живого вещества в ходе фотосинтеза. Имеется и свой механизм «переработки» дополнительного метана в атмосфере за счёт активизации метанотрофных бактерий, для которых метан является пищей для производства органического вещества биосферы [6].

Заключение. Деятельность человека, приобретающая всё более глобальный характер, тем не менее далеко не всегда является главной причиной происходящих на нашей планете событий. Несмотря на многие антропогенные факторы, способствующие потеплению климата (снижение альбедо, тепловое загрязнение и др.), нет достаточных оснований считать человека главным фактором, обусловившим наблюдаемое в последние полтора века потепление климата.

К сожалению, область экологических знаний оказалась слишком часто наполненной недоказанными, непроверенными сведениями. Иногда это просто т. н. «экологические страшилки» на основе предположений, необоснованных прогнозов с использованием краткосрочных наблюдений, порой со ссылкой на презумпцию экологической опасности.

При этом из всех возможных причин наблюдающегося потепления климата в практике международных отношений выбрана одна, пожалуй, самая дискуссионная, связанная с т. н. парниковым эффектом.

Создаётся впечатление, что гипотеза парникового эффекта так же бесславно и тихо канет в Лету, как это произошло с фреоновой гипотезой появления озоновых дыр, положенной в основу Монреальского протокола по веществам, разрушающим озоновый слой (1987). Жаль, что чрезмерное, преувеличенное значение одной гипотезы, что, впрочем, часто отмечается «во всегда капризной и по существу очень исторически нечуткой научной среде» [5], становится фильтром для других мнений, что должно быть недопустимым, по крайней мере, в области науки. Так часто происходит с недоказанными гипотезами, когда то, что казалось логически и научно неизбежным, в конце концов оказывается «иллюзией, и явление предстает нам в таких формах, которые никем не ожидалось» [3, § 12].

При этом представляются особенно беспочвенными обвинения углекислого газа в создании парникового эффекта и потепления климата ввиду двух положений: во-первых, его рост обусловлен потеплением (а не наоборот), а, во-вторых, повышение концентрации в атмосфере этого неперменного участника процесса фотосинтеза ведёт к росту продуктивности экосистем и, таким образом, к естественной регуляции его концентрации в атмосфере. То есть живое вещество в очередной раз подтверждает свою роль регулятора процессов в биосфере. Рассмотренная ситуация объясняет низкую эффективность принимаемых на международном уровне мер по предотвращению глобального потепления, в основу которых положена гипотеза парникового эффекта.

Ввиду преимущественно естественных (космических) причин наблюдаемых изменений климата, обусловленных преимущественно изменениями степени инсоляции планеты вследствие прецессии земной оси, решение негативных последствий потепления видится в различных направлениях:

- поддержание условий окружающей человека природной среды в оптимальном для его существования режиме (параметрах), в т. ч. с помощью различных методов геоинжиниринга, если степень потепления признаётся избыточной;

- адаптация процессов жизнедеятельности и производственной сферы человека к изменяющимся условиям земной среды за счёт изменчивости живого вещества, его способности приспособляться к условиям внешней среды, благодаря которой «живые организмы могут в течение даже немногих поколений приспособиться к жизни при таких условиях, которые для прежних поколений были бы губительны» [3, § 103];

- автономизация (по [3, § 82]) процессов жизнедеятельности от условий внешней среды, выработанная в ходе эволюции живых организмов.

В целом глобальные изменения природной среды происходят медленно³, и человечество в полной мере, особенно на современном этапе развития научной и производственной сферы, имеет возможность приспособиться к таким изменениям. Уже имеющаяся практика решения проблем, обусловленных глобальными изменениями окружающей среды, показывает массу позитивных примеров в том случае, когда она основана на достоверных научных знаниях о природных процессах.

Добавить абзац: Благодарности и источники финансирования. Исследование выполнено при финансовой поддержке государственных заданий Музея земледовения МГУ ААА-А-А16-116042010089-2 и АААА-А16-116042710030-7.

