

## 60 ЛЕТ ГЛОБАЛЬНОМУ ФОНОВОМУ МОНИТОРИНГУ УРОВНЯ CO<sub>2</sub> В АТМОСФЕРЕ

*С.М. Семенов* <sup>1),2)</sup>

<sup>1)</sup> Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН,  
Россия, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б; *SergeySemenov1@yandex.ru*

<sup>2)</sup> Институт географии Российской академии наук,  
Россия, 119017, Москва, Старомонетный пер., 29

Зависимость климата Земли, в том числе температурного режима в приповерхностном слое атмосферы, от содержания в ней парниковых газов установили еще в XIX веке Ж.-Б. Ж. Фурье, Дж. Тиндалл и С. А. Аррениус. Однако лишь в 1938 г. Г. С. Колиндер (Callender, 1938) опубликовал работу, в которой связал наблюдаемое глобальное потепление с антропогенным обогащением атмосферы углекислым газом. В течение следующего двадцатилетия мир был наполнен событиями, в основном, далекими от проблем глобального климата. Тем не менее среди специалистов происходило некоторое осмысление возможности дальнейшего глобального потепления вследствие антропогенного обогащения атмосферы парниковыми газами в ходе развития мирового хозяйства. Это обогащение, прежде всего, углекислым газом в значительной мере связано с увеличением объемов сжигания ископаемого органического топлива – угля, нефти, газа. Становилось все яснее, что необходимо иметь систематическую объективную информацию об уровнях содержания парниковых газов в атмосфере, прежде всего CO<sub>2</sub>. Были созданы необходимые средства измерений, возникли и организационные предпосылки.

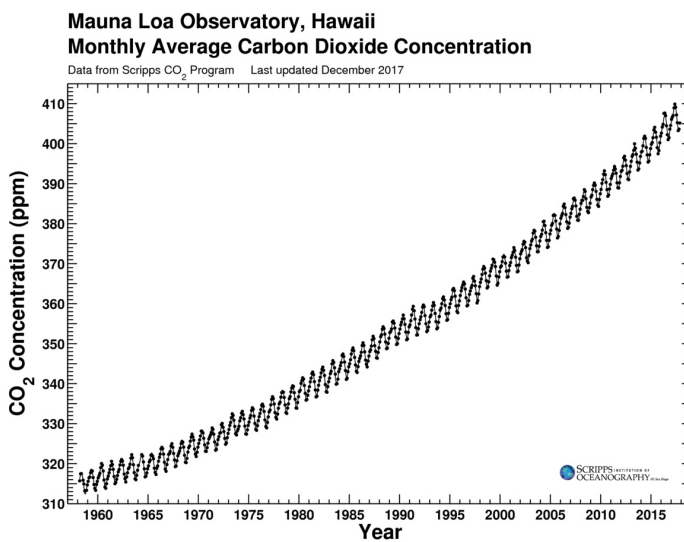
В пределах города Сан-Диего, Калифорния, США, на океанском побережье расположен небольшой район Ла-Хойа (La Jolla). В нем находится Скриппсовский Институт океанографии<sup>1</sup>. Именно благодаря поддержке этого института в 1958 г. Чарльз Дэвид КИЛИНГ (Charles David Keeling, 1928-2005), сотрудник этого института, начал систематически измерять содержание CO<sub>2</sub> в атмосферном воздухе на станции Мауна-Лоа, Гавайи, США. Это – высокогорная станция, расположенная на высоте 3397 м над уровнем моря; ее координаты – 19.5° с.ш., 155.6° з.д.. Ч. Д. Килинг был лидером группы исследователей, которая занималась систематическими измерениями CO<sub>2</sub> на станции Мауна-Лоа до 1974 г.

---

<sup>1</sup> Семья Скриппс в начале XX века пожертвовала значительные средства на организацию Института океанографии, Scripps Institution of Oceanography.



Чарльз Дэвид Килинг (1928 – 2005 гг.)<sup>2</sup>



Кривая Килинга<sup>3</sup>

Но и потом, до самой своей кончины, он работал с данными измерений и опубликовал несколько статей по их материалам, которые не только получили большой отклик в научных кругах, но и показали более широкому кругу читателей быстрый рост содержания углекислого газа в атмосфере – см., например, (Keeling et al., 2005). График (см. выше), на котором изображены среднемесячные данные о содержании CO<sub>2</sub> в атмосфере на станции Мауна-Лоа, назван кривой Килинга. Заметные сезонные колебания уровня углекислого газа связаны в том числе с его потреблением растениями в процессе первичного продуцирования и выделением при разложении мертвого органического вещества, а также с зависимостью обмена CO<sub>2</sub> между атмос-

