

## ЭКОЛОГИЯ

УДК 669.85/86+502.7

## ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА И АВТОТРАНСПОРТ

**П.М. Канило, профессор, д.т.н., В.В. Соловей, профессор, д.т.н.,  
Н.В. Внукова, доцент, к.геогр.н., ХНАДУ**

***Аннотация.** Проанализированы многочисленные публикации по так называемому «глобальному потеплению» климата на планете Земля. Указывается на неопределенности в прогностических оценках этого явления, в том числе на отсутствие анализа по уровням изменений подвижного баланса между естественными источниками выбросов парниковых газов в атмосфере и их стоками. Обосновывается вывод, что современное потепление приземного слоя атмосферы в значительной степени является проблемой антропогенно-экологической.*

***Ключевые слова:** глобальное потепление климата, парниковые газы, сжигание топлив, энергетика, автотранспорт, экологические показатели.*

## ГЛОБАЛЬНЕ ПОТЕПЛІННЯ КЛІМАТУ І АВТОТРАНСПОРТ

**П.М. Канило, профессор, д.т.н., В.В. Соловей, профессор, д.т.н.,  
Н.В. Внукова, доцент, к.геогр.н., ХНАДУ**

***Анотація.** Проаналізовано численні публікації з так званого «глобального потепління» клімату на планеті Земля. Вказується на невизначеності у прогностичних оцінках цього явища, у тому числі на відсутність аналізу за рівнями змін рухливого балансу між природними джерелами викидів парникових газів в атмосферу та їх стоками. Обґрунтовується висновок, що сучасне потепління приземного шару атмосфери значною мірою є проблемою антропогенно-екологічною.*

***Ключові слова:** глобальне потепління клімату, парникові газы, спалювання палив, енергетика, автотранспорт, екологічні показники.*

## GLOBAL WARMING AND MOTOR TRANSPORT

**P. Kanilo, Professor, Doctor of Technical Sciences, V. Solovey, Professor,  
Doctor of Technical Sciences, N. Vnukova, Associate Professor, Candidate of  
Geographical Sciences, KhNAHU**

***Abstract.** Numerous publications on the so called global warming on the Earth planet have been analysed. It is pointed out at vagueness in forecasting assessments of this phenomenon including lack of analysis in levels of changing movable balance between natural sources of hothouse atmospheric emissions and their drainage. The conclusion is being proved that present-day warming of surface air to a considerable degree is a man-made problem.*

***Key words:** global warming, greenhouse gases, combustion of fuels, energetics, motor transport, ecological indices.*

**Введение**

Изменение климата в настоящее время – возможно наиболее важная и суперсложная мировая проблема по охране окружающей

среды (ОС), с которой человечество столкнулось за последние десятилетия. В 1988 году Всемирная метеорологическая организация, в соответствии с программой ООН по окружающей среде, создала Межправитель-

ственную группу экспертов по изменению климата (МГЭИК) планеты, которая периодически публикует доклады о будущих изменениях «глобального» климата и возможном влиянии этих изменений на различные виды хозяйственной деятельности. В 1992 г. в Рио-де-Жанейро была подписана Рамочная конвенция ООН по вопросам изменения климата. В декабре 1997 г. в г. Киото был одобрен так называемый Киотский протокол, в соответствии с которым развитые страны и страны с переходной экономикой, в том числе Украина, договорились уменьшить выбросы парниковых газов (ПГ), в первую очередь диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ), на 5 % относительно уровня базового – 1990 г. В декабре 2009 года в столице Дании – Копенгагене проходила 15-я климатическая конференция ООН (саммит руководителей 193 государств мира – участников конвенции ООН), посвященная проблемам «глобального изменения» климата на нашей планете. Президент России Дмитрий Медведев оценил итоги конференции «достаточно скромными» из-за отсутствия конкретных решений и отметил, что необходимо совершенствовать работу по улучшению экологической ситуации на планете и предотвращать ее неблагоприятное влияние на климат. Саммит, как указывает швейцарское издание *Le Temps* и ряд других, стал встречей не ученых, а политиков. Борьба с потеплением в ближайшие годы может вызвать настоящий денежный дождь. Уже существует «виртуальный рынок» по свободным единицам сокращения выбросов (ЕСВ)  $\text{CO}_2$ , стоимость которых составляет 12–15 евро/т. В решениях 15-й конференции слились политические и экономические интересы многих крупных держав и транснациональных корпораций, а вовсе не научный анализ путей разрешения глобальных эколого-климатических проблем человечества.

