

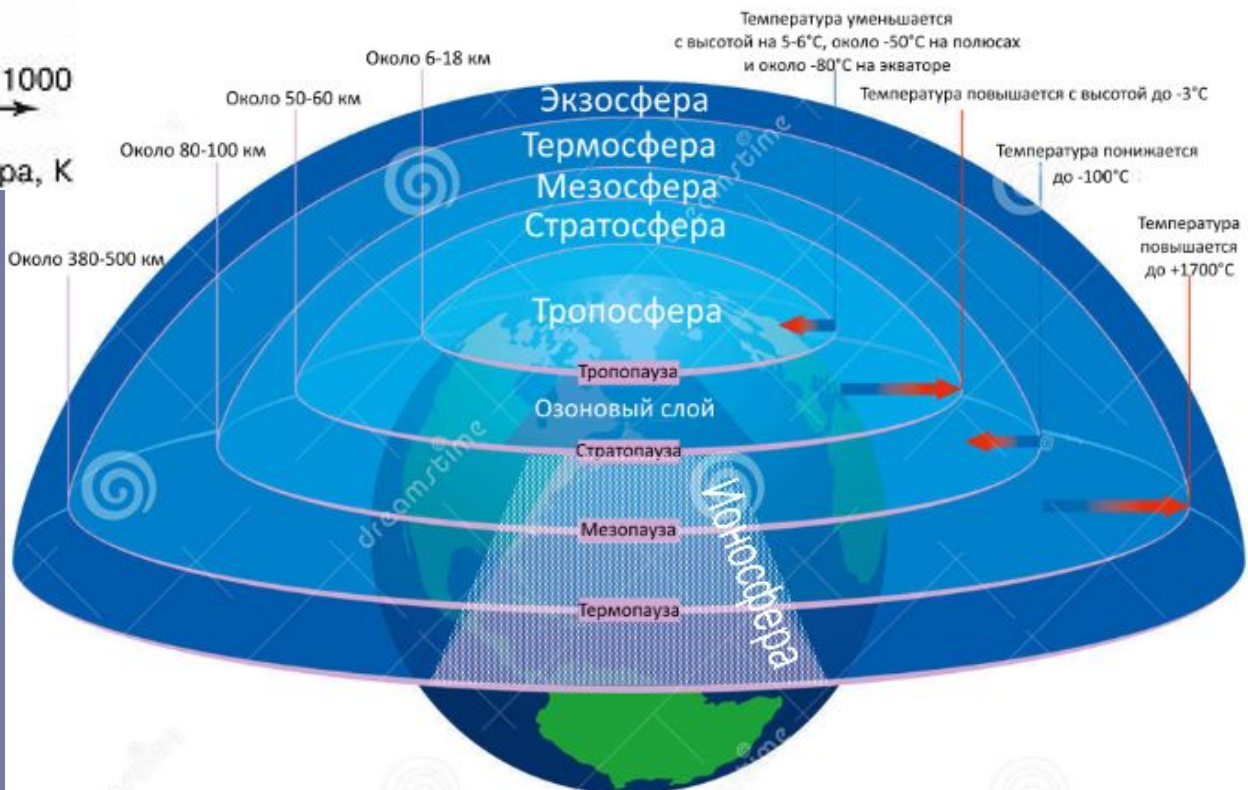
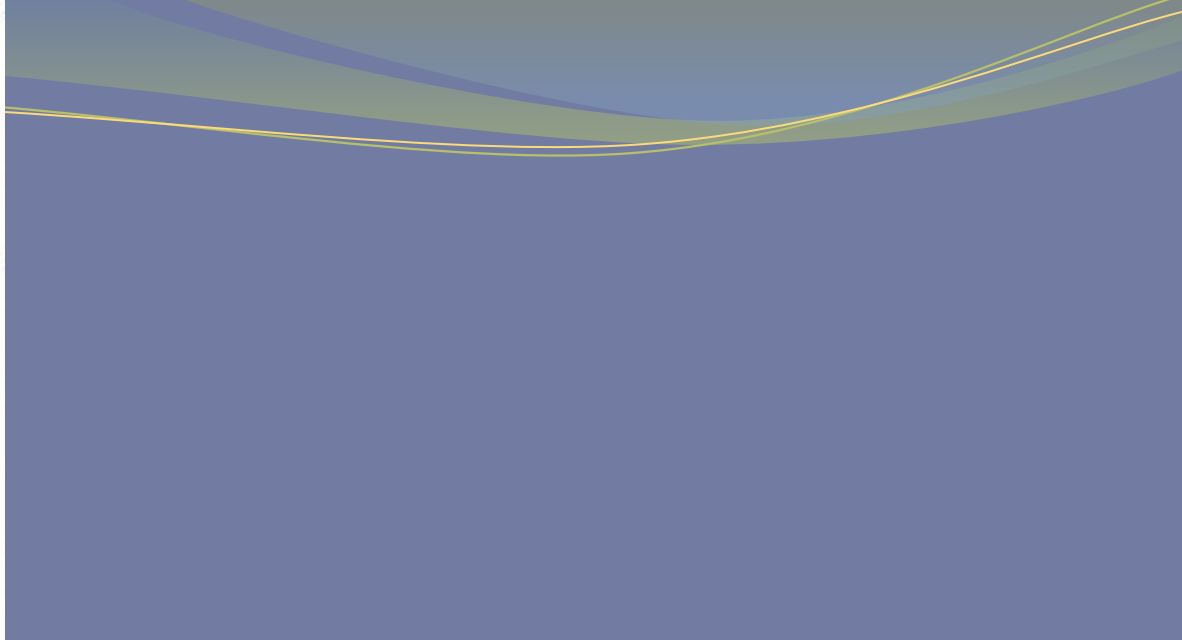
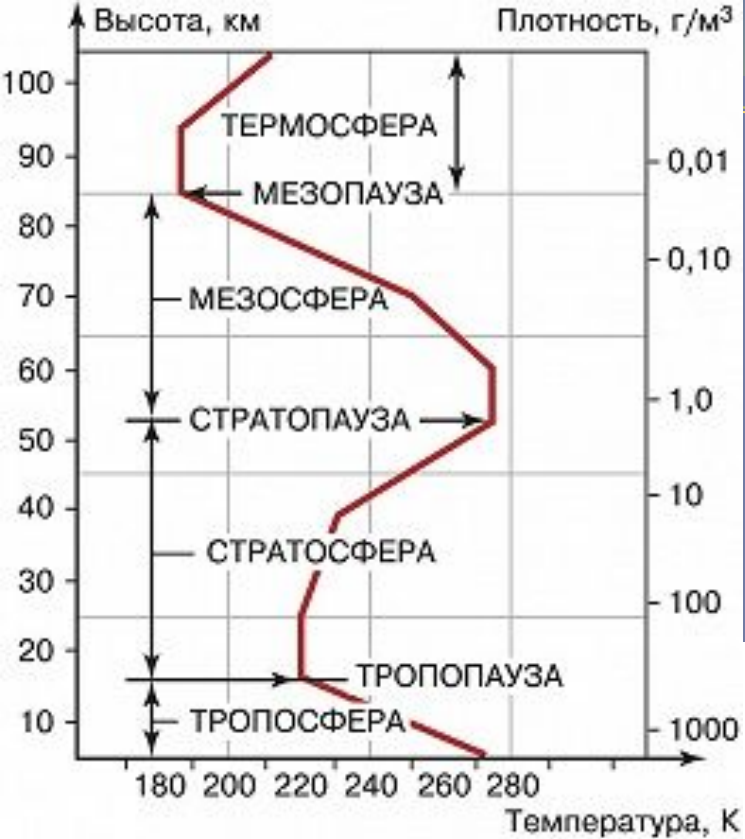
Человек и окружающая среда



