



doi: <https://doi.org/10.15407/dopovidi2016.12.102>

УДК 669.85/86+502.7

Академик НАН України **Ю.М. Мацевитый**,  
член-корреспондент НАН України **А.Л. Шубенко**,  
**П.М. Канило**, **В.В. Соловей**

Институт проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАН Украины, Харьков  
E-mail: pmk@ipmach.kharkov.ua

## Энергия, экология и глобальное потепление климата

*Исходя из того, что современное потепление климата носит антропогенно-экологический характер, авторы считают, что стратегическим решением проблемы стабилизации климата планеты является оздоровление ее биосферы, восстановление климатообразующих функций глобальной биоты и экологизация всех сфер человеческой деятельности.*

**Ключевые слова:** биосфера, парниковые газы, биотическая стабилизация климата, сжигание топлив, экология, глобальное потепление климата.

Глобальное потепление климата Земли — это реальность. За последние 45 лет среднеглобальная среднегодовая приземная температура воздуха (ССПТВ) повысилась примерно на 1 °С. Тают ледники, повышается уровень Мирового океана. При возрастании SSPТВ возможно усиление отрицательных последствий, в том числе: повышение уровней испарения вод Мирового океана, интенсификация парникового эффекта, соответствующее охлаждение стратосферы и утончение защитного озонового экрана, дальнейшее поднятие уровня океана и затопление прибрежных зон, где проживает более 60 % населения планеты [1–3].

Хотя до настоящего времени нет однозначного понимания определяющих причин этого явления, несомненным представляется то, что важнейшей составляющей современного потепления климата является хозяйственная (вернее — бесхозяйственная) деятельность населения планеты, включающая существенное повышение неэффективного использования природных ресурсов и предельно опасное загрязнение окружающей среды (ОС) супертоксикантами, в том числе канцерогенными элементами. Это приводит к угнетению, деградации и разрушению систем биосферы, разбалансировке климатической системы Земли и снижению биотической регуляции парникового эффекта [4–10].

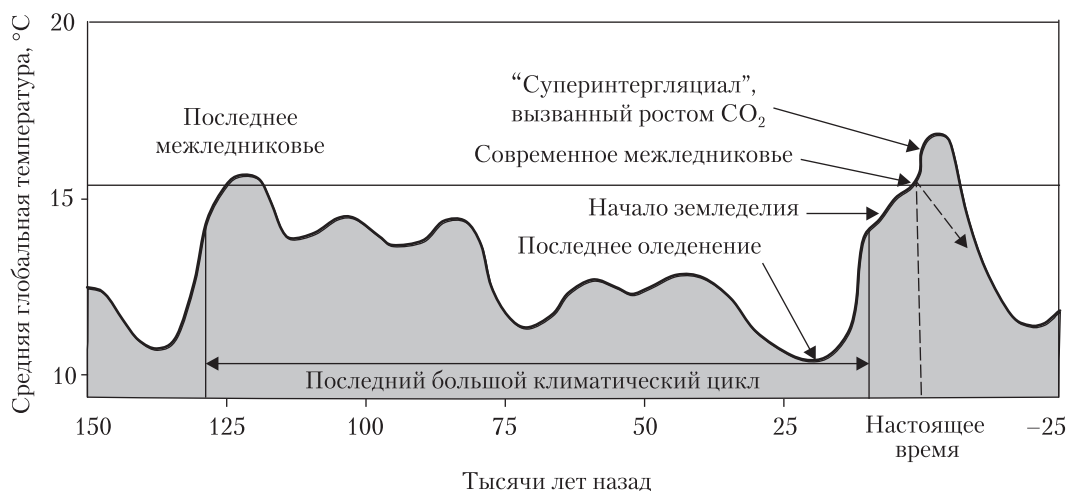
На мировом политическом уровне уже более двух десятилетий проблему глобального потепления климата пытаются решать путем замены естественно-природных стабилизато-

ров климата искусственными, т. е. техносферой, в том числе путем технологического улавливания промышленных выбросов основного парникового газа — диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ), что лишено здравого смысла. Указанный путь решения проблемы был также поддержан участниками климатического саммита в Париже (декабрь 2015 г.). Правда, в отличие от климатической конференции в Дании (2009 г.), в Париже произошел сдвиг в геополитическом восприятии глобального потепления климата на Земле и предостережения о рисках в далекой перспективе превратились в реальную современную угрозу для человечества.

