

Воздушный транспорт и климат

Июль – время отпусков. В северном полушарии, где высокая плотность населения, начинается летний отпуск, и много людей оставляют дома, чтобы попутешествовать, и часто на большие расстояния, и часто воздушным путем. Это возрастание отпускных путешествий наряду с деловыми поездками и перевозкой товаров приводит к непрерывному увеличению воздушных передвижений.



1. Путешествуя между Европой и Северной Америкой, вы видите на горизонте удивительный вид и ледяные горы Северной Канады. Но насколько наш взгляд из самолета способствует будущему таянию этого льда? Фотография: Элмар Ухерек.

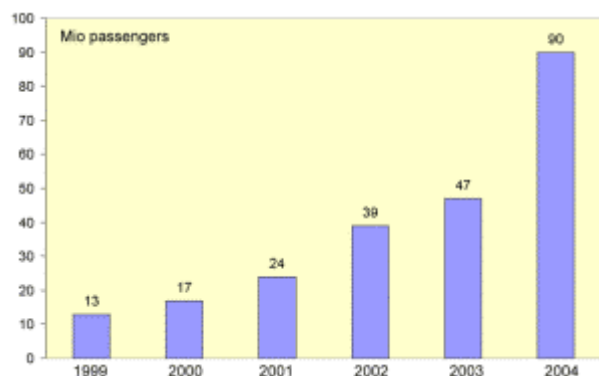


Дешевые авиалинии и маленькие самолеты

Хотя конструирование новых больших самолетов, таких как Аэробус-380, очень популярно не без помощи прессы, преимущество за маленькими самолетами, создающими дешевые авиалинии, которые будут доминировать на рынке до 2025 г. Приблизительно 60 % мирового аэрофлота может быть оснащено самолетами с однопроходными салонами, в то время, как только 4 % – самолетами с несколькими проходами в салонах.



2. Cityhopper – маленькие самолеты, которые будут доминировать в воздушном передвижении еще в следующих двух десятилетиях. Фотография: Элмар Ухерек.



3. Ежегодное увеличение в Европе дешевых билетов на самолеты. Источник: Die ZEIT.

Низкая стоимость авиалиний – совсем недавняя тенденция, которая привела к небольшой революции на рынке воздушного транспорта. Там, где раньше полет был недоступен для некоторых людей, цены в диапазоне 20 -50 EUR/ USD для полета на 1500 - 2500 км дали многим людям почувствовать, что они могут теперь воплотить свою мечту и увидеть места, которые они никогда не могли бы увидеть прежде. Соответственно, число пассажиров в самолетах дешевых авиалиний возросло, и авиалинии быстро расширили свои флоты.

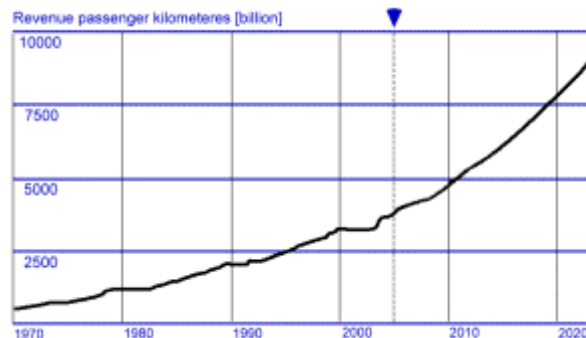


Развитие

Из всех секторов передвижения, сектор воздушного транспорта имеет самые высокие темпы роста. Эксперты вскоре ожидают ежегодный прирост темпа – приблизительно 5 % для пассажирского транспорта и 6 % для фрахта. Это означает, что количество пассажиро-километров может удвоиться в течение последующих 15 лет.

Сопоставимые оценки уже давались в 1999 г. После нападения на Всемирный торговый центр и в течение войны в Ираке не было ясно, станет ли этот прогноз верным. Позже оказалось, что долгосрочная тенденция была только временно прервана, но не изменена.

Компания Боинг считает, что приблизительно 26000 пассажирских и грузовых самолетов будут поставляться за последующие 20 лет, и только 25 % из них заменят уходящие на слом самолеты, а остальные 75 % – добавятся на расширение воздушного флота. Ежегодный прирост самолетов напрямую зависит от темпа экономического роста в этой области. Трудно предположить, как повлияют на этот ожидаемый рост увеличивающиеся цены на нефть, или политические меры, такие как налог на керосин. Но мы должны знать, что потребности в топливе прогнозируемого числа самолетов (приблизительно 38500) во всем мире к 2024 г. (компания Боинг) являются еще небольшими, по сравнению с потребностями в топливе мирового автомобильного парка.



