

ЛЕКЦИЯ № 4

Последствия антропогенного воздействия на атмосферу и климат

Вопрос 1. Причины возможных изменений климата, связанных с антропогенным воздействием

Основные антропогенные факторы, влияющие на климат:

1. Непосредственное влияние на состояние атмосферы за счет нагревания. Современное воздействие незначительно.
2. Изменение состава тропосферы, приводящее к парниковому эффекту за счет увеличения концентрации углекислого газа, аэрозольных частиц и водяного пара.
3. Изменения свойств подстилающей поверхности Земли, ведущие к изменению ее отражательной способности (альбедо).
4. Изменение влажности атмосферы за счет изменения испарения, влияющей на газообмен между океаном и атмосферой.
5. Воздействие на верхнюю атмосферу, влияющее на озоновый слой за счет появления в ней закиси азота N_2O и фреонов (хлорфторуглеводородов).
6. Воздействие на электрическое состояние атмосферы и ее ионизация за счет появления в ней криптона – 85.

Парниковый эффект.

Увеличение концентрации углекислого газа за счет сгорания ископаемого топлива приводит к повышению температуры атмосферы. Выявлены два температурных максимума: один на экваторе, обусловленный высвобождением CO_2 из тропических вод; другой в широтной зоне между 30° и 50° с.ш. за счет сгорания ископаемого топлива. Первый эффект значительно больше второго.

Роль аэрозолей в атмосфере двоякая. Крупнодисперсный тропосферный аэрозоль в нижней атмосфере, возникающий за счет сгорания топлива и лесных пожаров, способствует повышению температуры атмосферы за счет сильного обратного рассеяния и поглощения инфракрасного излучения Земли.

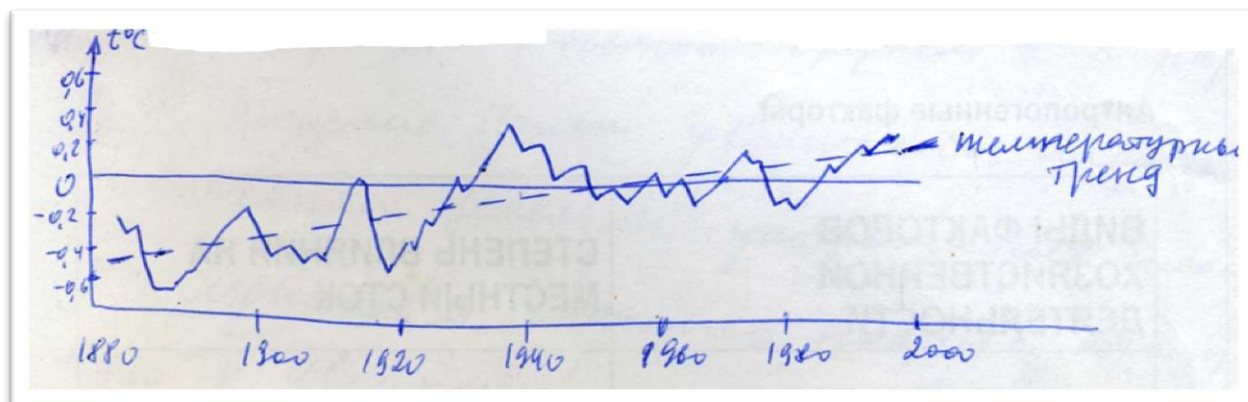
Мелкодисперсный стратосферный аэрозоль в верхней атмосфере, возникающий за счет вулканической деятельности и эоловых процессов способствует понижению температуры атмосферы за счет отражения и рассеяния солнечной радиации, в основном видимого диапазона. Этот аэрозоль живет в верхней атмосфере весьма значительное время, и видимое излучение Солнца существенно больше, чем ИК излучение Земли. Поэтому аэрозольное загрязнение атмосферы по большей части способствует ее охлаждению.

Неограниченная ядерная война приведет к появлению в атмосфере огромных пылевых масс, закрывающих солнечное излучение, что приведет к «ядерной зиме».

Сельскохозяйственная деятельность меняет альбедо земной поверхности, причем все меньшая часть прошедшего через атмосферу видимого излучения

отражается, а все большая поглощается. Повышение температуры земной поверхности приводит к уменьшению площади ледников и снежного покрова, имеющих высокое альbedo, что способствует увеличению поглощения излучения и повышению температуры, то есть на температурный режим атмосферы влияют множество разнонаправленных факторов.

Измерения показывают, что с 1880 года наблюдается повышение средней температуры воздуха в всем северном полушарии (18 - 88° с.ш.)



За 120 лет средняя температура выросла на 0,8 градуса по Цельсию.

Повышение температуры на земной поверхности происходит неравномерно.

Наибольшее потепление наблюдается в высоких широтах, севернее 70° с.ш. Там температура повысилась на 2 градуса, и ото льда практически освободился Северный морской путь. Ожидается, что средняя температура северного полушария к 2025 году повысится на 2 – 3 градуса, а к 2050 году на 3 – 5 градусов. В последнем случае растают полярные льды, и уровень океана повысится на 20-30 метров, что катастрофично для приморских государств.

Для Российской Федерации прогноз более благоприятен, хотя таяние вечной мерзлоты, также выделяющей углекислый газ, огромная проблема.

Факты, подтверждающие глобальное потепление на Земном шаре:

1. За 120 лет, в течении которых производятся измерения, средняя температура в северном полушарии выросла на 0,8 градуса Цельсия.
2. Наличие углекислого газа в атмосфере. За последние 50 лет, когда проводятся регулярные измерения, его концентрация выросла в среднем в 3 раза.
3. За последние 50 лет увеличались площади распаханых земель и уменьшились площади ледников и снежного покрова, что привело к увеличению поглощения падающего на земную поверхность излучения.