Атмосфера

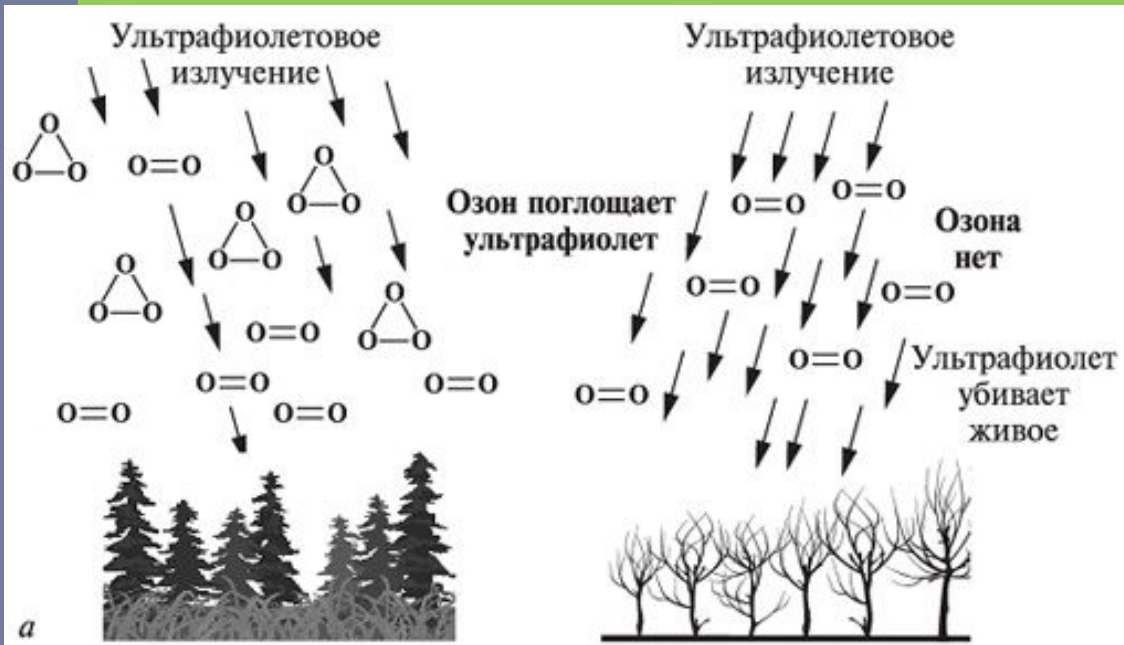
Диссипация — это процесс преодоления атомами и ионами поля притяжения Земли. Явление диссипации связано с возрастанием разреженности атмосферы при увеличении высоты. Вследствие этого столкновения атомов становятся все реже, а длина свободного пробега значительно возрастает.