#### Анализ публикаций

В ряде работ [1–3] указывается, что средняя глобальная температура земной поверхности ( $\sim 15^\circ\text{C}$ ), обеспечивающая жизнь на Земле, изменялась на протяжении миллионов лет не более чем на несколько градусов в обе стороны от наблюдаемого сейчас среднего значения. Причем океаны и моря, имея поверхность  $\sim$  в 2,5 раза большую, чем суша, выполняли функцию санитаров атмосферы, аккумулируя  $\text{CO}_2$  и метан из атмосферы до приемлемых остаточных количеств для обеспечения многообразия жизни на нашей

планете. Кроме того, отмечается, что  $\text{CO}_2$  распределен по всему объему тропосферы практически равномерно, а годовые колебания его концентраций, объясняемые, в том числе, сезонной фотосинтезирующей активностью растений и микроорганизмов, изменением уровней выбросов  $\text{CO}_2$  с продуктами сжигания топлив, составляли, например в 1970–1980 гг.,  $\sim 45 \cdot 10^9$  т. Указанный сезонный уровень колебаний концентраций  $\text{CO}_2$  в тропосфере по отношению к его среднему массовому содержанию составлял  $\sim 2\%$ , но более чем в 2 раза превышал, как будет показано далее, годовой уровень выбросов  $\text{CO}_2$  с продуктами сжигания топлив.

По данным МГЭИК, «глобальное потепление» климата, начавшееся с 70-х годов XX века, не вызывает сомнений. Уровни повышения среднегодовой температуры приземного слоя тропосферы приведены на рис. 1. Наблюдается также рост температуры поверхностного слоя воды в мировом океане, сокращаются площади морского льда [4–6].

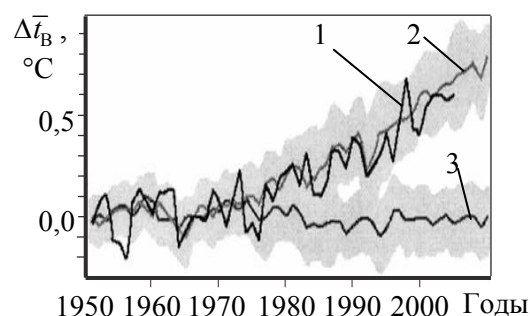


Рис. 1. Аномалии глобальной приземной температуры воздуха, рассчитанной по модели общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО) и полученной по наблюдениям, по отношению к норме в период с 1950-го по 1970 г.: 1 – данные наблюдений; 2 – аномалия температуры, с учетом известного роста парниковых газов (ПГ) и аэрозолей (расчет); 3 – тот же расчет, но при значениях ПГ и аэрозолей, соответствующих 1970 г.

Итак, многие исследователи считают, что процесс потепления климата вызван увеличением выбросов в атмосферу ПГ, в первую очередь  $\text{CO}_2$ , с продуктами сжигания ископаемых топлив и его накоплением в атмосфере. Ряд авторитетных экологов и климатологов полагают, что климат на Земле меняется циклически, а цивилизация лишь ускоряет ход естественных процессов. Современное «глобальное потепление» климата тре-

вожит не только ученых, общественные и правительственные организации, но и практически всех здравомыслящих людей.

### Цель и постановка задачи

На основе анализа публикаций и исследований авторов обосновывается вывод, что современное «глобальное потепление» климата в значительной степени является проблемой антропогенно-экологической. Обосновывается вывод о необходимости существенного усиления вектора экономизации и экологизации хозяйственной деятельности человечества, включая и автомобильный транспорт.

### Глобальное потепление климата – антропогенно-экологическая проблема

В основе парникового эффекта лежат физические процессы, теоретически связанные с уменьшением тепловых потерь в ОС газами, поглощающими инфракрасное излучение земли. К таким газам, называемым парниковыми, обычно относят оксиды углерода, водяной пар, метан и ряд других газов, но определяющим является  $\text{CO}_2$ . Следует отметить, что без парникового эффекта среднегодовая температура приземного слоя тропосферы составляла бы лишь  $-18^\circ\text{C}$ . При такой температуре жизнь на планете невозможна. Имеются три фундаментальные причины, почему может модифицироваться радиационный баланс земного шара, вызывая тем самым изменение климата [1–4, 6–8]: трансформации орбитальных параметров Земли или уровней поступающего на верхнюю границу атмосферы потока солнечной радиации; вариации доли солнечной радиации, которая отражается в мировое пространство (эта доля может увеличиваться или уменьшаться в результате изменения облачности, концентраций атмосферного аэрозоля или отражательных свойств подстилающей поверхности); снижение доли длинноволнового излучения от земной поверхности в космическое пространство как результат повышения концентраций ПГ, в первую очередь  $\text{CO}_2$ , в атмосфере.

