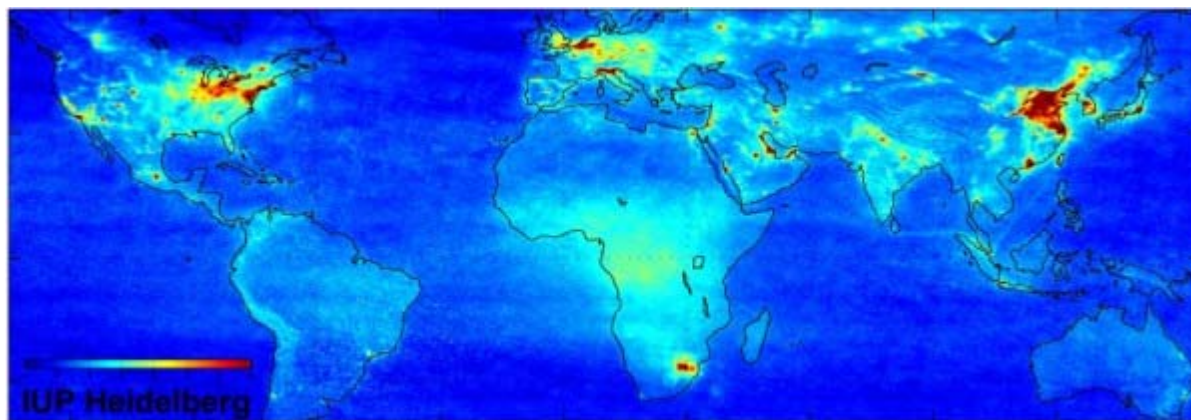


Исследование

Фоновый озон и перенос оксидов азота на большие расстояния

Хотя было принято много мер для улучшения качества атмосферы в прошлом, оксиды азота в воздухе все еще являются проблемой. С этим связана проблема озона в приземном слое атмосферы. Главные причины – монооксид и диоксид азота в урбанизированных областях. Но несмотря на то, что число случаев смога озона в Европе уменьшается, концентрация фонового озона все же увеличивается.

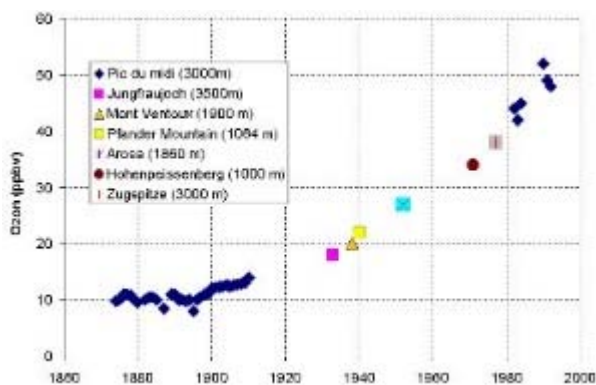


1. Карта среднего содержания диоксида азота в воздухе. (Источник: IUP Гейдельберг, ESA, 2004 г.). Деятельность человека вызывает большую эмиссию NO_2 , главным образом от электростанций, тяжелой промышленности и транспорта. Кроме того, также и при сгорании биомассы. Но имеются также естественные источники, такие как разряды молний или деятельность бактерий в почвах.



Как измерять фоновый озон?

Чтобы определить концентрации фонового озона, важно выбрать воздушные массы, которые являются в значительной степени незатронутыми местными или региональными загрязнениями. Это может быть сделано при поиске повышенных концентраций индикатора загрязнения, типа монооксида углерода, или при вычисления происхождения такой воздушной массы с использованием компьютерного моделирования. Если в воздухе содержатся высокие концентрации загрязняющих веществ или воздушные массы проходят через густо населенные районы – они не причисляются к фоновым. Одна из станций, где измеряется фоновый озон – это станция Мэйс Хэд – на западном побережье Ирландии. См. журнал ACCENT, номер 2. “Исследование”.