Устойчивые и неустойчивые газы		Изменяющиеся газы	
Компонент	Концентрация, %	Компонент	Концентрация, %
Азот (N ₂)	78,08	Пары воды (H ₂ O)	0–4
Кислород (O ₂)	20,95	Двуокись углерода (CO ₂)	0,3403
Аргон (Ar)	0,93	Окись углерода (CO)	0–0,01
Неон (Ne)	0,0018	Озон (O ₃)	0,001
Гелий (He)	0,00052	Диоксид серы (SO ₂)	0–0,0001
Метан (CH ₄)	0,00015	Оксид азота (NO)	0–0,00002
Криптон (Kr)	0,00011		
Водород (H ₂)	0,00005		

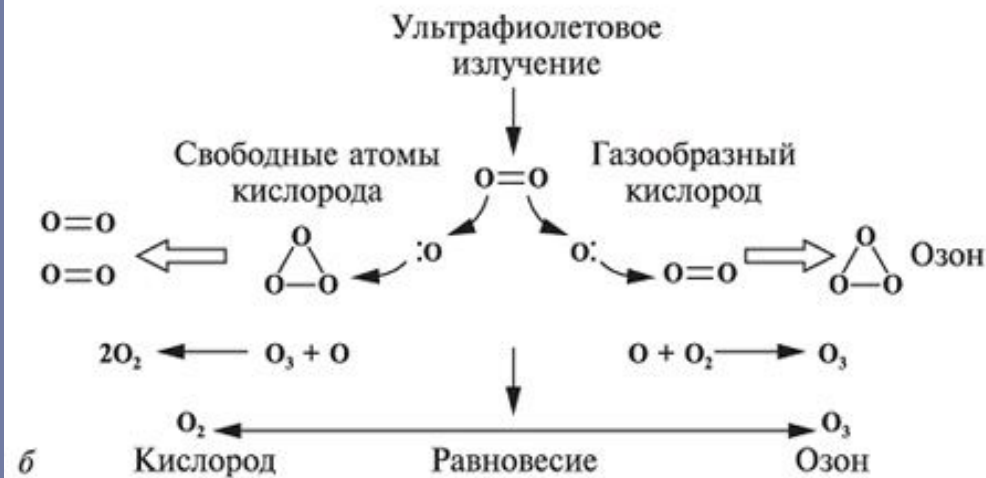




Разрушение озонового слоя



а — озон (O_3) в стратосфере поглощает УФ-лучи Солнца



б — озон формируется в стратосфере, когда под действием УФ-лучей молекулы O_2 распадаются на свободные атомы, способные присоединиться к другим его молекулам

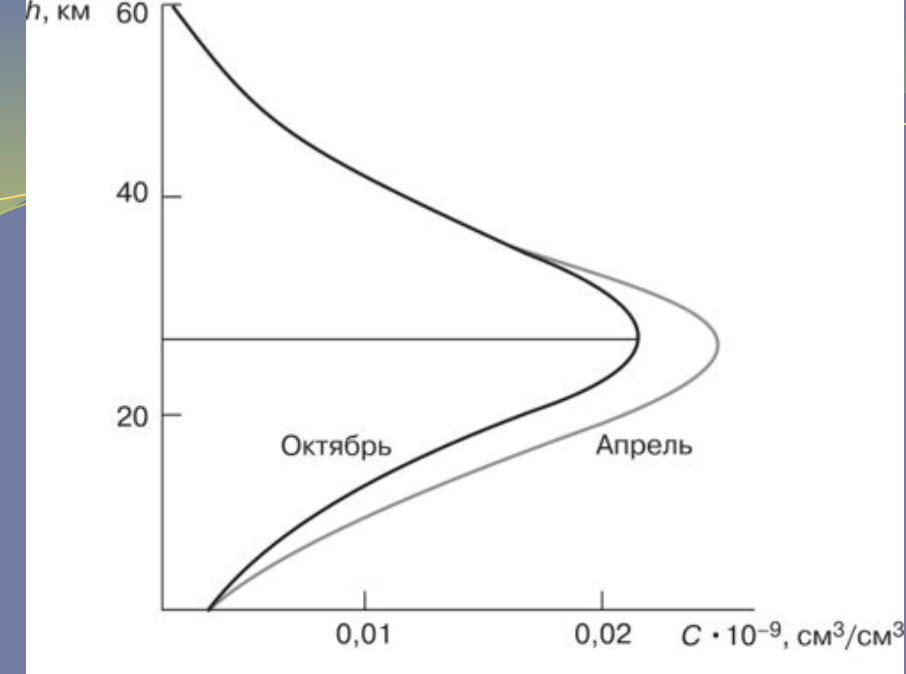
Распределение озона

Процессы образования и разложения озона в атмосфере зависят от множества факторов, и прежде всего от изменений в самой атмосфере, которые происходят постоянно: и посуточно, и посезонно.

В атмосфере существует распределение озона:

- по времени,
 - по широте и высоте.
1. Максимальное содержание озона достигается весной, а осенью оно падает до минимума;
 2. Послеобеденное содержание озона выше утреннего;
 3. В полярных широтах озона содержится в два раза больше, чем у экватора.