Глобальное потепление частью метеорологов спекулятивно связывается с техногенной деятельностью человечества, а нарушение радиационного баланса Земли с выбросами углекислого газа.

Глобальное потепление объясняется парниковым эффектом. Основная часть излучения Солнца в диапазоне (0,3 – 0,8) мкм доходит до поверхности Земли с незначительным ослаблением, так как в этом диапазоне существует окно прозрачности атмосферы. Переизлученное излучение Земной поверхности в ИК диапазоне задерживается атмосферой и обратно в космос не уходит. Это не совсем так, поскольку в атмосфере существует другое окно прозрачности в диапазоне (7-14) мкм, правда с большим затуханием, чем в видимом окне. В этом диапазоне значительная часть широкого спектра ИК излучения Земли может уходить в космос, а углекислый газ поглощает только в узкой спектральной полосе. Расчеты по физическим моделям показывают, что существующая в атмосфере концентрация углекислоты не может изменять ее радиационный баланс.

Теперь ясно, что наблюдаемое глобальное потепление имеет природный характер. Естественные циклы потеплений и похолоданий на Земном шаре давно известны геологам, и связаны с изменением активности Солнца. Солнечная постоянная за последние годы увеличилась на несколько %, это увеличение находится в пределах статистической погрешности, но тенденция явно прослеживается.

Физический механизм глобального потепления

1. Увеличился поток солнечной радиации достигающей поверхности Земли. Повысилась температура ее континентов и океанов.

2. Океаны, тающие ледники и вечная мерзлота стали освобождать накопленный углекислый газ. Это основная природная причина увеличения его содержания в атмосфере, а не антропогенная.

3. Усиление активности Солнца изменяет радиационный баланс планеты, приводит к существующим природным катаклизмам и изменениям климата.

4. Повышение температуры планеты и ее нижней атмосферы приведут к повышению испарения и изменению водного баланса планеты. Облачность станет образовываться на больших высотах. Количество и мощность облаков значительно увеличатся. При этом существенно увеличится отражение облака видимого излучения Солнца. Наступит глобальное затемнение. Уже сейчас фиксируется снижение количества солнечных дней. В результате температура на Земле станет понижаться – уровень похолодания будет зависеть от активности Солнца.

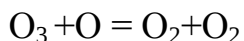
Антропогенное нарушение озонового слоя

Озон – ультрафиолетовый щит атмосферы. Его содержание по массе $6 \cdot 10^{-5}$ %. Среднее время жизни молекулы озона 50 суток. Основное количество озона находится на высотах 15 – 25 км, ниже на полюсах, и выше на экваторе.

Среднее количество озона образует слой порядка 3 мм с большой естественной изменчивостью. Дневные вариации составляют $\pm 25\%$.

Пути разрушения озонового слоя

1. Кислородный цикл.



Реакция идет медленно. Однако она каталитически ускоряется в присутствии соединений азота – N_2O , водорода и хлора – фреоны. На больших высотах преобладает хлорный цикл, на малых – азотный.

2. Ионно-молекулярные реакции при воздействии заряженных частиц, поступающих от Солнца и космических лучей.

Основные антропогенные процессы, приводящие к нарушению озонового слоя:

- Работа холодильников, аэрозольных установок, парфюмерный аэрозоль (фреоны)
- Разложение минеральных удобрений (закись азота)
- Ядерные взрывы (окислы азота)
- Полеты высотных самолетов (окислы азота, пары воды)

Фактором, способствующим увеличению концентрации озона в атмосфере является увеличение концентрации углекислого газа, что сглаживает действие предыдущих негативных факторов.

Наземные и спутниковые измерения содержания озона в атмосфере не позволяют однозначно судить о тренде его изменения в связи с большой естественной изменчивостью. Достоверно обнаружено только наличие озоновых дыр над полюсами, что, по-видимому, связано с естественной Солнечной активностью. На полюсах большая концентрация заряженных частиц, разрушающих озоновый слой по второму циклу. Однако увеличение солнечной активности на 1% приводит к увеличению заболеваемости раком кожи более чем на 2%. Особенно этому подвержены люди со светлой кожей, живущие в низких широтах.

Изменение электрических свойств атмосферы

Они происходят:

- за счет ионизации воздуха, обусловленной ультрафиолетовым и рентгеновским излучением Солнца, а также потоками электронов и протонов от Солнца и космических лучей;
- за счет радиоактивных элементов как естественного, так и искусственного происхождения.

Ионизация способствует сильной грозовой деятельности, способствует росту облаков и осадкам.

Кроме внешнего излучения ионизация воздуха наблюдается в основном за счет природного изотопа радона 222, выделяющегося из разломов земной коры. Период его полураспада составляет 3,8 суток.

Изотопы радона антропогенного происхождения возникают при проведении ядерных взрывов и выбросах АЭС. Особое место занимает долгоживущий изотоп криптон-85 с периодом полураспада 10,75 лет. Он долго живет в атмосфере. Особую опасность представляет его гамма-излучение с энергией 514 кэВ. Его удаление происходит за счет распада и за счет растворения в океанической воде.

Криптон-85 вызывает рак кожи. Его проникающая способность в ткани 0,2 мм. Безопасная норма содержания криптона-85 в 1 м³ воздуха 2600 нКи для населения, проживающего вблизи атомной станции.

В целом по земному шару безопасная норма 260 нКи/м³.