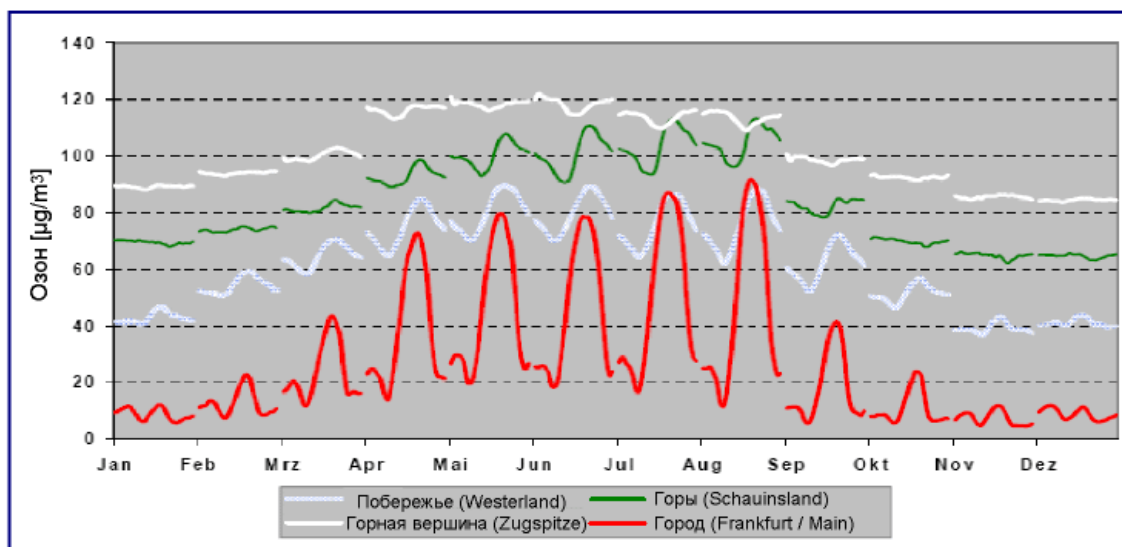
2. Уровни тропосферного озона непрерывно увеличиваются с времен первых измерений, в 1870 г. Диаграмма показывает количество озона в каждом миллиарде объема воздуха в *ppbv*. Составлено: Валери Грос, МПИ Майнц. Адаптировано: Маренцо и др., 1992 г. Долговременная эволюция озона в средних широтах северного полушария. Европейское геофизическое общество, XVII Генеральная Ассамблея, 6-10 апреля 1992 г., Эдинбург.



Что такое фоновый озон?

Близко к городам, концентрация озона, особенно в теплые летние дни, показывает типичный ход с максимумами и минимумами.

Они зависят от эмиссии оксида азота от транспорта. Эти пики становятся менее явными, если мы наблюдаем озон в более чистых районах, таких как Zugspitze (на вершине горы, белый цвет), Schauinsland (в долине, зеленый цвет) или Westerland (остров Северного моря – светло-голубой цвет) по сравнению с Франкфуртом на Майне (красный цвет). В менее урбанизированных районах уровни озона бывают близкими к фоновому уровню, который является постоянным, независимо от местоположения.



3. Среднесуточный ход озона на станциях измерения Управления окружающей среды Германии: в Zugspitze, Schauinsland, Westerland и Франкфурте на Майне между 1995 и 2001 гг..

Источник: Umweltbundesamt, Германия.



4. BAe146 – самолет для исследования атмосферы по программе ИТОР. Множество партнеров ACCENT было вовлечено в эту программу. Для более детального изучения, пожалуйста, войдите на сайт: “Сооружения для бортовых атмосферных измерений”, <http://www.faam.ac.uk/>

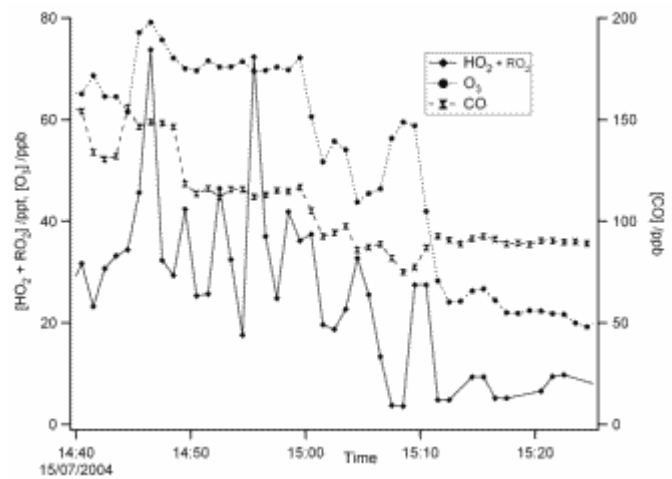


Наблюдение дальнего переноса

Становится все более ясным, что перенос загрязнений на большие расстояния вокруг земного шара имеет сильное воздействие на концентрацию фоновых озона в Европе, а также в других местах Земли. Чтобы исследовать процессы переноса озона и его предшественников, специально оборудованный для исследований британский самолет, совершил множество полетов над Атлантикой летом 2004 г. (ИТОР – Кампания по изучению межконтинентального переноса озона и его предшественников).