4. Доход от пассажиро-километров, т.е. доход от – произведения числа пассажиров на число километров, пролетевших каждым пассажиром, показывает быстро увеличивающуюся тенденцию. Источник данных: Боинг.



Воздействие авиации на климат

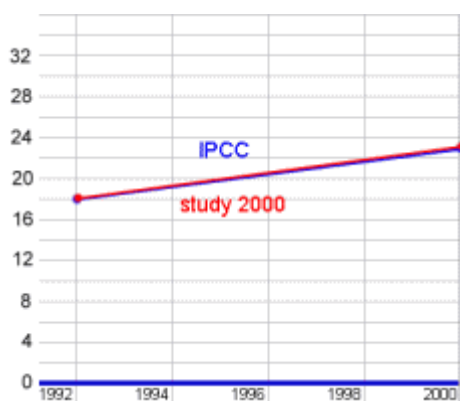
С увеличением количества километров, пролетевших самолетами для пассажиров и грузового транспорта, увеличилась эмиссия различных загрязнителей. Особенно таких как, углекислый газ, оксиды азота и некоторые другие, которые изменяют химический состав атмосферы, а также водяной пар, тепло и аэрозоли, причастны к образованию облаков. Эмиссия оксидов азота в верхнюю тропосферу и в нижнюю стратосферу (то есть в область между 9-тым и 12-тым км высоты) приводит к дальнейшим химическим реакциям. Последствия – изменение количества парниковых газов: увеличения озона и уменьшения метана. Эмиссия водяного пара, который “выстреливается” самолетами с образованием следов конденсации (так называемые инверсионные следы самолета, рис. 5), часто наблюдается в небе и имеет сначала форму линий. Ветры искажают их и формируют искусственные облака, которые по внешнему виду не отличаются от естественных перистых облаков (рис. 6).



5. Инверсионные следы часто образуются за самолетом. Пожалуйста, щелкните, чтобы увеличить! (65 К).



6. Иногда они превращаются в перистые облака. Источник: Бернхард Мюр, Карлсеруэ Волкенатлас.

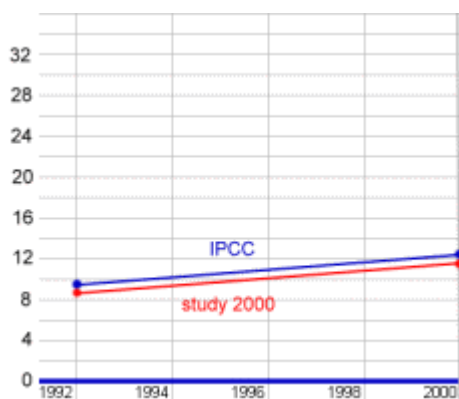


7. Увеличение углекислого газа от авиации. Исходный рис. 7-9: Саусен и др., 2005* -

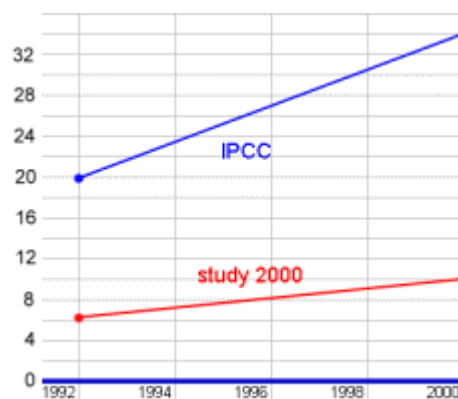
Самолетов, которые могли бы работать на альтернативном топливе, в сегодняшнем рынке еще нет. Следовательно, можно прогнозировать, что эти эмиссии (углекислый газ и др.) в дальнейшем будут увеличиваться, и относительный вклад эмиссии от воздушного транспорта в парниковый эффект будет расти.

Но что ученые-климатологи знают о воздействии воздушного движения на климат? И действительно, что они подразумевают под воздействием на климат? Изменения состава атмосферы и облаков изменяют путь, по которому радиация проникает через атмосферу. Это изменение принято называть индикатором и показателем (мерой) изменения климата и называется радиационным воздействием (RF).

Используя этот показатель климата, ученые воздействие воздушного движения на климат сгруппировали на 3 различные уровня понимания. Во-первых, эффект углекислого газа (CO_2) уже очень хорошо известен, так как использование топлива, и с этим связанная эмиссия CO_2 , хорошо зафиксировано документально. В настоящее время началось тщательное изучение процессов воздействия озона, метана и имеющих линейную форму инверсионных следов самолетов. Эти процессы намного сложнее, чем цикл CO_2 , так как сюда вовлечены атмосферная химия и физика облаков. Однако большой диапазон данных наблюдений и создание моделей приводят к сопоставимым результатам и дают уверенность, что эти процессы будут тщательно изучены. Самая неизвестная часть – значимость изменения в перистых облаках за счет искажения их инверсионными следами самолета (имеющими ту же форму), или за счет эмиссии аэрозоля. Есть некоторые намеки из длительных измерений, что эти эффекты могут доминировать. Так как это еще не доказано, они были исключены из полной оценки (рис. 11).