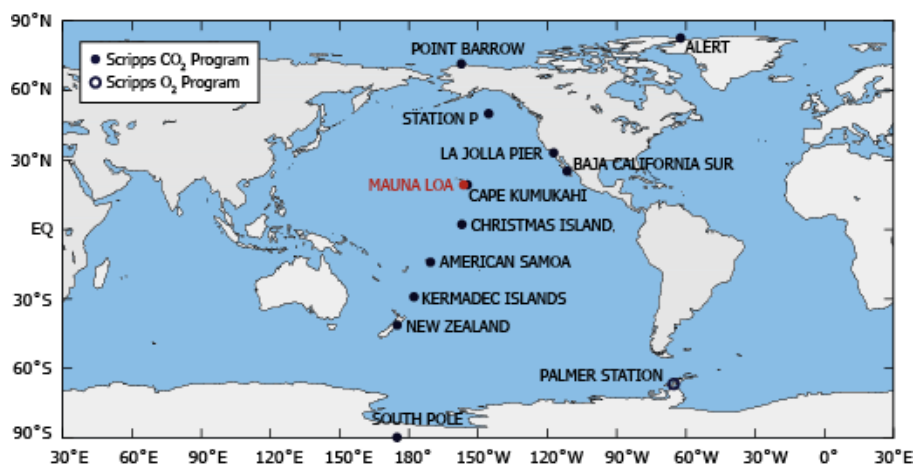
---

<sup>2</sup> [http://scrippsco2.ucsd.edu/history\\_legacy/charles\\_david\\_keeling\\_biography](http://scrippsco2.ucsd.edu/history_legacy/charles_david_keeling_biography)

<sup>3</sup> [http://scrippsco2.ucsd.edu/data/atmospheric\\_co2/primary\\_mlo\\_co2\\_record](http://scrippsco2.ucsd.edu/data/atmospheric_co2/primary_mlo_co2_record)

---

ферой и океаном от температуры. Впоследствии измерения уровня  $\text{CO}_2$  продолжили Пайтер ТЭНС (Pieter Tens), Ральф Килинг (Ralph Keeling) и другие. Интерес к характеру изменения во времени содержания  $\text{CO}_2$  (и других парниковых газов) в атмосфере стал весьма высок. Эти измерения продолжают и поныне.



Сеть глобального фонового мониторинга Scrippsовского института океанографии (измерения  $\text{CO}_2$  и  $\text{O}_2$ )<sup>4</sup>;  
станция Мауна-Лоа обозначена красным цветом

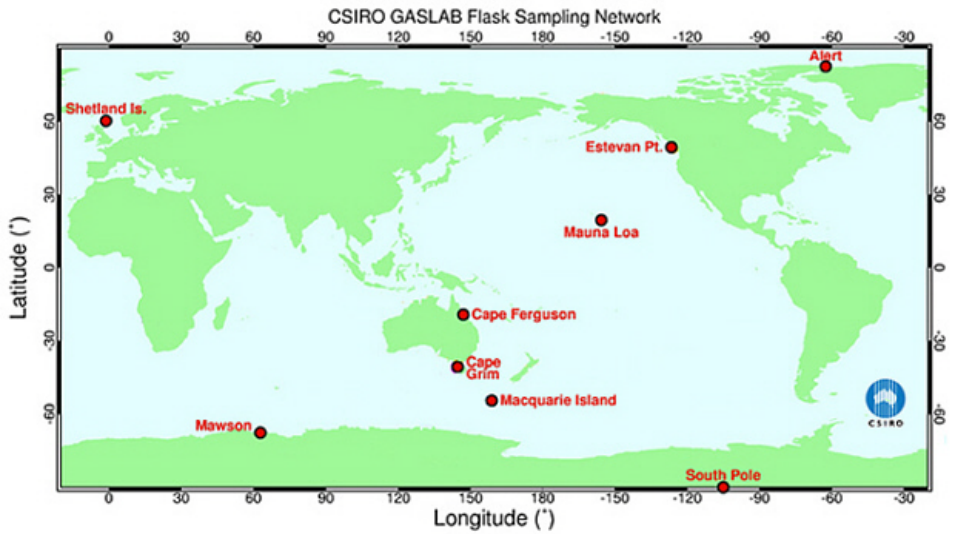
В настоящее время Scrippsовский институт океанографии поддерживает целую глобальную измерительную сеть, где проводятся аналогичные измерения глобального фона  $\text{CO}_2$ . Эти станции располагаются от Южного полюса практически до Северного полюса. Самая северная станция – Алерт, Канада (82° с.ш.; 62° з.д.).