ЛИТЕРАТУРА

1. Будыко М.И. Изменение климата. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 280 с.
2. Бялко А. Мировое народонаселение и вариации климата // Природа. 2018. № 7. С. 51.

³ При этом речь не идёт о катастрофических, скачкообразных процессах типа вулканизма, космических катастроф, не являющихся предметом рассмотрения данной статьи.

3. Вернадский В.И. Биосфера. М.: Мысль, 1967. 367 с.
4. Вернадский В.И. Научная мысль как планетное явление. М.: Наука, 1991. 270 с.
5. Вернадский В.И. Страница из истории почвоведения (Памяти В.В. Докучаева). М.: Типоитография т-ва И.Н. Кушнерёв и К, 1904. 23 с.
6. Власов С.В., Коновалова О.В., Чудовская И.В., Власова И.В., Колотилова Н.Н., Снакин В.В. Метан в атмосфере, метанотрофы и развитие нефтегазовой промышленности. М.: Макс Пресс, 2021. 140 с. DOI: 10.29003/m1986.978-5-317-06580-5.
7. GEO-4. Четвёртый доклад Программы ООН по окружающей среде. ЮНЕП, 2007. 572 с.
8. Гудкович З.М., Карклин В.П., Смоляницкий В.М., Фролов И.Е. Переход от потепления к похолоданию климата Земли как результат действия естественных причин // Глобальные экологические процессы: Мат-лы Межд. научн. конф. / Под ред. В.В. Снакина. М.: Academia, 2012. С. 23–31.
9. Ефимов В.И. Реальность углеродного следа в глобальном изменении климата // Жизнь Земли. 2021. Т. 43, № 3. С. 328–335. DOI: 10.29003/ m2437.0514-7468.2020_43_3/328-335.
10. Изразль Ю.А. Обеспечение экологически устойчивого развития в условиях сохранения современного климата // Глобальные экологические процессы: Мат-лы Межд. научн. конф. / Под ред. В.В. Снакина. М.: Academia, 2012. С. 9–15.
11. Лобковский Л.И. Возможный сейсмогенно-триггерный механизм резкой активизации эмиссии метана и потепления климата в Арктике // Арктика: экология и экономика. 2020. № 3 (39). С. 62–72. DOI: 10.25283/2223-4594-2020-3-62-72.
12. Писарева В.В. Реконструкция палеоландшафтов лихвинского межледниковья и последующего похолодания на территории Восточной Европы // Изв. РАН. Серия географ. 2012. № 3. С. 54–70.
13. Снакин В.В. Глобальные изменения климата: прогнозы и реальность // Жизнь Земли. 2019. Т. 41, № 2. С. 148–164.
14. Снакин В.В. Основные закономерности эволюции биосферы (перечитывая В.И. Вернадского) // Мат-лы Межд. научн. конф. «Глобальные экологические процессы». М.: Academia, 2012. С. 81–96.
15. Снакин В.В. Экология, глобальные природные процессы и эволюция биосферы. Энциклопедический словарь. М.: Изд-во МГУ, 2020. 528 с.
16. Снакин В.В. Неустойчивость природных процессов: глобальный климат // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2022. № 3. С. 3–11.
17. Фёдоров В.М., Алтунин И.В., Фролов Д.М. Влияние диоксида углерода антропогенного генезиса на термический режим атмосферы и его изменения // Жизнь Земли. 2022. Т. 44, № 4. С. 402–414. DOI: 10.29003/m3115.0514- 7468.2022_44_4/402-414.
18. Фёдоров В.М., Голубев В.Н., Фролов Д.Н. Многолетняя изменчивость инсоляции Земли и содержания двуоксида углерода в атмосфере // Жизнь Земли. 2018. Т. 40, № 1. С. 12–21.
19. Bajo P., Drysdale R.N., Woodhead J.D., Hellstrom J.C., Hodell D., Ferretti P., Voelker A.H.L., Zanchetta G., Rodrigues T., Wolff E., Tyler J., Frisia S., Spötl G., Fallick A.E. Persistent influence of obliquity on ice age terminations since the Middle Pleistocene transition // Science. 2020. V. 367 (6483). P. 1235. DOI: 10.1126/science.aaw1114.
20. Donchyts G., Baart F., Winsemius H., Gorelick N., Kwadijk J., Giesen N. Earth's surface water change over the past 30 years // Nature Climate Change. 2016. V. 6. P. 810–813.
21. Friis-Christensen E., Lassen K. Length of the Solar Cycle: An Indicator of Solar Activity Closely Associated with Climate // Science, New Series. 1991. Vol. 254, No. 5032. P. 698–700.
22. Guoqian W., Xuequan W., Bo. W. and Qi L. Desertification and its Mitigation Strategy in China // J. of Resources and Ecology 3 (2), 97–104 (1 June 2012) (<https://doi.org/10.5814/j.issn.1674-764x.2012.02.001>).
23. Lough A., Wiens D., Grace Barcheck C. et al. Seismic detection of an active subglacial magmatic complex in Marie Byrd Land, Antarctica // Nature Geosci. 2013. V.6. P. 1031–1035. <https://doi.org/10.1038/ngeo1992>.
24. Rapp D. Ice Ages and Interglacials: Measurements, Interpretation and Models. Berlin–Heidelberg–New York: Springer, 2009. 292 с. С. 85.
25. Robinson A.B., Robinson N.E., Soon W. Environmental Effects of Increased Atmospheric Carbon Dioxide // The J. of Amer. Physicians and Surgeons. 2007. V. 12 (3). P. 79–90.
26. Shakhova N., Semiletov I. Methane release and coastal environment in the East Siberian Arctic shelf // J. of Marine Systems. 2007. V. 66 (1–4). P. 227–243.
27. Zhu L.K. Dynamics of Desertification and Sandification in China. Beijing: China Agricultural Publishing, 2006.