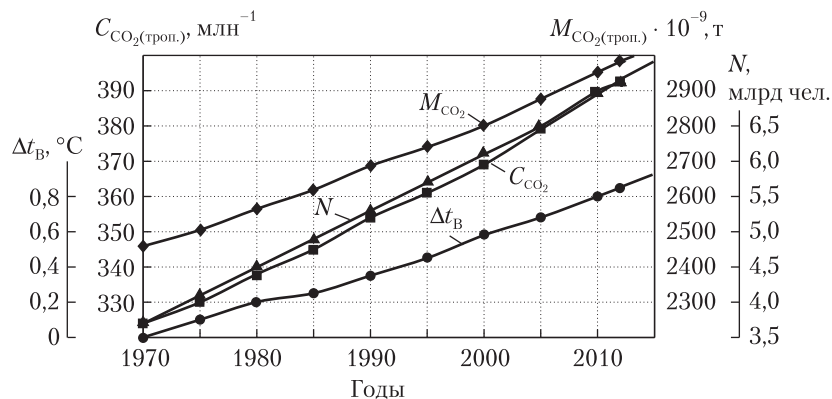
**Исторические аспекты изменений климата на Земле.** Результаты изучения климата Земли за последние 100 млн лет показали, что ССПТВ существенно изменялась. Колебательный характер ее изменений отражал временные потепления и похолодания климата на нашей планете, однако была четко видна основная тенденция развивающегося похолодания [11]. В последние 2 млн лет ССПТВ приняла резко колебательный характер с амплитудой  $\sim 3^\circ\text{C}$ . Этот период характеризовался развитием покровных оледенений, когда холодные фазы разрастания грандиозных ледниковых щитов сменялись более короткими теплыми межледниковьями [1]. Получила подтверждение астрономическая теория М. Миланковича, согласно которой первопричиной ледниковых эпох служили изменения в эксцентриситете земной орбиты, наклоне оси вращения Земли и ее прецессии. На рис. 1 [12] приведен график последнего большого климатического цикла, продолжавшегося  $\sim 100$  тыс. лет. Около 10 тыс. лет назад началось потепление климата, и по астрономическим канонам в ближайшее столетие должно было начинаться похолодание.

Однако примерно с 1970 г. наблюдается непредсказуемое глобальное потепление климата на Земле. Учеными-астрофизиками за последние 50 лет установлено постоянство солнечной радиации на среднем расстоянии от Земли ( $\sim 140 \text{ Вт/м}^2$ ) и практическое отсутствие (в рассматриваемый период) влияния других астрономических и геофизических факторов на уровень изменений солнечной радиации у ее поверхности. Поэтому указанные факторы не могли существенно влиять на вектор современного потепления климата нашей планеты.

**Реальные истоки глобального потепления климата Земли.** Климатическая система Земли могла иметь только два устойчивых, но безжизненных состояния (наподобие Венеры или Марса). Но живая материя, возникшая на Земле  $\sim 3,5$  млрд лет назад, существует и эво-



**Рис. 1.** Последний большой климатический цикл



**Рис. 2.** Изменение параметров тропосферы и рост населения планеты по годам.  $M_{CO_2} \approx 5 \times 10^{15} \cdot C_{CO_2} \cdot (\eta_{CO_2} / \eta_B)$ ;  $\eta_{CO_2} / \eta_B$  — молекулярные массы  $CO_2$  и воздуха;  $\Delta t_B$  — повышение ССПТВ;  $N$  — изменение численности населения Земли

