

Е.М. Колоскова, А.И. Курбатова

ДИНАМИКА ВЫБРОСОВ МАЛЫХ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ И ИХ ВОЗМОЖНЫЙ ВКЛАД В БУДУЩЕЕ ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА ЗЕМЛИ

Исследованы темпы роста выбросов малых техногенных парниковых газов Киотского протокола за последние десятилетия, проанализирован вклад отдельных газов в парниковый эффект, оценен вклад разных стран в общую эмиссию парниковых газов, предложен прогноз роста концентраций. Также изучена динамика изменения концентраций парниковых газов в атмосфере Земли, произведено сравнение темпов роста выбросов и концентраций основных газов, на основе чего предложен прогноз роста концентраций на следующие 15 лет и выявлены газы, наиболее потенциально опасные для климатической системы Земли в будущем.

Ключевые слова: парниковые газы, Киотский протокол, темпы роста, гексафторид серы, ГФУ, ПФУ, выбросы, атмосферные концентрации, потенциал глобального потепления.

Основными парниковыми газами (далее ПГ), оказывающими влияние на климатическую систему Земли являются диоксид углерода CO_2 , метан CH_4 , закись азота N_2O , источниками которых являются как естественные природные процессы, так и деятельность человека, а также так называемые малые парниковые газы антропогенного происхождения, такие как гексафторид серы (SF_6) и некоторые частично и полностью замещенные углеводороды (ГФУ и ПФУ). Несмотря на довольно значительное количество работ, посвященных дру-

гим веществам антропогенного происхождения, имеется еще большая степень неопределенности в оценке и прогнозе глобальных выбросов малых парниковых газов.

Согласно [1, 2] в 2010 г. доля CO_2 в общей эмиссии парниковых газов в мире составила 73,4%, метана – 17,6%, 6,7% от всех выбросов составила эмиссия закиси азота. Доля «малых» газов, таких как ПФУ, ГФУ и гексафторид серы, в сумме составила 2,4%. Для понимания вклада каждой отдельной страны в общую эмиссию ПГ проанализируем выбросы стран с



Рис. 1. Выбросы CO_2 , CH_4 , N_2O странами с различным уровнем дохода, 1990 г. и 2010 г. (диаграммы построены по данным Всемирного банка)

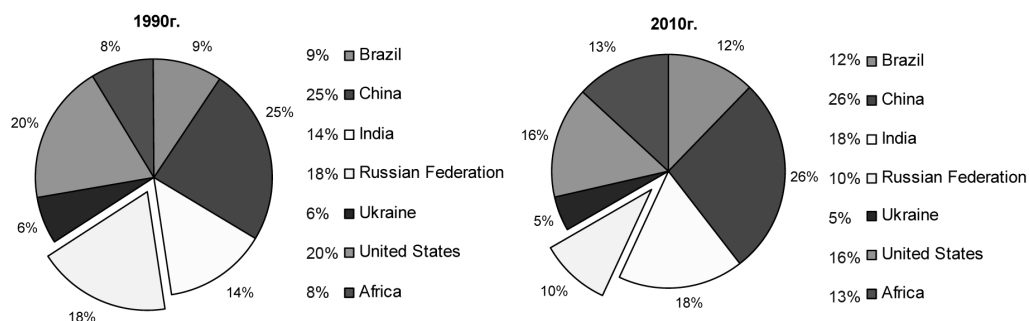


Рис. 2. Основные страны-загрязнители метаном. Доля РФ

различным уровнем доходов в 1990 г. и в 2000 г. Воспользовавшись данными Всемирного банка, были построены диаграммы выбросов ПГ странами с различным уровнем дохода. Из рис. 1 видно, что роль развитых стран с высоким уровнем доходов в общей эмиссии ПГ постепенно снижается. Роль же стран со средним доходом, напротив, растет. Таким образом, спад выбросов ПГ от развитых стран дополняется существенным увеличением эмиссий от развивающихся стран, что позволяет утверждать о неэффективности практики квот Киотского протокола в ближайшем будущем.