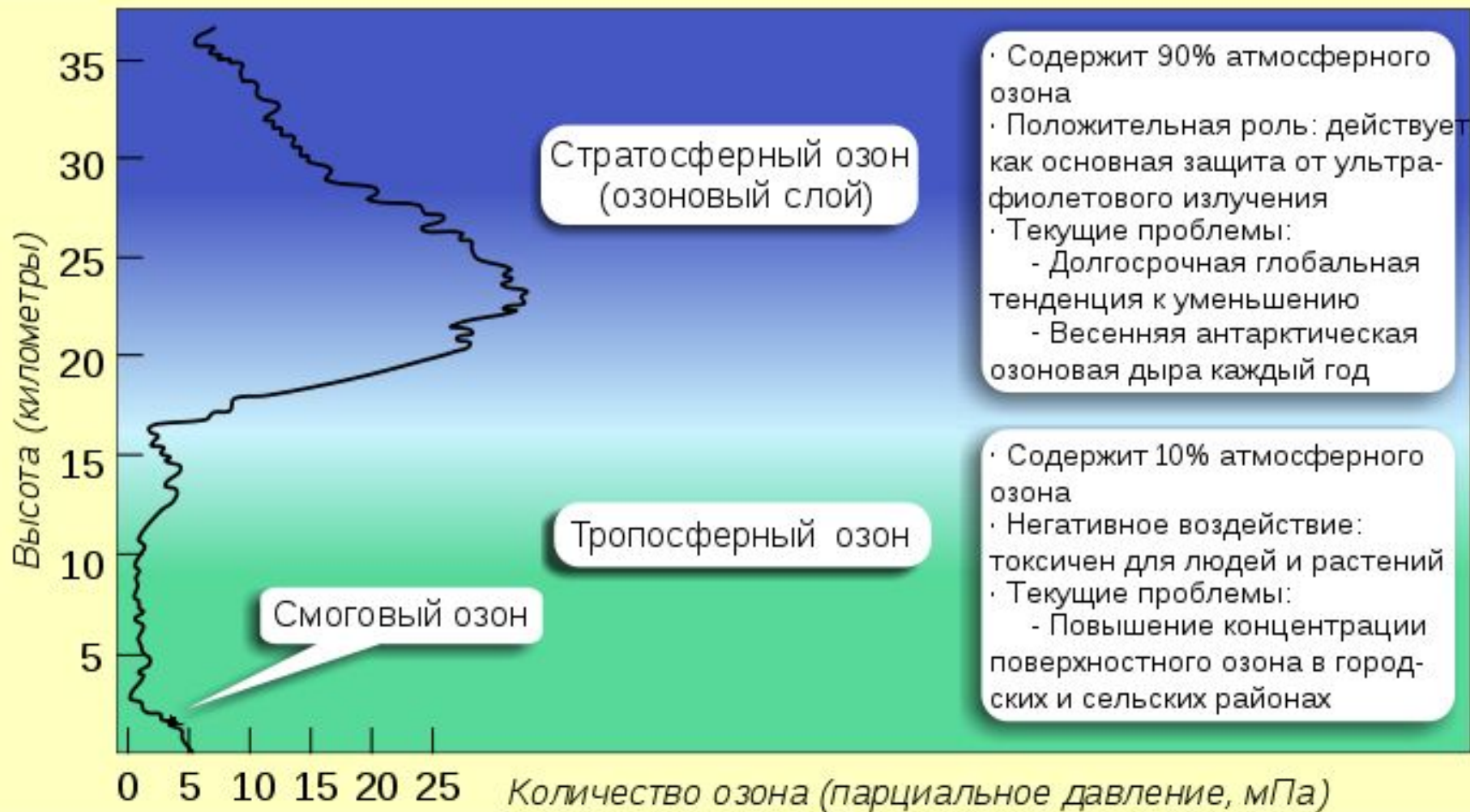
С повышением широты высота озонового слоя падает с 25 до 13 км.



h — расстояние от поверхности Земли;
— концентрация озона

Атомарный кислород образуется на больших высотах благодаря коротковолновому излучению. Процесс его образования распространяется вниз, до высоты 25 км. На этой высоте атмосферное давление обеспечивает достаточное парциальное давление молекулярного кислорода для начала реакции образования сравнительно тяжелых молекул озона

На более **низких высотах** благодаря уменьшению высокочастотного облучения и сохранению длинноволнового начинается обратный процесс — все возрастающее разложение озона. Образующиеся при этом молекулярный и атомарный кислород, будучи легче озона, поднимаются вверх.

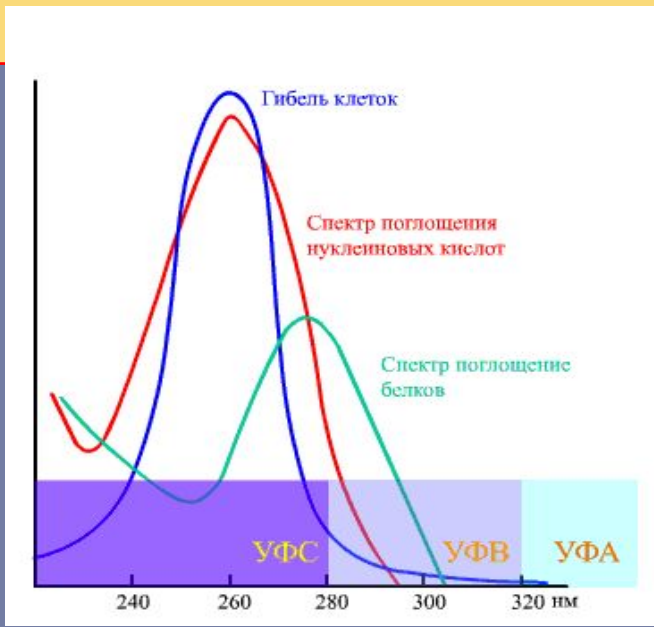
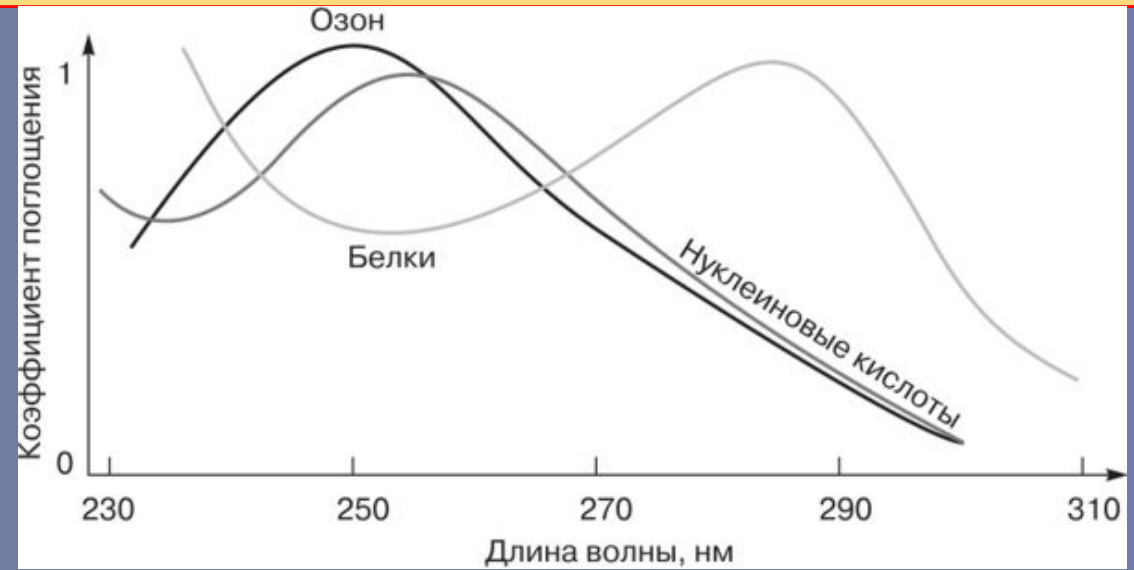