Кроме этой сети измерения концентраций парниковых газов проводятся также и на других измерительных сетях. Также глобальный характер имеет Пробоотборная сеть Научной и промышленной исследовательской организации Содружества наций, Австралия (CSIRO GASLAB Flask Sampling Network, The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation - CSIRO). Данные этой сети также широко используются при анализе трендов глобальных уровней содержания парниковых газов в атмосфере, см., например, (Steele et al, 2007). Эти сети частично пересекаются – в обе входят станции Южный полюс, Мауна-Лоа и Алерт.

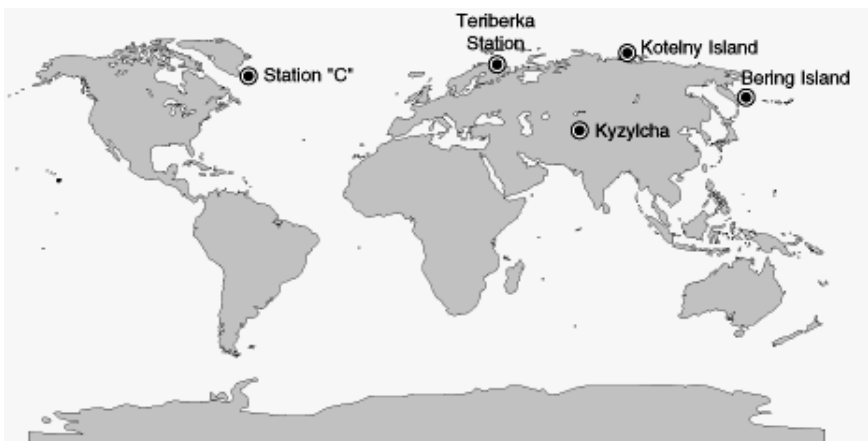
В нашей стране в конце 1980х – начале 1990х годов также проводились сетевые измерения  $\text{CO}_2$ . Эти измерения выполнялись Главной геофизической обсерваторией им. А.И. Воейкова (ГГО) на станции С, станциях Териберка (Кольский п-ов), о. Котельный и о. Беринга, на высокогорной станции Кызылча (Узбекистан). В настоящее время измерения проводятся на следующих станциях: ГГО – на станциях Териберка (входит в сеть Глобальной

<sup>4</sup>Ibid

службы атмосферы – ГСА), Новый порт, Тикси; Институтом глобального климата и экологии Росгидромета и РАН – на станции «Приокско-террасный заповедник»; НПО «Тайфун» – в г. Обнинск (Доклад..., 2017).



Пробоотборная сеть CSIRO<sup>5</sup>



Сеть глобальных фоновых измерений CO<sub>2</sub> ГГО им. А.И. Воейкова в конце 1980х – начале 1990х годов<sup>6</sup>

В настоящее время Мировой центр данных по парниковым газам (World Data Centre for Greenhouse Gases) Всемирной Метеорологической Организация (ВМО) поддерживает ряды глобальных средних концентраций основных парниковых газов – углекислого газа CO<sub>2</sub>, метана CH<sub>4</sub> и закиси азота N<sub>2</sub>O<sup>7</sup>. Их основа – данные измерений на сетях глобального фонового мониторинга.

<sup>5</sup> <http://cdiac.ess-dive.lbl.gov/trends/co2/csiro/>

<sup>6</sup> <http://cdiac.ess-dive.lbl.gov/trends/co2/main.html>

<sup>7</sup> <http://ds.data.jma.go.jp/gmd/wdgg/pub/global/globalmean.html#content1>

### Список литературы

Доклад об особенностях климата на территории РФ в 2016 г. 2017, Москва, 70 с.

Callendar G.S. 1938. The artificial production of carbon dioxide and its influence on temperature. – Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, vol. 64(275), pp. 223-240.

Keeling C.D., Piper S.C., Bacatow R.B., Wahlen M., Whorf T.P., Heimann P. M., Meijer H. A. 2005. Atmospheric CO<sub>2</sub> and <sup>13</sup>CO<sub>2</sub> exchange with the terrestrial biosphere and oceans from 1978 to 2000: observations and carbon cycle implications, pages 83-113, in "A History of Atmospheric CO<sub>2</sub> and its effects on Plants, Animals, and Ecosystems". /Editors Ehleringer, J.R., T. E. Cerling, M. D. Dearing. – Springer Verlag, New York.

Steele L.P., Krummel P.B., Langenfelds R.L., 2007. Atmospheric CO<sub>2</sub> concentrations from sites in the CSIRO Atmospheric Research GASLAB air sampling network (August 2007 version). In Trends: A Compendium of Data on Global Change, Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, TN, U.S.A. ((<http://cdiac.ess-dive.lbl.gov/epubs/db/db1021/db1021.html>))

Статья поступила в редакцию: 09.03.2018 г.

После переработки: 23.03.2018 г.