Другой вопрос, который иногда поднимается, касается роли тепловой энергии в изменении климата, которая выбрасывается в атмосферу крупными городами, энергетическими и промышленными комплексами, транспортом и другими объектами. Однако вырабатываемое в настоящее время количе-

ство энергии в мире по отношению к энергии солнечной радиации, поглощаемой Землей, не превышает сотых–тысячных долей процента и составляет всего лишь несколько процентов от ее периодических природных изменений. Поэтому даже двух–трехкратное увеличение производства энергии не должно повлиять на глобальное изменение климата планеты [2, 3, 8, 9]. Оно может, в определенной степени, сказаться лишь на региональном уровне (в зонах городов-мегаполисов, районах расположения ТЭС, ТЭЦ, АЭС с их прудами-охладителями). На основе этого можно сделать предварительный предельно важный вывод: предполагаемое в ближайшем будущем двукратное увеличение производства и использования энергии человечеством не является ограничивающим, с точки зрения потепления климата.

Основу «глобального потепления» климата, видимо, составляют процессы, приводящие к нарушению замкнутости углеродного цикла, идущее разрушение биосферы Земли, обусловленное увеличением антропогенно-экологической нагрузки на природную среду, высоким уровнем использования биосферных ресурсов, истощением плодородия земель, вырубкой и старением лесов (тропические и другие леса исчезают со скоростью  $\sim 30$  га в минуту [9]), загрязнением атмосферы, литосферы и гидросферы различного рода биоцидами: предельно опасными для всего живого токсичными и канцерогенно-мутагенными химическими соединениями, тяжелыми металлами и радиоактивными элементами, выбрасываемыми, в том числе, с продуктами сжигания топлив [1–3, 7–9]. Все это приводит к угнетению, деградации и уничтожению фиторастительности на суше и в океане (экоцид), что способствует, как следствие, ослаблению естественных стоков  $\text{CO}_2$ , в том числе снижению поглощения  $\text{CO}_2$  фотосинтезирующими системами и уменьшению его растворимости в водах мирового океана. В этом, видимо, и заключается основной антропогенез проблемы «глобального потепления» климата на планете Земля. Именно в современной макроэкономике коренятся современные экологические проблемы и угрозы глобальных кризисов, в том числе «глобальное потепление» климата.

Климатическая система Земли является весьма сложной и включает пять важнейших составляющих: атмосферу, гидросферу,

криосферу, поверхность суши, биосферу и ее функционирование в значительной степени определяется условиями взаимодействия между ними. Динамическое равновесие  $\text{CO}_2$  в атмосфере обусловлено механизмами его переноса между атмосферой, гидросферой (мировым океаном) и биосферой (рис. 2).

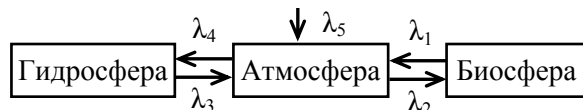


Рис. 2. Механизм переноса  $\text{CO}_2$  из одного «резервуара» в соседний (доли:  $\lambda_1$ – $\lambda_4$ ),  $\lambda_5$  – доля, вносимая с продуктами сжигания топлив

В ряде работ [2] отмечается, что  $\sim 95\%$  мировой эмиссии  $\text{CO}_2$  осуществляется природными источниками, к которым относятся: дыхание наземной растительности (24%) и почвы (30%), эмиссия с поверхности океана (41%) и вулканическая деятельность ( $< 1\%$ ). Тогда уровни выбросов  $\text{CO}_2$  с продуктами сжигания топлив не должны были превышать  $\sim 5\%$  от суммарной эмиссии  $\text{CO}_2$  в атмосферу. Кроме того, природный резервуар органического углерода в поверхностном слое почвы (до 100 см), из которого происходит эмиссия  $\text{CO}_2$ , составляет от 2000 до 3000 млрд. т [2]. Поэтому уровни природной эмиссии  $\text{CO}_2$  в атмосферу ( $\lambda_1$ ) за период с 1970 г по 2010 г. можно считать относительно стабильными или даже понижающимися ( $-\Delta\lambda_1$ ), вследствие уменьшения зеленой массы на планете. Могли также только снижаться, по сравнению с 1970 г., уровни эмиссий  $\text{CO}_2$  с поверхности мирового океана ( $-\Delta\lambda_3$ ), в том числе, вследствие загрязнения вод и повышения концентраций  $\text{CO}_2$  в тропосфере. В результате остаются три источника, способствующих повышению уровней накопления  $\text{CO}_2$  в атмосфере в период с 1970 г. по 2010 г.: снижение уровней стоков  $\text{CO}_2$  из тропосферы ( $\lambda_2, \lambda_4$ ), вследствие экоцида биосферы (угнетение, деградация и уничтожение фотосинтезирующих составляющих на суше и в океане) и повышение уровней выбросов  $\text{CO}_2$  с продуктами сжигания топлив ( $\lambda_5$ ). Рост выбросов  $\text{CO}_2$  в тропосферу при дыхании все увеличивающейся численности населения планеты Земля, как будет показано далее, является незначительным и может частично или полностью компенсироваться снижением выбросов  $\text{CO}_2$  при дыхании животных из-за уменьшения их количества на планете.