Таким образом, существует постоянный поток озона вниз. Можно считать, что от этого потока из стратосферы в тропосферу зависит годовое изменение содержания озона.

Так как за период с октября по апрель солнечная радиация слабее, чем с апреля по октябрь, содержание озона в весенне-летний период заметно уменьшается.

Так же можно объяснить и сезонное содержание озона в зависимости от широты. В тропосфере, в приземном слое содержится лишь 10% от общего атмосферного озона. Повышенное содержание озона отмечается на берегах морей и над лесами.

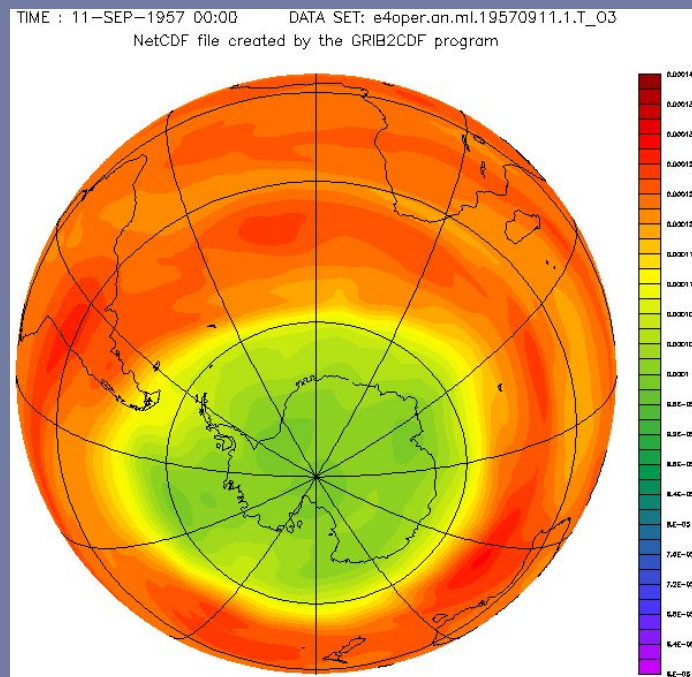
Озон имеет многочисленные полосы поглощения, простирающиеся от длинноволновой инфракрасной до коротковолновой ультрафиолетовой (УФ) области.



Спектры поглощения озона, нуклеиновых кислот и белков в УФ-области

Поглощение озоном коротковолнового ультрафиолетового излучения, корреляция его с поглощением белка и нуклеиновых кислот определяют защитные функции озонового слоя для всего живого на Земле.

В 1987 г. в стратосфере над Антарктидой озона стало вдвое меньше — появилась «озоновая дыра» на высоте 10...20 км, площадью около 10 млн км². Появление ее одни ученые объясняют разрушающим действием фреонов, другие — естественными флуктуациями концентрации озона.

