

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 (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 ~ 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-

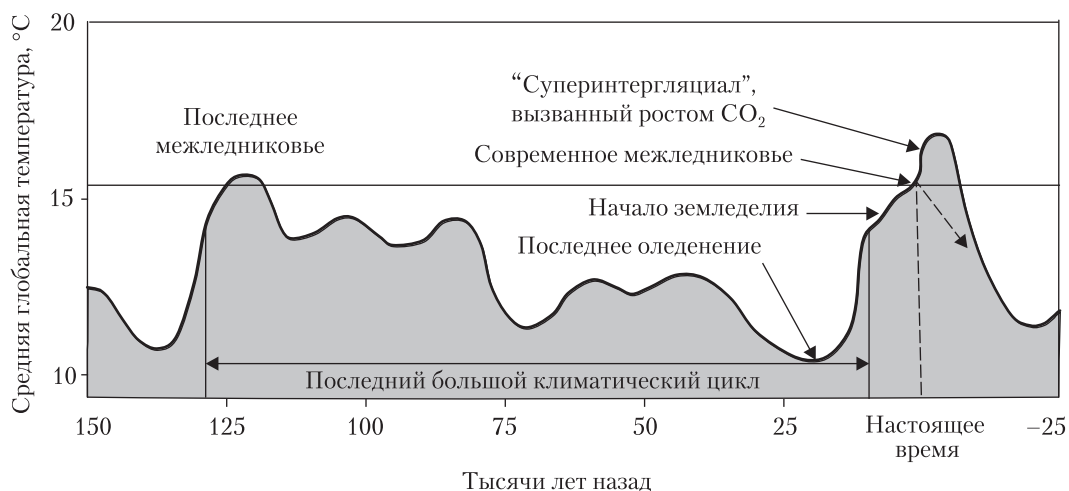


Рис. 1. Последний большой климатический цикл

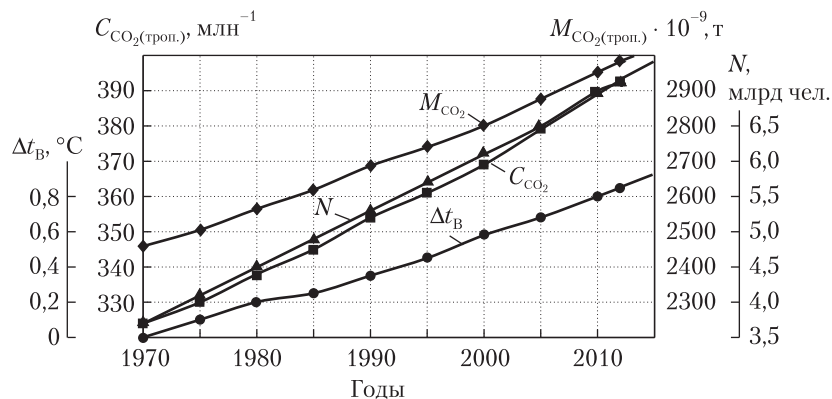


Рис. 2. Изменение параметров тропосферы и рост населения планеты по годам. $M_{CO_2} \approx 5 \times 10^{15} \cdot C_{CO_2} \cdot (\eta_{CO_2} / \eta_B)$; η_{CO_2} / η_B — молекулярные массы CO_2 и воздуха; Δt_B — повышение ССПТВ; N — изменение численности населения Земли

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 (Δt_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

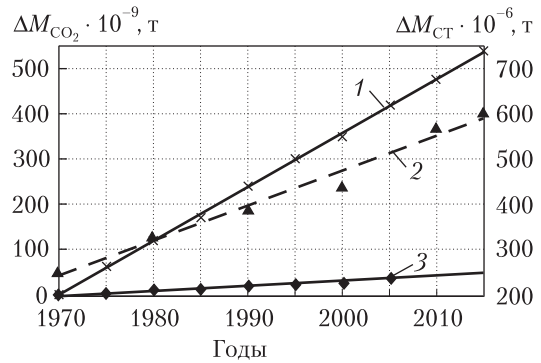
Рис. 3. Рост содержания CO_2 в тропосфере (1), его эмиссии (3) и массового уровня выбросов супертоксикантов (2) с продуктами сжигания топлив

деградации фотосинтезирующих систем и биосферы планеты в целом, т. е. снижают их способность к аккумулярованию CO_2 и стабилизации климата планеты.

На рис. 3 приведены данные по годовым уровням накопления 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 CO_2 с продуктами сжигания топлив повысился с 1970 г. к 2015 г. примерно на $50 \cdot 10^9$ т, тогда как уровень накопления CO_2 в тропосфере за указанный период увеличился (из-за уменьшения объемов и качества функционирования деградируемых фотосинтезирующих систем, а также снижения степени растворимости CO_2 в водах Мирового океана) более чем на $500 \cdot 10^9$ т в год. Представленные данные фактически характеризуют реальные истоки накопления CO_2 в тропосфере, усиление парникового эффекта и современное потепление климата планеты. И даже если к 2020 г. будет снижен мировой уровень промышленных выбросов 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 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 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: 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 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, геоэкология. — 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 среднеглобальной 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 zhynz, 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.*