На рис. 3 приведены усредненные данные по увеличению концентрации и дополнительному суммарному накоплению  $\text{CO}_2$  в тропосфере, а также по росту численности населения планеты Земля в период с 1971 до 2010 гг. Так как среднегодовая концентрация  $\text{CO}_2$  в объеме тропосферы ( $\bar{M}_{\text{троп.}} \approx 5 \cdot 10^{15}$  т) распределена практически равномерно [2, 3, 7], то  $\bar{M}_{\text{CO}_2(\text{троп.})} \approx 5 \cdot 10^{15} \times \bar{C}_{\text{CO}_2(\text{троп.})}$ .

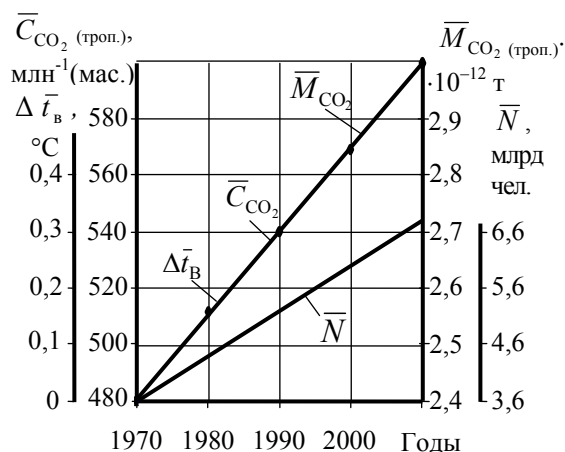


Рис. 3. Уровни изменения параметров тропосферы Земли и численности населения

Из представленных данных следует, что за рассматриваемый период увеличились:  $\bar{C}_{\text{CO}_2(\text{троп.})}$  – с 480 до 600  $\text{млн}^{-1}$  (мас); массовое содержание  $\text{CO}_2$  в тропосфере  $\sim$  на  $600 \cdot 10^9$  т (с  $2,4 \cdot 10^{12}$  до  $3,0 \cdot 10^{12}$  т), т.е. на 25% по сравнению с 1970 г., что в среднем составляло ежегодную прибавку  $\sim 15 \cdot 10^9$  т  $\text{CO}_2$ ;  $\Delta \bar{t}_B \approx 0,6$   $^\circ\text{C}$ , т.е. происходило повышение «глобальной» температуры приземного слоя воздуха примерно на  $0,1$   $^\circ\text{C}$  при росте содержания  $\text{CO}_2$  в тропосфере на 100 млрд. т. Прирост населения планеты составлял  $\sim 83$  млн человек в год, что могло приводить при его дыхании к дополнительному росту уровней выбросов  $\text{CO}_2$  в тропосферу  $\sim$  на  $0,04 \cdot 10^9$  т [2], что соответствовало  $\sim 2\%$  от суммарного годового накопления  $\text{CO}_2$ .

В работах [4–6] показано, что существует линейная зависимость между увеличением массового содержания  $\text{CO}_2$  в тропосфере и ростом «глобальной» среднегодовой температуры приземного слоя воздуха. Таким образом, если динамика роста содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере останется неизменной, то его масса к 2020 г. возрастет примерно на 200 млрд т (рис. 3) и составит  $\sim 3,2 \cdot 10^{12}$  т, при этом «глобальная» среднегодовая температура

ра приземного слоя тропосферы может подняться еще ~ на 0,2 °С. Уровни потребления ископаемых топлив и выбросов CO<sub>2</sub> в тропосферу с продуктами их сжигания представлены в табл. 1 [8, 10]).

Таблица 1 Мировое потребление топлив и выбросы вредных веществ с продуктами их сжигания