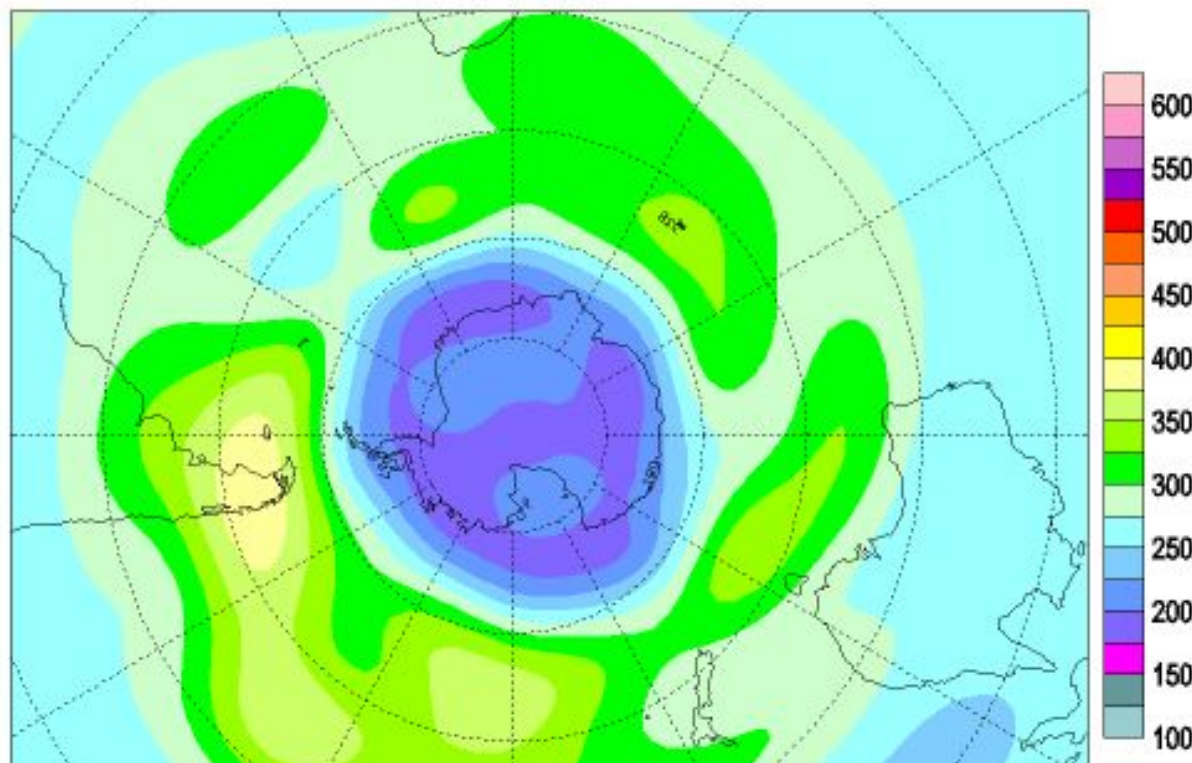


Ниже указан пример изменения озонового слоя и озоновых дыр в виде анимации за 2 месяца: с 1 сентября по 31 октября 2006 года.

Анимация изменения указана для Южного полюса планеты (Антарктида) с учетом суточного вращения планеты вокруг своей оси.

Единица Добсона — единица измерения содержания озона в атмосфере Земли.

Total ozone (DU) / Ozone total (UD), 2006/09/01

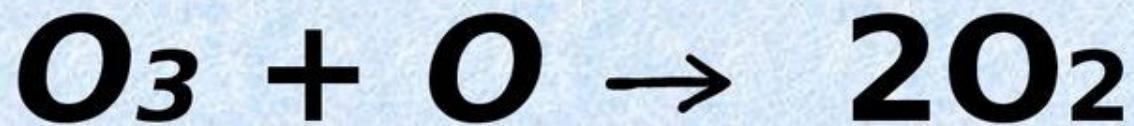


Одна единица Добсона равна слою озона 10 мкм при стандартных давлении и температуре. Это соответствует $2,69 \cdot 10^{16}$ молекул озона на квадратный сантиметр поверхности Земли, или 0,447 миллимоля на квадратный метр.

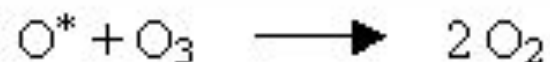
Для определения наличия озоновой дыры выбрана граница содержания озона в атмосфере в 220 единиц Добсона.

Механизмы разрушения
озона (каталитические
циклы)

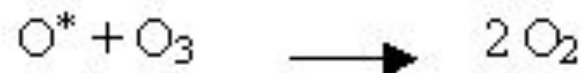
Кислородный цикл
(цикл Чепмена)



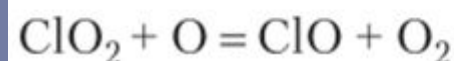
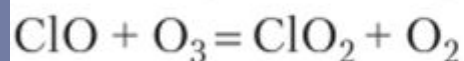
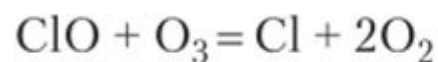
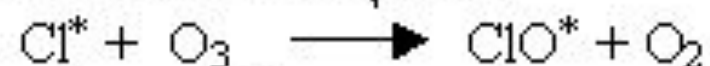
АЗОТНЫЙ ЦИКЛ:



ВОДОРОДНЫЙ ЦИКЛ:

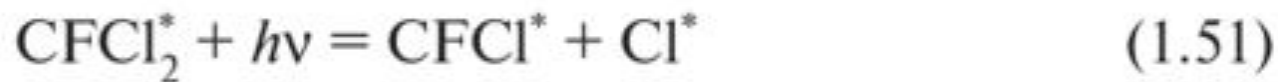
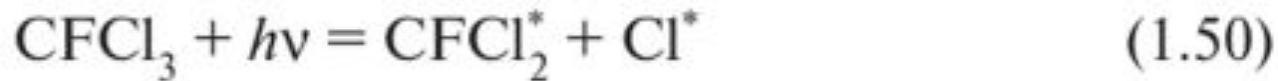


ХЛОРНЫЙ ЦИКЛ:



Говоря о влиянии антропогенных факторов на защитный слой озона, нельзя пройти мимо влияния хлора и его оксидов, возникающих при фотолизе хлорфторметанов (фреонов). Как известно, фреоны нашли очень широкое практическое применение. Они представляют собой галоидпроизводные метана, этана, пропана с обязательным содержанием фтора: CFCl_3 , CF_2Cl_2 , CF_3Cl , CF_4 , $\text{C}_2\text{H}_4\text{F}_2$, $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$ и т.д. Они очень хорошо сохраняются в атмосфере, поскольку плохо растворимы в воде и не горят, имеют, как правило, низкие температуры кипения, поэтому на воздухе хорошо испаряются. Из тропосферы часть фреонов может уходить с водой и, не гидролизуясь, скапливаться в океане. Своеобразным резервуаром фреонов является океан.