Структура выбросов по странам и роль России в общей эмиссии различных газов в 1990 г. и в 2010 г. представлена на рис. 2–4. Доля РФ в выбросах метана, составлявшая в 1990 г. 18%, к 2010 г. снизилась в 2 раза

(рис. 2). При этом наибольшая роль в выбросах CH_4 принадлежит Китаю.

Основными загрязнителями атмосферы закисью азота являются Китай и США, Бразилия (рис. 3). Доля России, составлявшая в 1990 г. 9%, к 2010 г. снизилась до 4%.

Доля США (рис. 4) в выбросах SF_6 , ПФУ, ГФУ выросла с 47% в 1990 г. до 63% в 2010 г., что говорит о значительном вкладе США в выбросы малых парниковых газов. Доля России, занимающей второе место в эмиссии техногенных газов, составляет 17%.

Авторами статьи проведен анализ динамики атмосферных концентраций на основе данных World Data Centre for Greenhouse Gases (WDCGG) [3]. Для получения объективной картины были рассмотрены данные с 6 станций мониторинга, расположенных в различных географических широ-

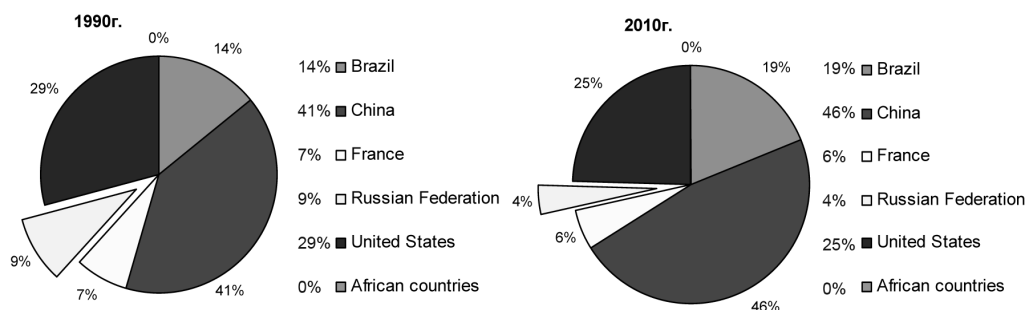


Рис. 3. Основные страны-загрязнители закисью азота. Доля РФ

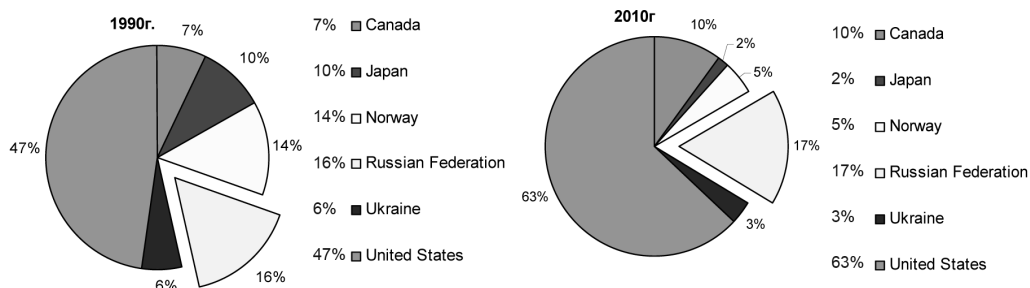


Рис. 4. Основные страны-загрязнители ПГ с высоким ПГП. Доля РФ

тах Северного и Южного полушарий (Alert (Canada); Cape Grim (Australia); Mace Head (Ireland); Tutuila (Cape Matatula) (USA); Ragged Point (Barbados); Trinidad Head (USA)). Из группы частично замещенных углеводородов (ГФУ) изучались показатели концентраций HFC134a, HFC152a и HFC23. Содержание полностью замещенных углеводородов (ПФУ) рассмотрено на примере концентраций PFC14, PFC116 и PFC218. Как видно из представленных данных в табл. 1, концентрации всех рассматриваемых парниковых газов неуклонно росли в течение последних десятилетий. Отметим, что концентрация гексафторида серы выросла на 128%, содержание рассматриваемых ГФУ в атмосфере увеличилось почти в 37 раз. В период с 2005–2013 гг. концентрация ПФУ увеличилась на 8%.