люционирует. В процессе эволюции глобальная биота создала механизм фотосинтеза, наполнила атмосферу кислородом, был образован защитный озоновый экран (~ 600 млн лет тому назад) и жизнь покорила сушу (~ 300 млн лет тому назад). В итоге сложилась устойчивая цепь глобальных биогеохимических круговоротов веществ и, что самое главное, был создан уникальный биотический механизм стабилизации климата [11, 13]. Именно глобальная биота превратила Землю в планету, резко отличающуюся от других планет Солнечной системы, создала экосферу и разум, контролировала содержание уровня кислорода и  $CO_2$  в тропосфере (через изменение объемов и эффективности фотосинтеза, а также степени растворимости  $CO_2$  в водах Мирового океана). Кроме того, она обеспечивала регуляцию парникового эффекта и альбедо Земли, изменяя интенсивность испарения вод Мирового океана путем выделения поверхностно-активных веществ, влияя на прозрачность воды и степень прогрева более глубоких слоев, а также регулируя отражательные и поглощательные свойства атмосферы путем изменения соотношений  $CO_2$ , паров и жидких капель воды в тропосфере [11, 13].

Последние 60 лет характеризуются трехкратным увеличением численности населения Земли, что при хищнической технократической цивилизации и варварском отношении к ПРИРОДЕ породило десятки глобальных проблем: существенное повышение уровней неэффективного использования природных ресурсов, предельно опасное загрязнение среды жизни супертоксикантами, деградацию и разрушение биосферы, значительное сокращение видового разнообразия биоты, масштабное уничтожение лесов, антропогенное опустынивание земель и т. д. Все это в основном и привело к разбалансировке климатической системы Земли, т.е. к снижению (или отключению) природных механизмов стабилизации климата, к уменьшению уровней стоков  $CO_2$  и его накоплению в тропосфере (рис. 2, 3 [10]), а следовательно, к потеплению климата на планете.

На рис. 2 приведены данные по увеличению концентрации диоксида углерода ( $C_{CO_2}$ ) и, соответственно, уровня его содержания в тропосфере ( $M_{CO_2}$ ) и повышению ССПТВ ( $\Delta t_B$ ) за период с 1970 по 2015 гг. Из представленных данных видна положительная корреляционная связь между увеличением концентрации  $CO_2$  в тропосфере и ростом численности ( $N$ ) населения Земли. Следует особо отметить, что влияние стационарной теплоэнергетики и транспорта на климат планеты по уровню выбросов  $CO_2$  в тропосферу с продуктами сжигания топлив не является значимым. А вот ~ 600 млн т в год супертоксикантов (оксидов азота ( $NO_x$ ) и серы ( $SO_2$ ), твердых частиц (ТЧ) и канцерогенных углеводородов (КУ), выбрасываемых в ОС с продуктами сжигания топлив (см. рис. 3), как раз способствуют угнетению и

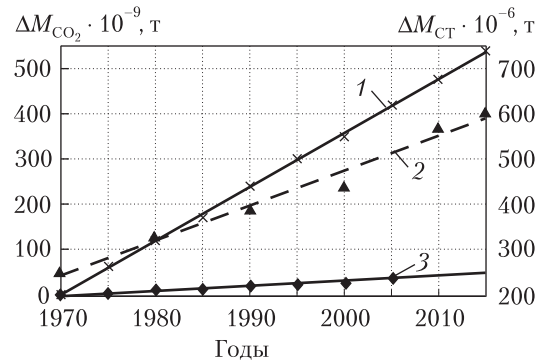
**Рис. 3.** Рост содержания  $\text{CO}_2$  в тропосфере (1), его эмиссии (3) и массового уровня выбросов супертоксикантов (2) с продуктами сжигания топлив

деградации фотосинтезирующих систем и биосферы планеты в целом, т. е. снижают их способность к аккумулярованию  $\text{CO}_2$  и стабилизации климата планеты.