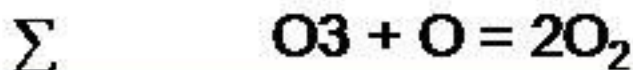
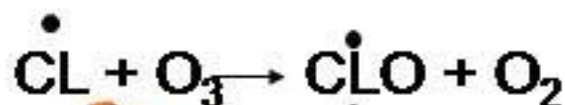
Фотолиз фреонов, происходящий под действием УФ-облучения, обуславливает разрыв связи $\text{C} - \text{Cl}$ в фреоне и соответственно генерацию активного хлора:





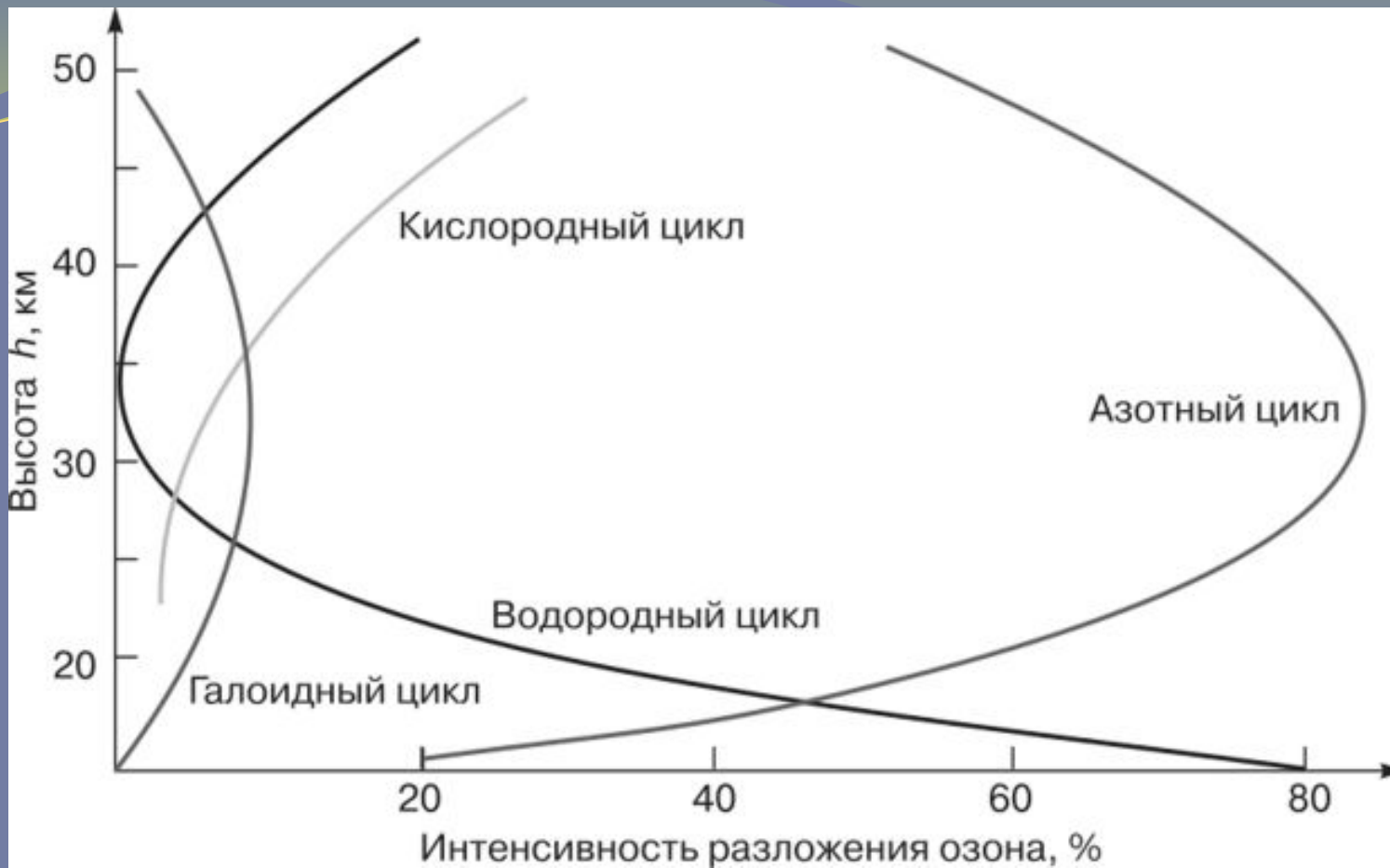
Хлорный цикл

Фреон Ф-11 CFCl_3



- Монреальский протокол (подписан 1987, вступил в действие 1989)
- Введение в молекулу фреона водорода увеличивает ее реакционную способность – не успевает достичь стратосферы
- Полная или частичная замена атомов хлора в молекуле фреона (хлорный цикл в отсутствие атомов хлора не возможен)





Вклад различных циклов в скорость разложения озона

Видно, что на озоновый слой влияет главным образом азотный цикл, тогда как галоидный цикл оказывается не столь существенным. Тем не менее, он заслуживает должного внимания.

Начиная с 1985 года, принимались меры по защите озонового слоя. Первым шагом стало введение ограничений на выброс фреонов. Далее правительство утвердило **Венскую конвенцию**, положения которой были направлены на охрану озонового слоя и состояли из следующих пунктов:

1. представители разных стран приняли соглашение о сотрудничестве касательно исследования процессов и веществ, влияющих на озоновый слой и провоцирующих его изменения;
2. систематические наблюдения за состоянием озонового слоя;
3. создание технологий и уникальных веществ, помогающих минимизировать наносимый ущерб;
4. сотрудничество в разных областях разработки мер и их применения, а также контроль деятельности, провоцирующей появление озоновых дыр;
5. передача технологий и полученных знаний.