Из табл. 1 видно, что величины темпов роста концентраций полностью

антропогенных газов – SF_6 , ГФУ и ПФУ – намного значительней темпов роста концентраций остальных газов, но при этом по данным ряда станций в последние годы скорости роста несколько снижаются.

Суммарная доля наиболее распространенных антропогенных газов (SF_6 , основные HFC и PFC) (табл. 2) по данным мониторинга за 2013 г. [3] лишь немного превышает $5 \cdot 10^{-5} \%$. Однако концентрацию каждого газа необходимо рассматривать не в виде абсолютной величины, а с учетом его потенциала глобального потепления, т.е. его вклада в парниковый эффект. Суммарная доля техногенных газов с учетом их потенциала глобального потепления в 2013 г. составила 0,16%.

Учитывая темпы роста концентраций ПГ на текущем уровне авторами сделан прогноз их роста до 2030 г. (табл. 2). Определено, что суммарная доля «малых» газов с учетом потенци-

Таблица 1

Концентрации основных парниковых газов в атмосфере Земли в 1995–2013 гг.

	CO_2 (ppm)	CH_4 (ppb)	N_2O (ppb)	SF_6 (ppt)	HFCs (ppt)	PFCs (ppt)
1995	360,21	1764,65	311,74	3,48	2,21	н.д.
2000	369,01	1788,72	315,71	4,54	15,18	н.д.
2005	379,20	1789,27	319,07	5,63	40,85	79,09
2010	389,55	1811,91	323,23	6,98	66,78	83,06
2013	396,25	1829,17	325,89	7,92	82,64	85,40

Таблица 2

Доли различных газов во влиянии на парниковый эффект с учетом их потенциала глобального потепления, %

Парнико- вый газ	ППП	Концен- трация, 2013, %	Концентрация с учетом ППП, %				
			2006	2013	2020*	2025*	2030*
CO ₂	1	99,45	73,40	73,31	73,65	73,91	74,16
CH ₄	21	0,46	7,26	7,12	7,01	6,93	6,86
N ₂ O	310	0,085	19,19	19,41	19,06	18,83	18,60
SF ₆	23 900	2,0·10 ⁻⁶	0,027	0,035	0,045	0,054	0,065
HFC134	1300	1,9·10 ⁻⁵	0,010	0,018	0,024	0,031	0,038
HFC23	14 760	7,0·10 ⁻⁶	0,00014	0,00019	0,098	0,122	0,154
HFC152	140	2,0·10 ⁻⁶	0,00669	0,00742	0,00026	0,00032	0,00041
PFC116	9200	1,0·10 ⁻⁶	0,09549	0,09690	0,00795	0,00836	0,00879
PFC14	6500	2,0·10 ⁻⁵	0,00062	0,00075	0,10388	0,10922	0,11481

* – прогноз на основании темпов роста в 2010–2013 гг.

ала глобального потепления в 2020 г. составит уже 0,28%, а к 2030 г. вырастет до 0,4%. Данный прогноз позволяет сделать вывод, что влияние гексафторида серы и частично или полностью замещенных углеводородов в будущем будет только увеличиваться, что может привести к неконтролируемым ситуациям с проблемой парникового эффекта [5].

При анализе темпов роста выбросов и концентраций техногенных газов с высоким потенциалом глобального потепления было установлено, что рост концентраций значительно превышает рост выбросов, что требует проведения дальнейших исследований. Так объемы выбросов гексафторида серы с 1995 г. выросли в 1,4 раза, а атмосферных концентраций – в 2. Эмиссии ГФУ увеличились в 2,5 раза, в то время как их концентрации достигли отметки, в 37 раз превышающей показатели 1995 г. Выбросы ПФУ постепенно сокращаются, тогда как концентрации

продолжают неуклонно расти за счет накопления в атмосфере и долгого периода жизни газов.