Потребление топлив и выброс ВВ	По годам				
	1970г.	1980г.	1990г.	2000г.	2009г.
Нефть, млн т н.э./год	1528	1800	2234	2338	3278
CO <sub>2</sub> , млн т/год	7123	9417	9954	11221	12089
NO <sub>x</sub> , млн т/год	46	60	65	70	80
SO <sub>2</sub> , млн т/год	7	9	10	11	12
ТЧ*, млн т/год	5,6	7,5	8,0	9,0	10
БП*(КУ), т/год	100	134	142	150	177
Природный газ, млн т н.э./год	899	1297	1769	2176	2653
CO <sub>2</sub> , млн т/год	2173	3163	4312	5335	6641
NO <sub>x</sub> , млн т/год	19	24	27	29	35
SO <sub>2</sub> , млн т/год	0,03	0,033	0,04	0,044	0,05
ТЧ, млн т/год	следы	следы	следы	следы	следы
БП (КУ), т/год	следы	следы	следы	следы	следы
Уголь, млн т н.э./год	1322	1751	1854	2095	2284
CO <sub>2</sub> , млн т/год	6745	7955	9825	10800	12400
NO <sub>x</sub> , млн т/год	28	36	40	44	52
SO <sub>2</sub> , млн т/год	92	108	134	147	173
ТЧ (зола), млн т/год	6	7	9	10	12
БП (КУ), т/год	5,6	7,2	8,0	8,8	10,4
Суммарное количество:					
Топлива, млн т н.э./год	3749	4848	5857	6609	8215
CO <sub>2</sub> , млн т/год	15141	19310	22674	25300	31130
NO <sub>x</sub> , млн т/год	93	120	132	143	167
SO <sub>2</sub> , млн т/год	99	117	144	158	185
ТЧ, млн т/год	11,6	14,5	17	19	24
БП, т/год	105,6	141,2	150	168,8	187,4
Выброс ВВ, приведенный к NO <sub>2</sub> (k <sub>NO2</sub> = 3), млн т	200	260	290	320	370
Тепловое воздействие на ОС <sub>3</sub> ГДж/год·10 <sup>-9</sup>	210	272	320	366	426
Доля от поступающей солнечной энергии, %	0,009	0,011	0,013	0,015	0,018

\*Усредненные суммарные выбросы твердых частиц (ТЧ) и бенз(а)пирена (БП – C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>), характеризующих уровни выбросов канцерогенных углеводородов (КУ); т н.э. – 41,9 ГДж/т н.э.

Из приведенных в табл. 1 данных следует, что уровни выбросов CO<sub>2</sub> в тропосферу в 1970 г. составляли: ~ 15 млрд т, а в 2009 г. ~ 31 млрд т, т.е. практически не превышали 1 % от суммарного массового накопления CO<sub>2</sub> в тропосфере. При этом ежегодное дополнительное увеличение выбросов CO<sub>2</sub> с продуктами сжигания топлив (табл. 1) в среднем соответствовало ~ 0,4·10<sup>9</sup> т, что составляло менее 3 % от ежегодного дополнительного накопления CO<sub>2</sub> в тропосфере. При этом доля автотранспорта по уровням выбросов CO<sub>2</sub> в тропосферу с отработавшими газами (ОГ) составляло менее 20 % от всех выбросов CO<sub>2</sub> с продуктами сжигания топлив, т.е. ~ 0,5 % от ежегодного дополнительного накопления CO<sub>2</sub> в тропосфере. Следует особо отметить, что если бы даже собрать в одну емкость все дополнительно выброшенные с продуктами сжигания топлив CO<sub>2</sub> (по сравнению с 1970 г.), то они были бы существенно меньше, чем дополнительно накопленные уровни CO<sub>2</sub> в тропосфере к 2010 г.

#### Результаты проводимого анализа

С большой степенью вероятности можно утверждать, что увеличение содержания CO<sub>2</sub> в тропосфере с 1971 до 2009 гг. в основном определялось ослаблением стоков CO<sub>2</sub>, обусловленных уменьшением его поглощения наземными и водными фотосинтезирующими системами, вызванного: загрязнением атмосферы, литосферы и гидросферы различного рода биоцидами, приведших к угнетению, деградации и уничтожению фиторастительности на суше в океане (экоцид), снижением зеленой массы на планете, включая вырубку и уничтожение лесов, и снижением растворимости CO<sub>2</sub> в водах мирового океана.

Следует отметить, что биологические виды, которые являются основой функционирования живой материи, предельно чувствительной к негативным изменениям в природной среде, в частности, к химическому, радиационному и другим видам загрязнений. Такие изменения являются причиной: обеднения генофонда органического мира, снижения биологического разнообразия в природе и эволюционного потенциала живых организмов и биосферы в целом. Растительный мир особо чувствителен к очень малым концентрациям вредных веществ в атмосфере (оксидов азота и серы, озона, канцерогенно-мутагенных веществ и др.), при этом нару-

шается их жизнеспособность, снижается («подавляется») фотосинтезирующая активность и продуктивность растений. Физико-химическое, биологическое и тепловое загрязнение внутренних водоемов, морей и океанов нарушает газообмен воды с атмосферой, что приводит к снижению растворимости  $\text{CO}_2$  в водах мирового океана, к исчезновению многих видов животных и растений, т.е. идет деградация водных объектов. Поэтому в современных условиях под воздействием человеческой деятельности способность природных систем к самоочищению атмосферы серьезно нарушена, атмосферный воздух не в полной мере выполняет свои защитные жизнеобеспечивающие экологические функции [1–3, 7–9]. Загрязнения воздушного бассейна планеты приняли трансграничные межгосударственные масштабы. Поэтому современное глобальное среднегодовое потепление приземного слоя атмосферы в значительной степени является проблемой антропогенно-экологической, определяемой, в том числе, снижением способности деградируемых наземных и океанических экосистем поглощать ПГ ( $\text{CO}_2$ ) по мере роста их концентраций в атмосфере.