На рис. 3 приведены данные по годовым уровням накопления  $\text{CO}_2$  в тропосфере (1), росту его эмиссии (3) и суммарным годовым массовым выбросам супертоксикантов (2) с продуктами сжигания топлив. Из этих данных следует, что уровень выбросов  $\text{CO}_2$  с продуктами сжигания топлив повысился с 1970 г. к 2015 г. примерно на  $50 \cdot 10^9$  т, тогда как уровень накопления  $\text{CO}_2$  в тропосфере за указанный период увеличился (из-за уменьшения объемов и качества функционирования деградируемых фотосинтезирующих систем, а также снижения степени растворимости  $\text{CO}_2$  в водах Мирового океана) более чем на  $500 \cdot 10^9$  т в год. Представленные данные фактически характеризуют реальные истоки накопления  $\text{CO}_2$  в тропосфере, усиление парникового эффекта и современное потепление климата планеты. И даже если к 2020 г. будет снижен мировой уровень промышленных выбросов  $\text{CO}_2$  на 20 % (в соответствии с ранее принятыми международно-политическими решениями), то ССПТВ будет всего на  $0,1^\circ\text{C}$  ниже ее реально повышенного значения. При этом стоимость внедрения технологий такого улавливания  $\text{CO}_2$  может составить более 100 млрд долл. США. Следовательно, необходимо срочно менять подходы к решению этой важнейшей проблемы современности.

**Роль и возможности Украины в решении глобальной и региональной проблем потепления климата Земли.** Итак, в основе глобального потепления климата Земли лежит антропогенно-экологический фактор. Поэтому важнейшей стратегической задачей является восстановление естественной природной среды с ее средообразующими и климатостабилизирующими функциями на всей территории планеты, проведение реальной экологизации всех сфер человеческой деятельности. Украина в плане восстановления природной среды может и должна взять на себя обязательства (при финансовой поддержке Евросоюза) по восстановлению в течение ближайшего десятилетия лесных экосистем Карпат, лиственных и хвойных лесов в иных регионах страны, что стало бы показательным и для других государств. Это, как и возрождение малой гидроэнергетики в Карпатах для выработки экологически чистой электроэнергии, будет на порядок эффективнее для стабилизации климата, чем при использовании предлагаемых технологий улавливания  $\text{CO}_2$  из дымовых газов энергоустановок. В Институте проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного (ИПМаш) НАН Украины (Харьков) подготовлены и обобщены необходимые данные по относительному удельному влиянию этих факторов на стабилизацию климата планеты.

Вместе с тем в Институте накоплен также большой практический опыт по экологизации объектов стационарной энергетики и транспорта: подготовлены необходимые программы проведения экоисследований, методики и современные средства экодиагностики, в том числе компьютерные системы (для реальной оценки уровня выбросов супертоксикантов с продуктами сжигания топлив), которые могут быть более широко использованы в стране, в том числе для выбора рациональных путей повышения эффективности и экологизации то-



пливосжигающих установок. В ходе проведенных исследований установлено [8–10] (и это очень важно), что экоканцерогенная опасность любых топливосжигающих установок более чем на 90 % определяется совместным воздействием двух пар супертоксикантов:  $\text{NO}_x$  и КУ, а также КУ и ТЧ, которые существенно усиливают канцерогенное воздействие КУ на человека и все живое. Предложен также интегральный показатель экоканцерогенной опасности топливосжигающих установок, учитывающий: удельный реальный уровень выбросов указанных супертоксикантов, например с отработавшими газами автомобилей (при их испытании по Европейскому городскому ездовому циклу); среднесуточную предельно допустимую концентрацию и безразмерные показатели усиления совместного действия супертоксикантов и канцерогенных ингредиентов на человека в условиях городской среды (с учетом явлений синергизма).

В ИПМаш НАН Украины разработаны концепции по созданию экономичного альтернативно-топливного дизеля с высокой экоканцерогенной безопасностью и парогазового угольно-плазменного энерготехнологического комплекса (предположительно в сотрудничестве с ФРГ, Францией и Норвегией), не требующего дополнительного использования природного газа, обладающего повышенной эколого-экономической эффективностью и одновременно обеспечивающего производство водорода и синтетических углеводородных топлив.