8. Увеличение факторов воздействия авиации на парниковый эффект (детали смотрите рис. 11) Пожалуйста, щелкните, чтобы увеличить!



9. Увеличение факторов воздействия инверсионных следов самолета на парниковый эффект. Пожалуйста, щелкните, чтобы увеличить!

Рис. 7 - 9: графики показывают, как складывался вклад авиации на парниковый эффект с 1992 года по 2000 год: а) согласно данным 1999 года (синий цвет, МГЭИК) и б) согласно данным 2004 года (красный цвет, полученные данные в 2000 г.). Мы видим, что оба исследования прогнозируют почти те же воздействия CO_2 , что и сумма других (метан, озон, сульфат, сажа). Но они резко отличаются в допущениях об инверсионных следах самолета.

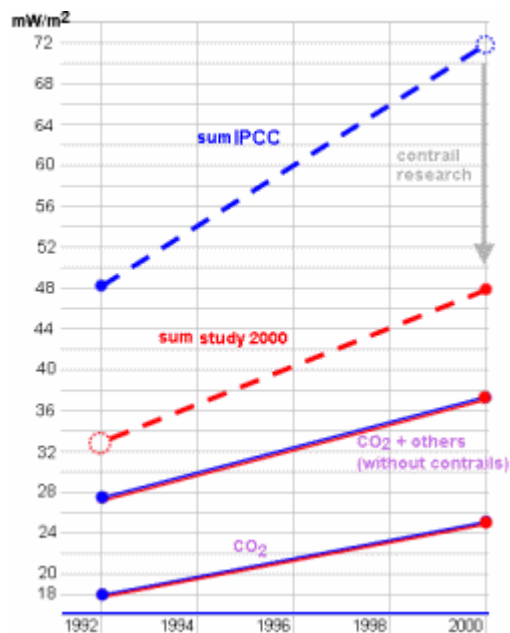
Инверсионные следы самолета и перистые облака — это тонкие высокие облака, которые увеличивают парниковый эффект. Семь лет назад, Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) подвела итог имеющихся знаний относительно воздействия воздушного движения на климат. Хотя эксперты оценили знания по последствиям от инверсионных следов самолета соответствующими действительности, они не были в состоянии точно определить количество этого воздействия; диапазон неопределенности был больше, чем для других воздействий (рис. 12). Необходимы более глубокие исследования. Европейский исследовательский проект TRADEOFF был в состоянии более точно определить воздействие инверсионных следов самолета. И оказалось, что это воздействие меньше, чем это было дано в докладе МГЭИК. Вывод: хотя эмиссия от самолетов в 2000 году была намного выше, предполагаемый вклад парникового эффекта (радиационное воздействие), 48 мВ/м^2 , был не выше, чем принятое в 1992 году значение — $48,5 \text{ мВ/м}^2$ (рис. 7-10).



Имеет ли отношение к климату увеличение воздушного транспорта во всем мире?

Если предполагаемый парниковый эффект от воздушного движения такой же в 2000 году, как и в 1992 году, то при увеличении воздушного движения, мы можем сказать, что это явление не имеет никакого влияния на климат — однако заключение это было бы неправильным.

Парниковый эффект конечно увеличивается, но ученые не знают наверняка абсолютных его значений. Со знанием о инверсионных следах самолета в 1992 г., эффект на 2000 год был бы оценен намного выше. С другой стороны, со знанием 2004 года о инверсионных следах самолета, мы сказали бы, что эффект в 1992 г. был намного ниже, чем ученые приняли его значение в 1999 г.