Поэтому в период с 1971 до 2009 гг. нарушен глобальный газообмен  $\text{CO}_2$  между: атмосферой и биосферой (существенное снижение объемов и продуктивности фотосинтеза), а также атмосферой и гидросферой (снижение растворимости  $\text{CO}_2$  в водах мирового океана) при некотором увеличении уровней выбросов  $\text{CO}_2$  с продуктами сжигания ископаемых топлив. При этом наблюдаются следующие закономерности в глобальных годовых потоках  $\text{CO}_2$ :

$$\sum_{i=1971}^{2010} [(\lambda_1 - \lambda_2) + (\lambda_3 - \lambda_4)] > \sum_{i=1971}^{2010} [\lambda_{5(i)} - \lambda_{5(1970)}],$$

а также

$$-\Delta\bar{\lambda}_1 - \Delta\bar{\lambda}_3 + \Delta\bar{\lambda}_5 - (-\Delta\bar{\lambda}_2) - (-\Delta\bar{\lambda}_4) \approx 15 \cdot 10^9 \text{ т.}$$

Таким образом

$$(\Delta\bar{\lambda}_2 + \Delta\bar{\lambda}_4) \approx 15 \cdot 10^9 - 0,4 \cdot 10^9 + (\Delta\bar{\lambda}_1 + \Delta\bar{\lambda}_3),$$

т.е.  $(\Delta\bar{\lambda}_2 + \Delta\bar{\lambda}_4) > (15 \cdot 10^9 - 0,4 \cdot 10^9)$  на величину  $(\Delta\bar{\lambda}_1 + \Delta\bar{\lambda}_3)$ .

В табл. 1 представлены также данные по суммарным (усредненным) выбросам вредных веществ (ВВ) и основного парникового

газа  $\text{CO}_2$  в атмосферу с продуктами сжигания топлив и по тепловому воздействию энергосистем на ОС. При этом уровни годовых массовых выбросов  $\text{CO}_2$  в атмосферу при сжигании  $i$ -х топлив определялись по следующей формуле:

$$\bar{M}_{\text{CO}_2(i)} = \frac{\mu_{\text{CO}_2}}{\mu_{\text{C}}} \bar{M}_{\text{T}(i)} g_{\text{C}(i)} = 3,67 \bar{M}_{\text{T}(i)} g_{\text{C}(i)},$$

где  $\bar{M}_{\text{T}(i)}$  – усредненное массовое потребление  $i$ -го углеводородного топлива в млн т/год;  $g_{\text{C}(i)}$  – массовая доля углерода в  $i$ -м топливе (для углей  $\sim 0,6$ ; для природного газа  $\sim 0,75$ ; для нефти  $\sim 0,84$ );  $\mu_{\text{C}}$  и  $\mu_{\text{CO}_2}$  – соответственно молекулярные массы углерода и  $\text{CO}_2$ .

Суммарные выбросы ВВ с продуктами сжигания ископаемых топлив, приведенные к  $\text{NO}_2$  с учетом суммации и явлений синергизма ( $\sum \bar{\text{ВВ}}_{\text{NO}_2}$ ), определялись по следующей зависимости:

$$\begin{aligned} \sum \bar{\text{ВВ}}_{\text{NO}_2} = & \left\{ (0,1 + 0,9 \frac{\mu_{\text{NO}_2}}{\mu_{\text{NO}}}) \cdot \bar{\text{NO}}_x + \right. \\ & + \frac{k_{\text{SO}_2}}{k_{\text{NO}_2}} \cdot \frac{[\text{ПДК}_{\text{NO}_2}]_{\text{CC}}}{[\text{ПДК}_{\text{SO}_2}]_{\text{CC}}} \cdot \bar{\text{SO}}_2 + \\ & + \frac{k_{\text{ТЧ}}}{k_{\text{NO}_2}} \cdot \frac{[\text{ПДК}_{\text{NO}_2}]_{\text{CC}}}{[\text{ПДК}_{\text{ТЧ}}]_{\text{CC}}} \cdot \bar{\text{ТЧ}} + \\ & \left. + \frac{k_{\text{КУ}}}{k_{\text{NO}_2}} \cdot \frac{[\text{ПДК}_{\text{NO}_2}]_{\text{CC}}}{[\text{ПДК}_{\text{БП}}]_{\text{CC}}} \cdot \bar{\text{БП}} \right\}, \end{aligned}$$

где  $\mu_i$ ,  $[\text{ПДК}_i]_{\text{CC}}$  – соответственно молекулярная масса  $i$ -х ВВ, кг/кмоль; среднесуточные предельно допустимые концентрации  $i$ -х ВВ в атмосфере, мг/м<sup>3</sup>;  $k_i$  – экспертные коэффициенты агрессивности  $i$ -х ВВ в условиях ОС с учетом их суммации и явлений синергизма ( $k_{\text{NO}_2} = 3$ ,  $k_{\text{SO}_2} = 2$ ,  $k_{\text{ТЧ}} = 2$ ,  $k_{\text{КУ}} = 5,3$  [1]).