REFERENCES

1. Budyko, M.I., *Climate Change* (Leningrad: Gidrometeoizdat, 1974) (in Russian).
2. Byalko, A., “World Population and Climate Variation”, *Priroda [Nature]* 7, 51 (2018) (in Russian).
3. Vernadsky, W., *La Biosphère* (Paris: Librairie Félix Alcan, 1929).
4. Vernadsky, V.I., *Scientific thought as a planetary phenomenon* (Moscow: Nauka, 1991) (in Russian).
5. Vernadsky, V.I., *A Page from the History of Soil Science (In Memory of V.V. Dokuchaev)* (Moscow: Typolitogr. of I.N. Kushnerev and Co, 1904) (in Russian).
6. Vlasov, S.V., Konovalova, O.V., Chudovskaya, I.V., Vlasova, I.V., Kolotilova, N.N., Snakin, V.V., *Methane in the atmosphere, methanotrophs and the development of the oil and gas industry* (Moscow: Max Press, 2021). DOI: 10.29003/m1986.978-5-317-06580-5 (in Russian).
7. *GEO-4. Fourth report of the United Nations Environment Programme* (UNEP, 2007).
8. Gudkovich, Z.M., Karklin, V.P., Smolyanitsky, V.M., Frolov, I.E., “Transition from warming to cooling of Earth’s climate as a result of natural causes”, *Global Ecological Processes: Proc. of the Inter. Sci. Conf.* Ed. by V.V. Snakin (Moscow: Academia, 2012). P. 23–31 (in Russian).
9. Efimov, V.I., “The reality of the carbon footprint in global climate change”, *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* 43 (4), 328–335 (2021). DOI: 10.29003/ m2437.0514-7468.2020_43_3/328-335 (in Russian).
10. Izrael, Y.A., “Ensuring environmentally sustainable development in the conditions of preservation of modern climate”, *Global Ecological Processes: Proc. of the Inter. Sci. Conf.* Ed. by V.V. Snakin (Moscow: Academia, 2012). P. 9–15 (in Russian).
11. Lobkovsky, L.I., “Possible seismogenic trigger mechanism of abrupt activation of methane emission and climate warming in the Arctic”, *Arctic: Ecology and Economy* 3 (39), 62–72 (2020). DOI: 10.25283/2223-4594- 2020-3-62-72 (in Russian).
12. Pisareva, V.V., “Reconstruction of Paleoenvironments of Likhvin (Holstein) Interglacial and the Subsequent in Eastern Europe”, *Izv. RAN. Geography series* 3, 54–70 (2012) (in Russian).
13. Snakin, V.V., “Global climate changes: forecasts and reality”, *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* 41 (2), 148–164 (2019) (in Russian).
14. Snakin, V.V., “Basic Regularities of the Biosphere Evolution (Rereading V.I. Vernadsky)”, *Global Ecological Processes: Proc. of the Inter. Sci. Conf.* (Moscow: Academia, 2012. P. 81–96) (in Russian).
