

Исследование

Мониторинг колебаний атмосферного углекислого газа



1. Мейс Хэд – пункт наблюдений за атмосферой на океанском берегу в Ирландии. Фото Тима Луекера, SIO.

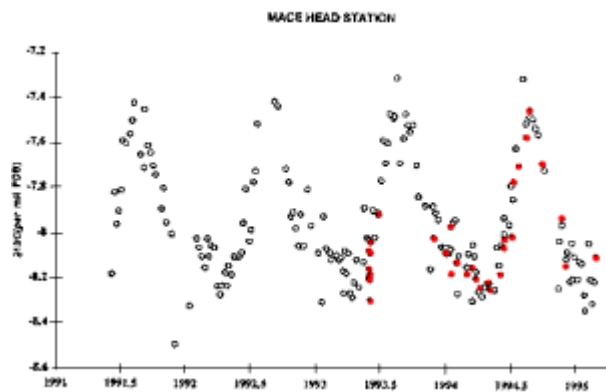


Мониторинг в Мейс Хэд

На западном побережье Ирландии, на севере залива Голуэй, вы увидите в пустынном месте дом и несколько мачт вокруг. Он похож на дом пастуха, но фактически укомплектован оборудованием для исследования атмосферы. Здесь атмосферный углекислый газ измеряется непрерывно, а также дополнительно еженедельно берутся образцы в стеклянные 2 л или 2,5 л емкости для дальнейшего анализа.



2. Станция мониторинга в Мейс Хэд: здесь Университет в Голуэй, партнер ACCENT, и нескольких международных групп ученых выполняют непрерывный мониторинг атмосферы, а также эпизодические полевые исследования.

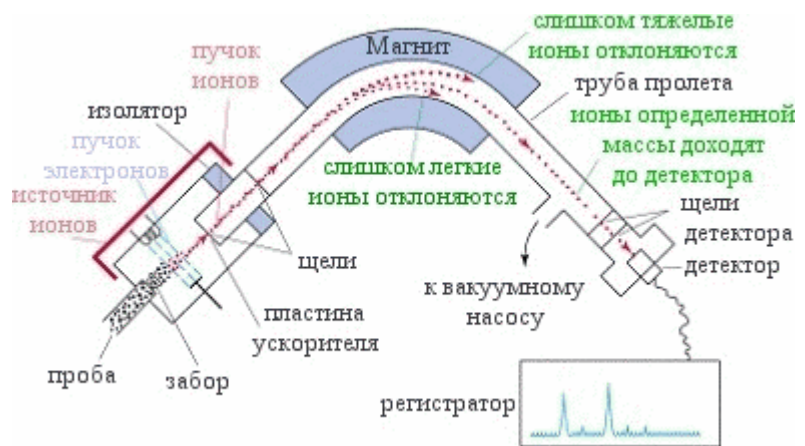


3. Сравнение значений проб CO_2 , отобранных в Мейс Хэд и независимо проанализированных в Боулдере (бесцветные кружочки), и во Франции (красные точки).

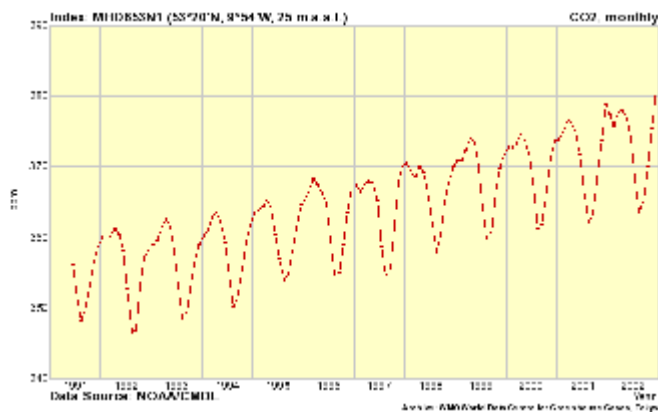
Концентрация углекислого газа определяется в Лаборатории Контроля и Диагностики Климата (CMDL) организации NOAA в Боулдере, Колорадо (США), методом газовой хроматографии. Эта лаборатория сравнивает результаты анализов с анализами других лабораторий во всем мире. Пробы из Мейс Хэд также анализируются в лаборатории во Франции, используя метод масс-спектрометрии. Станция Мейс Хэд – только одна из сети Глобальной службы атмосферы (GAW), в которой сравниваются атмосферные данные по всему миру: отношения смеси углекислого газа, монооксида углерода, метана, диоксида серы, окиси азота и др.

Традиционный масс-спектрометр

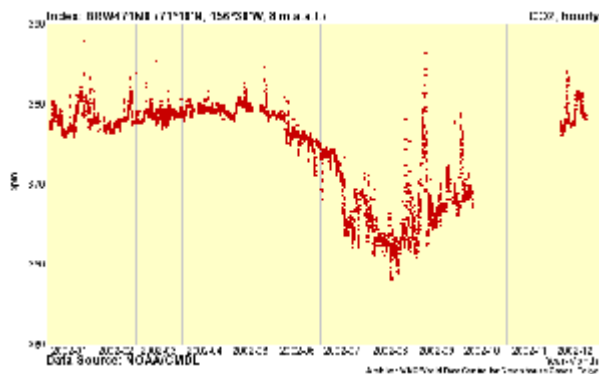
Масс-спектрометрия – метод разделения молекул различных молекулярных масс. Положительно заряженные молекулы бомбардируются электронами, которые отбирают у них один электрон. Заряженные молекулы (ионы) проходят сквозь искривленное электрическое поле, и, в зависимости от их массы, путь их или отклоняется, чтобы достигнуть детектора, или остаются на стенах блока. Молекулы с различными массами могут быть разделены и детектированы с изменением силы электрического поля.