США и Китай, которые ответственны за 40 % мировых выбросов  $\text{CO}_2$  в атмосферу, на 15-й климатической конференции ООН предложили к 2020 г. снизить годовые выбросы  $\text{CO}_2$  в своих странах на 14–17 % по сравнению с 2005 г., т.е. (табл. 1) на  $\Delta G_{\text{CO}_2} \approx 30 \cdot 10^9 \cdot 0,4 \cdot 0,17 \approx 2 \cdot 10^9$  т/год. Ряд стран Европы, в том числе Россия и Украина, Ин-

дия, Япония, ответственные практически за 60 % мировых выбросов  $\text{CO}_2$ , попытаются уменьшить выбросы  $\text{CO}_2$  к 2020 г. в среднем на 25 % по сравнению с 1990 г., т.е. (табл. 1) на  $\Delta G_{\text{CO}_2} \approx 23 \cdot 10^9 \cdot 0,6 - 0,25 \approx 3,5 \cdot 10^9$  т/год. Предложенное общее снижение мировых уровней выбросов  $\text{CO}_2$  с продуктами сгорания топлив в 2020 г. может составить  $\sim 5,5 \cdot 10^9$  т/год. Если учесть, что повышение содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере на 100 млрд. т приводит к росту «глобальной» температуры приземного слоя атмосферы  $\sim$  на  $0,1^\circ\text{C}$ , то указанное снижение выбросов  $\text{CO}_2$  к 2020 г. сможет обеспечить уменьшение среднегодовой температуры приземного слоя атмосферы только на  $\Delta \bar{t}_B \approx 0,1 \cdot (5,5 / 100) \approx 0,006^\circ\text{C}$ .

### Выводы

1. Природа изменений мировой климатической системы очень сложна, поэтому объяснить перемены климата воздействием какого-либо одного фактора, например только увеличением уровней выбросов  $\text{CO}_2$  с продуктами сжигания топлив, невозможно. При этом в числе основных неопределенностей прогностических оценок изменения климата на планете остаются вопросы, связанные с достоверностью определения механизма «аномалий» между естественными источниками выбросов и стоков ПГ, особенно  $\text{CO}_2$ , в том числе с учетом численных оценок взаимосвязи по степени нарушения подвижного баланса между ними и массовым содержанием  $\text{CO}_2$  в атмосфере.

2. К одной из определяющих причин повышения содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере следует отнести увеличение антропогенно-экологической нагрузки на природную среду и соответствующее снижение способности деградируемых наземных и океанических экосистем поглощать  $\text{CO}_2$  по мере роста его концентрации в атмосфере. Существенное увеличение содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере с 1970 до 2009 гг. можно охарактеризовать «неразумной» хозяйственной деятельностью человечества: неэффективное и все возрастающее использование природных ресурсов, существенное сокращение площади лесов, в том числе тропических, старение лесов и отсутствие их обновления, загрязнение биоцидами атмосферы, гидросферы, литосферы, приводящее к угнетению, деградации и уничтожению фиторастиельности на суше и в океане, и т.д. Все это способствовало ослаблению

естественных стоков  $\text{CO}_2$  и, таким образом, привело к снижению уровней поглощения  $\text{CO}_2$  фотосинтезирующими системами, уменьшению его растворимости в водах мирового океана. В этом, видимо, и заключается основной антропогенез проблемы «глобального потепления» климата на Земле. Поэтому современное потепление приземного слоя атмосферы в значительной степени является проблемой антропогенно-экологической.

3. Установлен практически важный вывод о том, что предполагаемое в ближайшие десятилетия увеличение производства и использования энергии человечеством ( $\sim$  в 2 раза к 2050 г.) не является ограничивающим, с точки зрения «глобального потепления» климата на планете, так как уровни антропогенного «теплого загрязнения» ОС не превышают сотых-тысячных долей процента от уровня солнечной энергии, достигающей поверхности Земли, и составляют всего лишь несколько процентов от ее периодических изменений, обусловленных природными факторами.

4. Для стабилизации климата на планете человечеству, включая Международные организации, в том числе ООН и Совет Европы, правительства государств и т.д., необходимо скоординировать свои действия на решении трех важнейших глобальных проблем:

– Увеличении объемов и продуктивности фотосинтеза на планете (восстановление и посадка новых лесных массивов, расширение угодий под кормовые и продуктовые растения, в том числе использование искусственных фотосинтетиков и т.д.), что обеспечит: оздоровление биосферы, повышение интенсивности стоков  $\text{CO}_2$  из атмосферы, а также – расширение продовольственного потенциала планеты. Озеленение планеты Земля должно стать основным социально-экономическим мотивом дальнейшего развития, а возможно, и существования человеческого общества.