15. Snakin, V.V., *Ecology, global natural processes and evolution of the biosphere. Encyclopedic dictionary* (Moscow: Publishing house of Moscow State University, 2020) (in Russian).
16. Snakin, V.V., “Unstability of natural processes: global climate”, *Ispol’zovanie I ohrana prorodnyh resursov v Rossii* 3, 3–11 (2022) (in Russian).
17. Fedorov, V.M., Altunin, I.V., Frolov, D.M., “Influence of the carbon dioxide of anthropogenic genesis on the thermal regime of the atmosphere and its changes”, *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* 44, (4), 402–414 (2022). DOI: 10.29003/m3115.0514- 7468.2022_44_4/402-414 (in Russian).
18. Fedorov, V.M., Golubev, V.N., Frolov, D.N., “Multiyear variability of Earth’s insolation and carbon dioxide content in the atmosphere”, *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* 40 (1), 12–21 (2018) (in Russian).
19. Bajo, P., Drysdale, R.N., Woodhead, J.D., Hellstrom, J.C., Hodell, D., Ferretti, P., Voelker, A.H.L., Zanchetta, G., Rodrigues, T., Wolff, E., Tyler, J., Frisia, S., Spötl, G., Fallick, A.E., “Persistent influence of obliquity on ice age terminations since the Middle Pleistocene transition”, *Science* 367 (6483), 1235 (2020). DOI: 10.1126/science.aaw1114.
20. Donchyts, G., Baart, F., Winsemius, H., Gorelick, N., Kwadijk, J., Giesen, N., “Earth’s surface water changes over the past 30 years”, *Nature Climate Change* 6, 810–813 (2016).
21. Friis-Christensen, E., Lassen, K., “Length of the Solar Cycle: An Indicator of Solar Activity Closely Associated with Climate”, *Science, New Series* 254 (5032), 698–700 (1991).
22. Guoqian, W., Xuequan, W., Bo, W. and Qi, L., “Desertification and Its Mitigation Strategy in China”, *J. of Resources and Ecology* 3 (2), 97–104 (1 June 2012). <https://doi.org/10.5814/j.issn.1674-764x.2012.02.001>.
23. Lough, A., Wiens, D., Grace Barcheck, C. et al., “Seismic detection of an active subglacial magmatic complex in Marie Byrd Land, Antarctica”, *Nature Geosci* 6, 1031–1035 (2013). <https://doi.org/10.1038/ngeo1992>.
24. Rapp, D., *Ice Ages and Interglacials: Measurements, Interpretation and Models* (Berlin–Heidelberg–New York: Springer, 2009).
25. Robinson, A.B., Robinson, N.E., Soon, W., “Environmental Effects of Increased Atmospheric Carbon Dioxide”, *J. of Amer. Physicians and Surgeons* 12 (3), 79–90 (2007).
26. Shakhova, N., Semiletov, I., “Methane release and coastal environment in the East Siberian Arctic shelf”, *J. of Marine Systems* 66 (1–4), 227–243 (2007).
27. Zhu, L.K., *Dynamics of Desertification and Sandification in China* (Beijing: China Agricultural Publishing, 2006).