4. Масс-спектрометр. Источник: Университет Висконсина.



5. Среднемесячные значения CO₂ – от Мейс Хэд.
© GAW.



6. Среднечасовые значения CO₂ за 2002 год, измеренные в Барроу (Аляска).
© NOAA, GAW.

Что влияет на концентрацию CO₂?

В основном, углекислый газ однородно распространяется по всему миру и отношения смеси в двух различных местах отличаются только на несколько частей на миллион (в ppm). Точные данные, однако, зависят от местных источников эмиссии и поглощения CO₂. Например: большие города и угольные электростанции выпускают много CO₂; станция Мейс Хэд расположена близко к океану, где фитопланктон (морские водоросли) поглощают углекислый газ и, разлагаясь, частично переносят его в более глубокие слои океана. Леса, в сезон вегетации, поглощают углекислый газ и образуют биомассу.

Принимая во внимание все эти факторы, мы видим на диаграмме от Барроу (рисунок слева) сезонные вариации CO₂, и пики их кратковременного нарушения.

Джерард Спэйн является научным сотрудником в Мейс Хэд и отвечает на наш вопрос: “Можем ли мы быть уверенными, что только чистый воздух, не запачканный продуктами человеческой деятельности (так называемый “фоновый” воздух), находится в еженедельных или ежемесячных пробах.?”

– Образцы в стеклянные емкости обычно забираются только в чистых, фоновых условиях. Проба нефонового воздуха представляет либо континентальный воздух (прибывающий, например, из промышленных регионов Европы), либо взята, просто избегая большого промежутка в учете данных. В любом случае, все это фиксируется и не включается ни в какой анализ "фона".
– Чтобы избежать случайного забора загрязненного воздуха, учитываются прогнозы погоды и траектории (куда и откуда придёт воздух). Это используется для того, чтобы выбрать необходимые дни для осуществления забора проб. Дополнительно, в это же время или близко к нему, измеряются различные трассерные газы и параметры аэрозоля. Все это



Джерард Спэйн – научный сотрудник в Мейс Хэд .

используется для определения, насколько "чиста" воздушная масса. Наконец, обратные траектории (компьютерные вычисления того, куда и откуда пришла воздушная масса) используются, чтобы идентифицировать регион-источник для каждого образца. Это также является подтверждением того, что воздух в пробе является фоновым.



Проблемы, решаемые в аналитической науке

О чем ученые должны думать, измеряя концентрации CO_2 ? О том, что точный анализ важен для многих результатов, в том числе и для проводимых в ваших классах.

Забор проб

Большинство ошибок делается при заборе проб. Образцы не должны быть взяты непосредственно в струе газа выхлопной трубы. Вообразите, что вы измеряете CO_2 после урока в вашей классной комнате. Какой результат вы ожидаете по сравнению с исследованием образцов, взятых снаружи?

Рассмотрите, является ли место забора проб характерным для региона, и действителен ли этот результат в других местах. Если концентрация примесей имеет сезонный или даже суточный ход, то одна проба в год или в месяц не может быть достаточной.

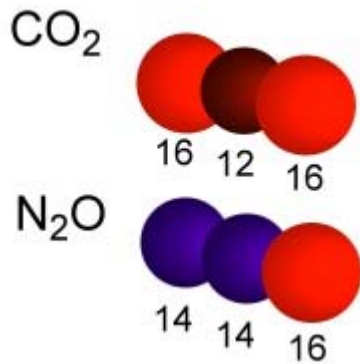


7. Измерение поглощения углекислого газа деревьями (при помощи разветвленной кюветы в Нуутиälä / Финляндия) является более неточным, чем измерение относительно устойчивых значений отношений смеси CO_2 в воздухе.

Источник: Университет Хельсинки.

Загрязнения

А пробоотборники должны быть очищены от образцов имевшегося там ранее воздуха? Да, они должны быть вычищены и вымыты. А могут ли остаться примеси на стенках емкостей, если пробы хранятся в течение длительного времени? Воздух проб не должен соприкасаться с воздухом лаборатории измерений.



Эталон

Углекислый газ должен сверяться с эталоном. Сам эталон может меняться со временем. Поэтому, он должен быть хорошо подготовлен.

Инструмент

Действительно ли инструмент достаточно точен? Можно ли отличить CO₂ от N₂O (оба – парниковые газы) по массе молекул, используя обычный масс-спектрометр?

9. Вычислите массы молекул CO₂ и N₂O. Какова проблема с разделением масс в обычном масс-спектрометре?
Изображение: Элмар Ухерек.

Ученые потратили много времени для исследования, пробуя улучшить методы измерения и избежать потенциальных ошибок, описанных выше. В настоящее время, доступны превосходные инструменты, но ошибки могут легко быть сделаны при заборе проб из-за проблем эталонирования и загрязнения.

Автор: Элмар Ухерек.
Институт Химии Макса Планка, Майнц, Германия.