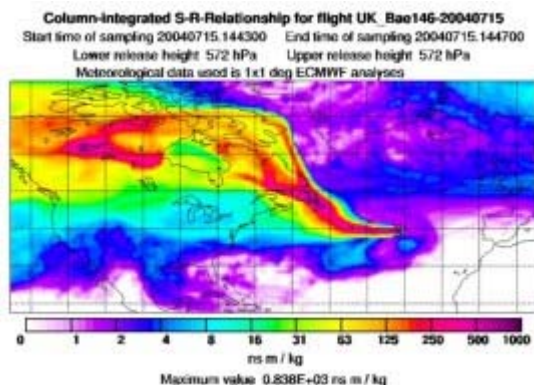
В течение эксперимента ИТОР вместе с измерениями СО, озона, были измерены и перокси-радикалы ($\text{HO}_2 + \text{RO}_2$). Во множестве случаях имели место загрязненные воздушные массы, где концентрации всех трех упомянутых соединений были выше в шлейфе (см. рисунки). Факт, что уровень перокси-радикалов выше в загрязненном воздухе, говорит нам о том, что он является фотохимически активным.

Это только один пример межконтинентального переноса на громадные расстояния не только озона, но и воздушных масс, в которых образуется озон и имеются соединения, предшествующие его образованию. В результате всего этого увеличивается фоновый озон.



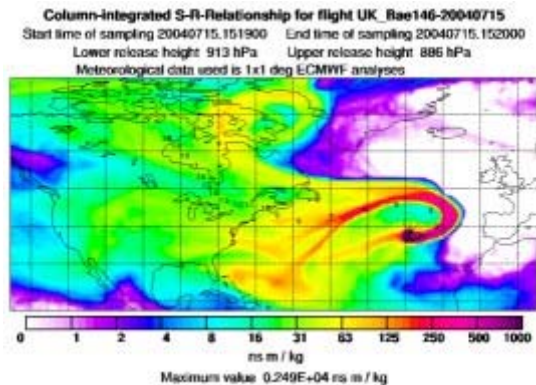
5. Данные измерения полета: до 15:00 – концентрации перокси-радикалов, озона и монооксида углерода выше, чем от 15:10 и далее. В первый период самолет проходил сквозь шлейф лесных пожаров на Аляске, летом 2004 г.

Иллюстрация от Алекса Паркера, Университет Лейсестера, ACCENT-партнера.



6. Моделирование процессов показало, что источником загрязненных образцов воздуха, взятых ВАЕ146 от 14:43 до 14:47 15-ого июля 2004 г., были лесные пожары над Аляской, выбрасывающие предшественников озона.

Иллюстрация от Алекса Паркера, Университет Лейсестера, АКЦЕНТ партнера.



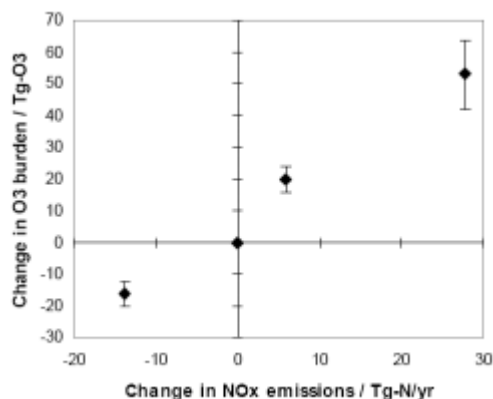
7. Моделирование процессов показало, что происхождение взятых ВАЕ146 от 15:19 до 15:20 15-ого июля 2004 г. образцов было с воздуха над Атлантическим океаном.

Иллюстрация от Алекса Паркера.



Заключение о дальнем переносе

Хотя сокращения эмиссии эффективны для снижения пиковых концентраций озона, в Европе уровень фонового озона находится под влиянием переноса озона и его предшественников из других континентов. Эмиссия загрязнения на одной стороне земного шара, может затронуть качество воздуха на другой его стороне.



8. Среднее изменение среднегодового содержания тропосферного озона в сравнении с изменениями глобальной эмиссии NOx для трех различных сценариев модели.