Таким образом, все крупные сдвиги в глобальном климате Земли являлись в основном следствием орбитально-обусловленных изменений в радиационном балансе планеты. Стабилизация климата на Земле имела биотическую природу. Важнейшей составляющей современного потепления климата является “хозяйственная” деятельность, существенное повышение уровней неэффективного использования природных ресурсов и предельно опасное загрязнение ОС супертоксикантами, что привело к угнетению, деградации, разрушению и уничтожению биосферы (фотосинтезирующих систем), включая лесные массивы, к изменению глобальных потоков углерода и кислорода, снижению стоков  $\text{CO}_2$  и накоплению его в тропосфере и, как следствие, к усилению парникового эффекта и глобальному потеплению климата Земли.

Стратегическим путем решения проблемы глобального потепления климата является: оздоровление экосферы, восстановление видового разнообразия и климатообразующих функций глобальной биоты на большей части территории планеты, включая озеленение планеты Земля и экологизацию всех сфер человеческой деятельности.

Для Украины предельно важным является восстановление лесных экосистем и малой гидроэнергетики Карпат (что дополнительно решит и многие другие проблемы этого региона), лиственных и хвойных лесов в других областях страны. Значимым для Украины является также принципиальное изменение стратегии дальнейшего природопользования (ресурсо- и энергосбережение должны стать основным путем инновационного развития и экологизации экономики страны).

В ИПМаш НАН Украины накоплен опыт, созданы методики и современные средства экодиагностики, включая анализ канцерогенных ингредиентов в продуктах сжигания топлив, предложены рациональные методы экологизации стационарной и транспортной энергетики. Разработаны концепции создания экономичного альтернативно-топливного транспортного дизеля с высокой экоканцерогенной безопасностью и парогазового энерго-технологического комплекса, в котором будут использованы плазменные технологии сжигания высокозольной угольной пыли без дополнительного использования природного газа.



## ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. *Монин А.С., Берестов А. А.* Новое о климате // Вестн. РАН. — 2005. — **75**, № 2. — С. 126–138.
2. *Подрезов О.А.* Изменение современного климата // Вестн. КРСУ. — 2009. — **9**, № 1. — С. 123–137.
3. *Морев С.Ю.* Климатические проблемы XXI века // Успехи совр. естествознания. — 2012. — № 3. — С. 65–68.
4. *Мелешко В.П.* Потепление климата: причины и последствия // Химия и жизнь. — 2007. — № 4. — С. 1–7.
5. *Гулев С.К., Катцов В.М., Соломина О.Н.* Глобальное потепление продолжается // Вестн. РАН. — 2008. — **78**, № 1. — С. 20–27.
6. *Кондратьев С.М., Демырчан К.С.* Климат Земли и “Протокол Киото” // Вестн. РАН. — 2001. — **71**, № 11. — С. 1002–1009.
7. *Лосев К.С.* Парадоксы борьбы с глобальным потеплением // Вестн. РАН. — 2009. — **79**, № 1. — С. 36–40.
8. *Канило П.М., Костенко К.В.* Антропогенно-экологические составляющие глобального потепления климата // Пробл. машиностроения. — 2010. — **13**, № 4. — С. 68–76.
9. *Мацевитый Ю.М., Канило П.М., Соловей В.В., Шубенко А.Л.* Проблемы глобального потепления климата // Экология и промышленность: Сб. науч. тр. — 2012. — № 1. — С. 18–23.
10. *Канило П.М.* Глобальное потепление климата. Антропогенно-экологическая реальность. — Харьков: Харьков. нац. автодор. ун-т, 2015. — 312 с.
11. *Горшков В.Г., Макарьева А.М.* Природа наблюдаемой устойчивости климата Земли // Геоэкология, инж. геология, гидрогеология, геокриология. — 2006. — № 6. — С. 483–495.
12. *Имбри Дж., Имбри К.П.* Тайны ледниковых эпох. — Москва: Прогресс, 1988. — 264 с.
13. *Макарьева А.М., Горшков В.Г.* Парниковый эффект и проблема устойчивости среднглобальной температуры земной поверхности // Докл. РАН. — 2001. — **76**, № 6. — С. 810–814.