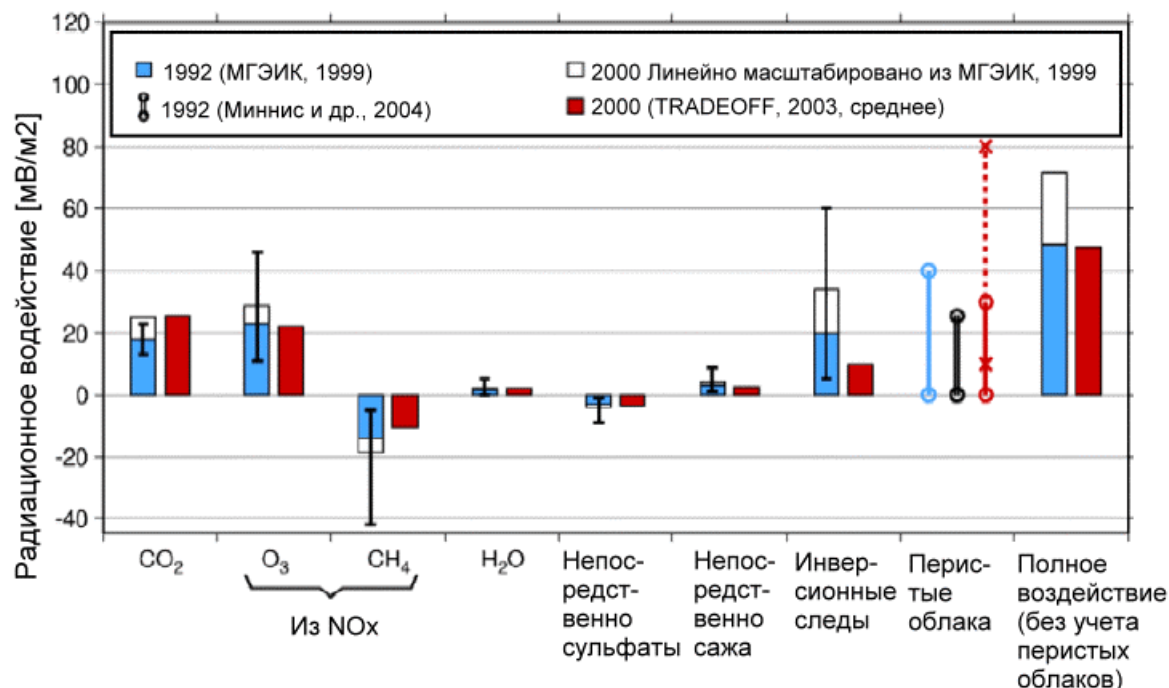
Есть ли путь из этой неопределенности?

В настоящее время еще нет. Наше понимание инверсионных следов теперь лучше, чем пять лет назад, но не достаточно твердо. И мы все еще не знаем об эффекте перистых облаков. Мы предполагаем, что перистые облака, вызванные самолетами также вносят свой вклад в глобальное потепление – в пределах от нуля и выше. Но мы еще не знаем насколько. Нехватка знаний в этом пункте вызывает соответствующий потенциал для корректировки существующих значений на будущее.

10. На этом графике показаны кумулятивные эффекты.

Согласно данным 2004 г., на 1992 г. были бы намного более низкие значения (красный цвет, кружок согласно данным 1999 г. были бы большие значения (синий цвет, кружок). Точки показывают наилучшее знание 1999 г. (синий цвет) и 2004 г. (красный цвет). Кроме того, они находятся в довольно хорошем соответствии с вкладом инверсионных следов самолета.

Радиационное воздействие, обусловленное деятельностью авиации



Уровень научного понимания

Хороший	Удовлетворительный	Удовлетворительный	Удовлетворительный	Удовлетворительный	Удовлетворительный	Удовлетворительный	Плохой
---------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------

11. Вызванное авиацией радиационное воздействие: обзор всех факторов. Значения, показанные на

этом графике, получены по итогам вышесказанного по трем главным категориям: CO₂, следы инверсии самолета и другие. Источник: Саусен и др., 2005* .



Заключение

Парниковый эффект, вызванный авиацией, начал увеличиваться с того времени, когда увеличивающееся число пассажиров непрерывно начало увеличивать расстояние перелета (пассажиры-километры). Мы можем с большой уверенностью прогнозировать, что парниковый эффект вызывается углекислым газом, который выпускается непосредственно из самолета. Из исследований в этой области между 1999 и 2004 гг. мы получили больше сведений о инверсионных следах самолета и надо думать, что эффект линейнообразных инверсионных следов самолета был раньше переоценен. Мы еще не знаем достаточно об эффекте перистых облаков, которые являются или результатом инверсионных следов самолета, или которые вызваны испускаемыми частицами от двигателей самолета, хотя есть больше предположений, чем в 1999 г.

Автор:

Элмар Ухерек. Институт Химии Макса Планка, Майнц.

Соавтор и рецензент:

Волкер Гревс. Космический Центр в Германии.

Английский текст: Джанет Моган. Манчестерский Университет.

Эта статья была написана при содействии: европейского научно-исследовательских проектов ACCENT и ECATS.

Литература:

* Саусен и др. Радиационное воздействие в авиации, 2000 г. Обновлено IPCC (1999 г.), Meteorologische Zeitschrift 2005 г.