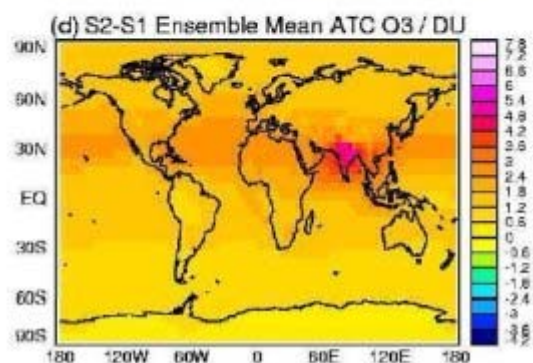
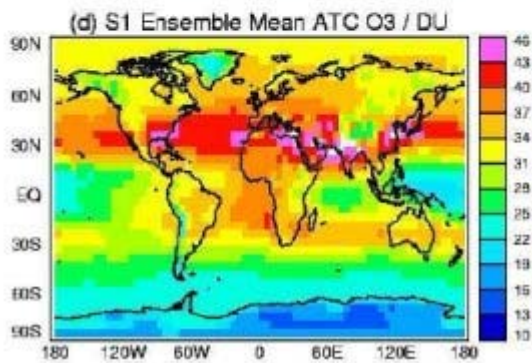
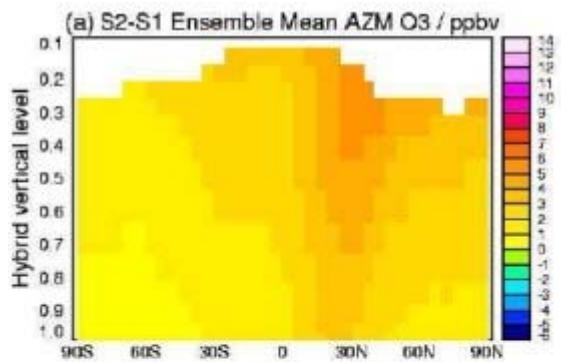
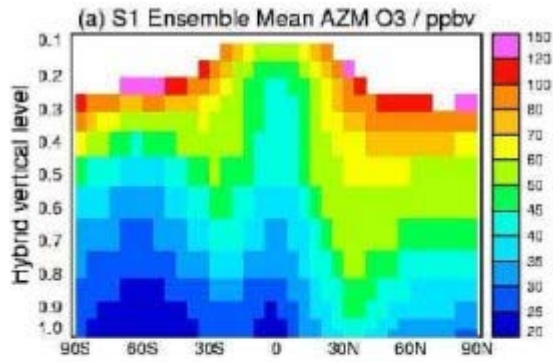
Перспектива на будущее

Концентрация озона зависит от эмиссии оксида азота, как показано на графике слева, но не только от эмиссии в определенном регионе, как мы прочитали выше. Поэтому нас интересует, как мировые выбросы и уровни фонового озона будут развиваться дальше. Чтобы ответить на этот вопрос, ACCENT скоординировал объединенное исследование, моделируя тенденции озона до 2030 г. в 25 различных компьютерных моделях.

Результаты изменяются в среднем от 5 %-ого уменьшения до 6 %-ого увеличения, или даже до 15 %-ого увеличения. Это – широкий диапазон неопределенности. Но она становится более определенной. Несмотря на то, что неизвестны величины будущей эмиссии, ясно, что воздействия человека на изменения климата сейчас играют главную роль для нашей атмосферы. При прогнозе увеличения в 2030 г. средней температуры Земли на 0,7°C, могут изменяться динамика и скорости преобразования в химии атмосферы.