## REFERENCES

1. *Monin A. S., Berestov A. A.* Vestnik RAN, 2005, **75**, No 2: 126-138 (in Russian).
2. *Podrezov O. A.* Vestnik KRSU, 2009, **9**, No 1: 123-137 (in Russian).
3. *Morev S. Yu.* Uspekhi sovremennoho yestestvoznania, 2012, No 3: 65-68 (in Russian).
4. *Meleshko V. P.* Khimia i zhyzn, 2007, No 4: 1-7 (in Russian).
5. *Gulev S. K., Katsov V. M., Solomina O. N.* Vestnik RAN, 2008, **78**, No 1: 20-27 (in Russian).
6. *Kondratiev S. M., Demyrchan K. S.* Vestnik RAN, 2001, **71**, No 11: 1002-1009 (in Russian).
7. *Losev K. S.* Vestnik RAN, 2009, **79**, No 1: 36-40 (in Russian).
8. *Kanilo P. M., Kostenko K. V.* Problemy mashinostroenia, 2010, **13**, No 4: 68-76 (in Russian).
9. *Matsevity Yu. M., Kanilo P. M., Solovey V.V., Shubenko A.L.* Ekologiya i promyshlennost, 2012, No 1: 18-23. (in Russian).
10. *Kanilo P. M.* Global climate warming. Anthropogenic-ecological reality, Kharkiv: Kharkiv National Automotive and Road University, 2015 (in Russian).
11. *Gorshkov V. G., Makarieva A. M.* Geocologia, inzhenernaya geologia, gidrogeologia, geocryologia, 2006, No 6: 483-495 (in Russian).
12. *Imbrie J., Imbrie K. P.* Ice Ages: Solving the Mystery, Moscow: Progress, 1988 (in Russian).
13. *Makarieva A. M., Gorshkov V. G.* Doklady RAN, 2001, **376**, No 6: 810-814 (in Russian).

*Поступило в редакцию 13.05. 2016*

Академік НАН України *Ю.М. Мацевитий*,  
член-кореспондент НАН України *О.Л. Шубенко, П.М. Канило, В.В. Соловей*  
Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України, Харків  
E-mail: pmk@ipmach.kharkov.ua

## ЕНЕРГІЯ, ЕКОЛОГІЯ І ГЛОБАЛЬНЕ ПОТЕПЛІННЯ КЛІМАТУ

*Оскільки сучасне потепління клімату має антропогенно-екологічний характер, автори вважають, що стратегічним розв'язанням проблеми стабілізації клімату планети є оздоровлення її біосфери, відновлення кліматотвірних функцій глобальної біоти і екологізація всіх сфер людської діяльності.*

**Ключові слова:** біосфера, парникові гази, біотична стабілізація клімату, спалювання палив, екологія, глобальне потепління клімату.

Academician of the NAS of Ukraine *Yu.M. Matsevit*,  
Corresponding Member of the NAS of Ukraine *A.L. Shubenko*,  
*P.M. Kanilo, V.V. Solovey*

Podgorny Institute for Mechanical Engineering Problems  
of the NAS of Ukraine, Kharkiv  
*E-mail: pmk@ipmach.kharkov.ua*

ENERGY, ECOLOGY, AND GLOBAL  
CLIMATE WARMING

*Based on the fact that the current global warming bears the anthropogenic-ecological character, the authors believe that a strategic solution to the problem is to stabilize planet's climate by the improvement of its biosphere, climate-recovery functions of the global biota, and the greening of all spheres of the human activity.*

**Keywords:** *biosphere, greenhouse gases, biotic climate stabilizing, fuel combustion, ecology, global climate warming.*