– Экологизации хозяйственной деятельности, в первую очередь промышленности, энергетики, транспорта, быта, на основе использования наукоемких экологически чистых технологий, в том числе применение в промышленности технологий с замкнутыми производственными циклами, не нарушающих природного равновесия, что приведет: к существенному снижению попадания в биосферу чуждых ей примесей антропогенного происхождения, к повышению эффективности функционирования и продуктивности

фотосинтеза и соответственно к увеличению поглощения  $\text{CO}_2$  из атмосферы. Для этого необходимо широкое развитие мирового рынка экотехнологий.

– Экономизации хозяйственной деятельности на основе внедрения новых высокоэффективных технологий использования природных ресурсов, в том числе высокоэкономичных и экологически чистых технологий сжигания как традиционных, так и альтернативных энергоносителей, в том числе водорода [11, 12], а также технологий, с более широким применением возобновляемых источников энергии, что приведет к существенному снижению: удельного потребления энергоносителей, уровней выбросов в атмосферу экологически опасных ингредиентов, а также  $\text{CO}_2$ , что будет способствовать решению как топливно-экологической проблемы, так и снижению накопления  $\text{CO}_2$  в атмосфере. Ресурсо- и энергосбережение – основной путь экономизации и экологизации экономики.

5. Среднегодовое увеличение выбросов  $\text{CO}_2$  автотранспортом за рассматриваемый период составляло  $\sim 0,08 \cdot 10^9$  т, что не превышало 0,5 % от годового накопления  $\text{CO}_2$  в тропосфере. Однако автотранспорт является определяющим загрязнителем атмосферы городов предельно опасными токсичными и канцерогенно-мутагенными ингредиентами, что угнетающе влияет на продуктивность фотосинтезирующих систем, приводя к снижению уровней стоков  $\text{CO}_2$  из тропосферы.

6. Предложенные на 15-й климатической конференции ООН решения, в том числе по созданию транснациональными корпорациями «виртуального» рынка перепродаж свободных единиц сокращения выбросов  $\text{CO}_2$ , является одной из афер XXI века. Диоксид углерода является «хлебом насущным» для всего живого на Земле, и его необходимо с максимальной пользой использовать, в том числе для решения проблемы дополнительного производства продуктов питания.

### Литература

1. Семиноженко В.П. Энергия. Экология. Будущее / В.П. Семиноженко, П.М. Канило, В.Н. Остапчук, А.И. Ровенский. – Харьков : Прапор, 2003. – 464 с.
2. Козин Л.Ф. Современная энергетика и экология : проблемы и перспективы / Л.Ф. Козин, С.В. Волков. – К. : Наукова думка, 2006. – 775 с.
3. Химия окружающей среды : пер. с англ. / под ред. А.П. Цыганкова. – М. : Химия, 1982. – 672 с.
4. Мелешко В.П. Потепление климата: причины и последствия / В.П. Мелешко // Химия и жизнь – 2007. – № 4. – С. 1–7.
5. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. – М. : Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Госгидромет), 2008. – Т.1. Изменение климата. – 230 с.
6. Мировое (глобальное) потепление на планете Земля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.worldwarming.info/printout253.html>. – 10.02.2010.
7. Рудько Г.І. Конструктивна геоекологія: наукові основи та практичне втілення / Г.І. Рудько, О.М. Адаменко. – К. : ТОВ «Маклауд», 2008. – 320 с.
8. Канило П.М. Антропогенно-экологические составляющие глобального потепления климата / П.М. Канило, К.В. Костенко // Проблемы машиностроения, 2010. – Т. 13, № 4. – С. 68–75.
9. Путвинский С.В. Возможна ли будущая мировая энергетическая система без ядерного синтеза / С.В. Путвинский // Успехи физ. наук. – 1998. – Т. 168, № 11. – С. 1235–1246.
10. BP Statistical Review of World Energy June 2010. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bp.com/statisticalreview>. – 21.03.2011.
11. Канило П.М. Угольно-водородные парогазовые комплексы с дополнительным производством синтетических топлив / П.М. Канило, В.В. Соловей, В.Е. Костюк, К.В. Костенко // Проблемы машиностроения. – 2009. – Т. 12, №4. – С. 64–72.
12. Кузык Б.Н. Россия: стратегия перехода к водородной энергетике / Б.Н. Кузык, Ю.В. Яковец. – М. : Инс-т эконом. исследований, 2007. – 400 с.

Рецензент: Ф.И. Абрамчук, профессор, д. т. н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 2 июня 2011 г.