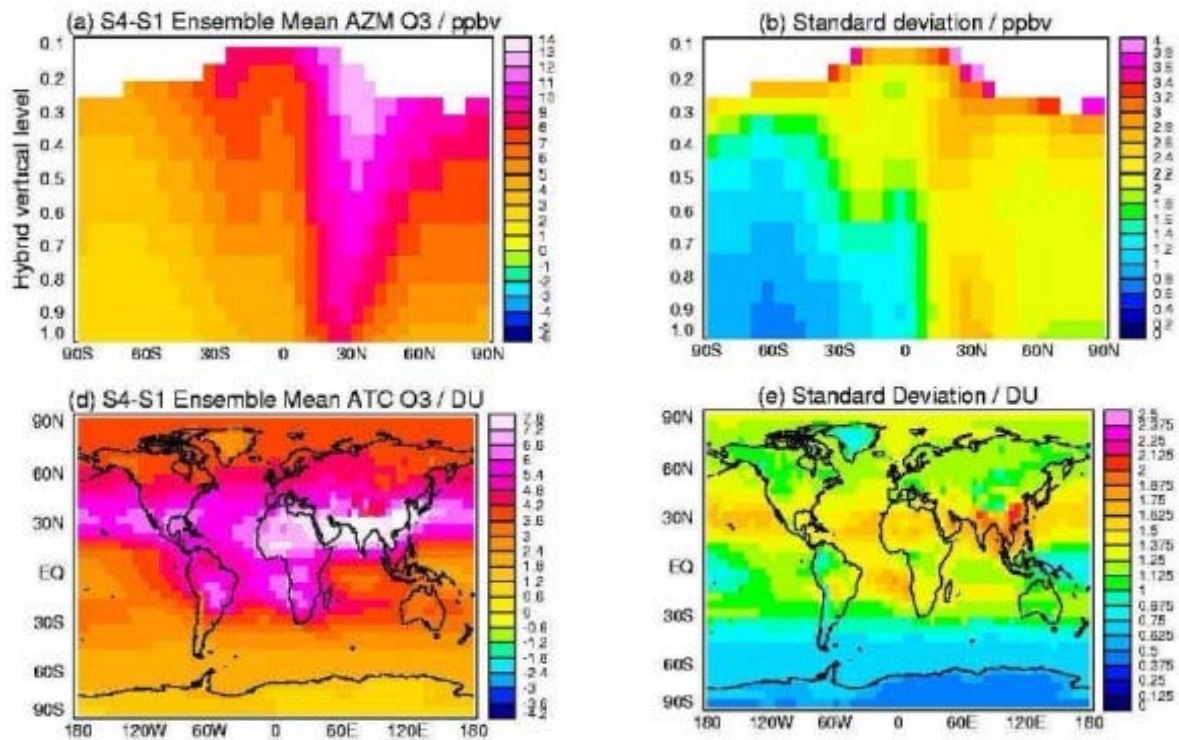
Например, из-за изменений конвекции трудно оценить эмиссию оксида азота от разрядов молнии (самый важный естественный источник) во время тропических и субтропических гроз. Растения также могут стать более активными в более теплом мире, испускать большее количество органических соединений таких, как изопрен, и изменять баланс органических оксидов азота.

Следующие карты показывают результаты модели.



9. На картах показано существующее распределение озона в тропосфере. От земной поверхности до тропопаузы, от южного полюса – 90°S к северному полюсу – 90°N. Мы видим, что относительное количество озона является самым высоким у тропопаузы, так как здесь начинается озоновый слой. Мы также видим, что у земной поверхности формируется намного больше озона в северных широтах, 40-50 °, чем, например, над океанами в южном полушарии. Формирование озона наблюдается вообще больше в тропиках и субтропиках, но также добавляется от человеческой деятельности – в индустриальных регионах.

10. Эти карты одного из сценариев модели показывают различие озоновых уровней в 2030 г. и сейчас. Количество озона сильно увеличится, особенно в Южной Азии (Индия). Из-за глобального переноса соединений азота и возможно более сильной конвекции в тропиках/субтропиках, затронуты также другие регионы на той же самой широте (северной, 20-30 °).



11. Вычисления различий между 2000 г. и 2030 г. было выполнено для сценария МГЭИК А2, предполагающего, что нет никакого ограничивающего законодательства для эмиссии NOx. Это дает нам идею того, что случится, если мы не установим пределы нашим собственным действиям. В модели, рисунок 10 показывает, что это, до некоторой степени, имеет место в Индии.

12. По сценарию А2 показаны отклонения между различными моделями. Они дают идею относительно того, где имеются наибольшие неопределенности: например, в области тропопаузы, где различные модели дают различные предположения, сколько озона переходит из озонового слоя в тропосферу. Имеются также большие различия в эмиссии, в основном, в тропиках и в регионах основной деятельности человека.

Резюме:

Европа может быть затронута увеличением фонового озона из-за увеличения эмиссии оксидов азота, вызванной деятельностью человека и глобальным потеплением в других регионах мира. Вероятность этого факта – в диапазоне от нескольких частей на миллиард и это было бы менее критическим для нашего здоровья, чем пиковые значения в дни озонового смога, которые могут достигать приблизительно 100 ppb около земной поверхности. Однако всемирное увеличение фонового озона вызывает дополнительный и прямой парниковый эффект, так как озон является более сильным парниковым газом, чем углекислый газ.

Авторы:

Марк Джекоб. Технический Университет, Фрайберг
Элмар Ухерек. Институт Химии Макса Планка, Майнц

Статьи

Информация по переносу загрязнений:

Симмондс и другие. Существенный рост озонового фона. Мейс Хед, Ирландии, 1987–2003 гг., Атмосферные условия, 2004 г. (Автор: партнер АКЦЕНТа, Университет в Бристоле)

Паркер и другие. Перокси-радикалы и фотохимия озона в воздушных массах, подвергающихся переносу на большие расстояния (рукопись в подготовке).

Графика от:

Стивенсон, Д. С., и др. (2006 г.). Мультимоделирование тропосферного озона сейчас и в ближайшем будущем, J. Geophys. Res.