Прогноз динамики атмосферных концентраций, основанный на темпах роста, позволяет сделать вывод о том, что в ближайшем будущем возрастет доля вклада в парниковый эффект «малых» техногенных газов, что требует обратить на себя более пристальное внимание. Поскольку число техногенных парниковых газов постоянно растет, следует расширить количество учитываемых газов при создании новых посткиотских соглашений. Определено, что, несмотря на наблюдающееся уже в настоящее время снижение темпов роста атмосферных концентраций частично и полностью замещенных углеводородов, их содержание в атмосфере продолжает расти с существенной скоростью и данная тенденция сохранится в течение всего следующего столетия.

1. Курбатова А.И., Тарко А.М. Динамика выбросов парниковых газов в странах мира // Вестник РУДН, серия экология и безопасность жизнедеятельности. – 2015. – № 1. – С. 15–23

2. World Development Indicators. World Bank, 2012, <http://databank.worldbank.org/ddp/home.do>, 2014.

3. World Data Centre for Greenhouse Gases <http://ds.data.jma.go.jp/gmd/wdgcgg/>, 2014.

4. Тарко А.М., Курбатова А.И. Парниковые газы Киотского Протокола / Всероссийская конференция с международным участием «Эндогенная активность Земли и биосоциальные процессы» (ГеоБио 2014), 5–7 ноября 2014. – М.: ИФЗ РАН, 2014. – С. 30–31. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Курбатова Анна Игоревна – кандидат биологических наук, доцент,
e-mail: kurbatova_ai@mail.ru,

Колоскова Евгения Михайловна – магистрант,
e-mail: eug.koloskova@gmail.com,
Российский университет дружбы народов.

UDC 502.3

DYNAMICS OF ANTHROPOGENIC GREENHOUSE GASES' EMISSIONS AND THEIR POSSIBLE CONTRIBUTION TO THE FUTURE CHANGES IN THE EARTH'S CLIMATE

Koloskova E.M.¹, Candidate of Biological Sciences, Assistant Professor,
e-mail: kurbatova_ai@mail.ru,

Kurbatova A.I.¹, e-mail: eug.koloskova@gmail.com,

¹ Peoples' Friendship University of Russia, 113093, Moscow, Russia.

In the article growth rates of emissions of «small» anthropogenic greenhouse gases of Kyoto Protocol during the last decades are researched, contribution of these gases to the greenhouse effect is analyzed, the contribution of different countries to the overall greenhouse gas emissions is estimated, the forecast of concentrations growth is suggested. Also the dynamics of changes in the concentrations of greenhouse gases in the Earth's atmosphere is studied, the growth rates of emissions and concentrations of the main gases are compared, on the basis of which forecast of concentration growth for the next 15 years is suggested. The most potentially dangerous to the future Earth's climate system greenhouse gases are identified.

Key words: greenhouse gases, Kyoto Protocol, growth rates, sulfur hexafluoride, hydrofluorocarbons and perfluorocarbons, emissions, atmospheric loading, global-warming potential.

REFERENCES

1. Kurbatova A.I., Tarko A.M. Vestnik RUDN, seriya ekologiya i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti. 2015, no 1, pp. 15–23

2. World Development Indicators. World Bank, 2012, <http://databank.worldbank.org/ddp/home.do>, 2014.

3. World Data Centre for Greenhouse Gases <http://ds.data.jma.go.jp/gmd/wdgcgg/>, 2014.

4. Tarko A.M., Kurbatova A.I. Vserossiiskaya konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiem «Endogennaya aktivnost' Zemli i biosotsial'nye protsessy» (GeoBio 2014), 5–7 noyabrya 2014 (1st International Conference «Endogenous activity of the Earth and biosocial processes» (GeoBio2014), November 5–7, 2014), Moscow, IFZ RAN, 2014, pp. 30–31.