Вместо фреонов стали использовать другие вещества в аэрозолях (углеводородный пропеллент типа бутана или пропана)

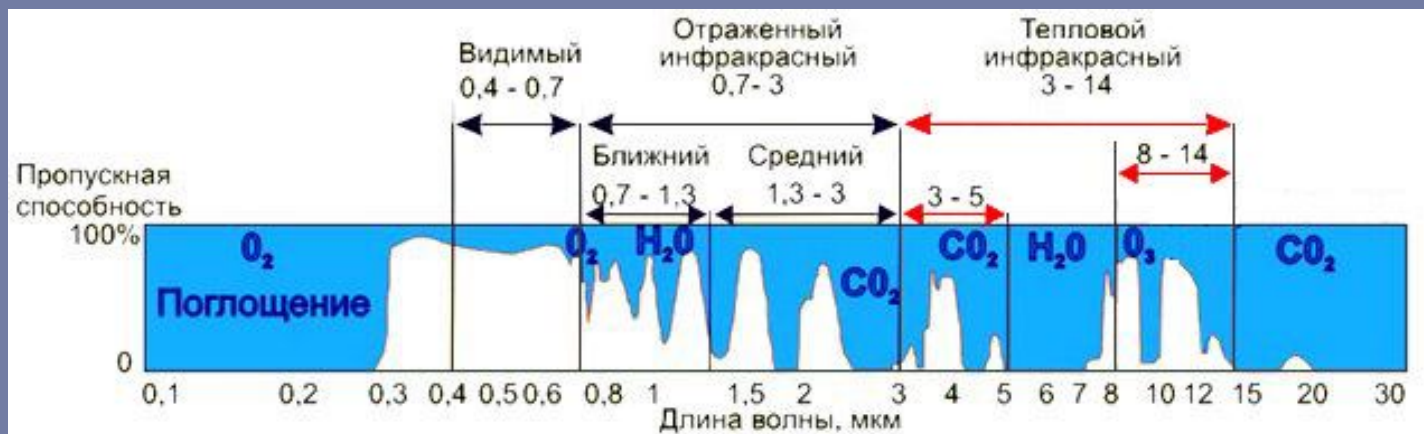
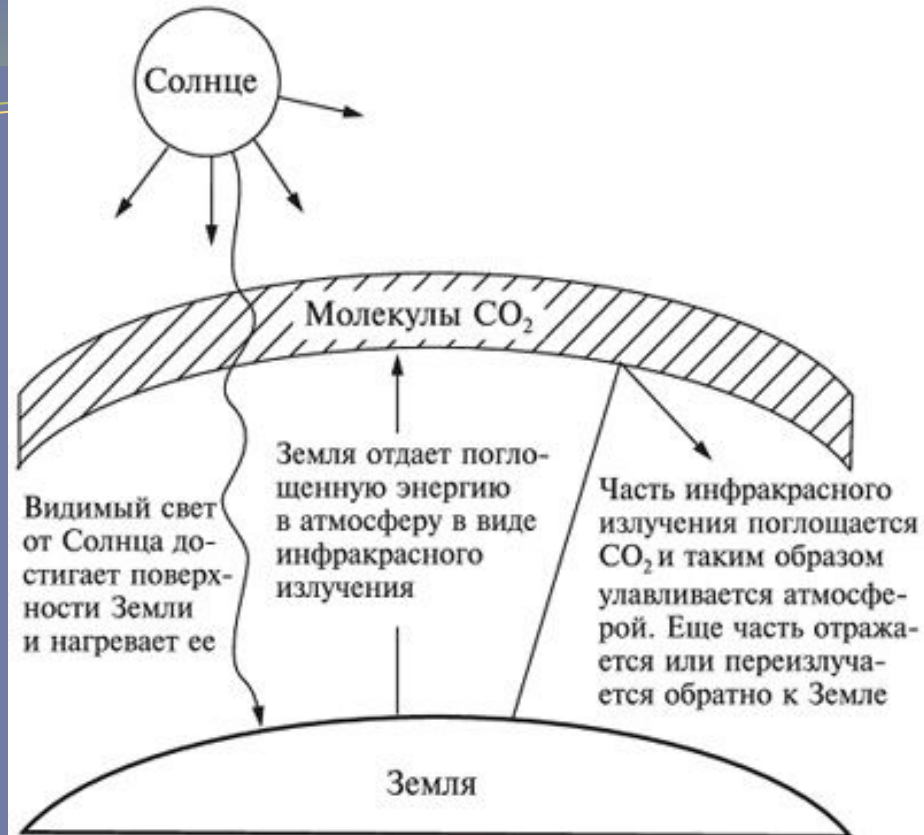
Парниковый эффект

Эмиссия в атмосферу некоторых газов (CO_2 , CO , CH_4 , C_2H_6 , C_2H_4 , оксидов азота, фреонов) приводит к появлению парникового эффекта.

Обычное солнечное излучение при безоблачной погоде и чистой атмосфере сравнительно легко достигает поверхности Земли, поглощается поверхностью почвы, растительностью, постройками и так далее, а 30% ее отражается в космическое пространство. Нагретые земные поверхности отдают тепловую энергию снова в атмосферу, но уже в виде длинноволнового излучения в соответствии с **законом Вина**, согласно которому частота излучения с максимальной интенсивностью ν_{\max} прямо пропорциональна абсолютной температуре T :

$$\nu_{\max} = bT, \quad b \text{ — константа}$$

Максимум излучения в солнечном спектре лежит в желто-зеленой области видимого интервала длин волн (380...750 нм). Эта область практически не поглощается атмосферными газами (N_2 , O_2 , CO_2 , H_2O и др.), но температура нагретых поверхностей на Земле много ниже температуры поверхности Солнца. Поэтому максимум излучения с поверхности Земли в соответствии с законом Вина приходится уже на **инфракрасную часть спектра**.





Естественный парниковый эффект создает приrost средней температуры на поверхности Земли на $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. При его отсутствии средняя температура поверхности Земли, составляющая в настоящее время $15\text{ }^{\circ}\text{C}$, понизилась бы до $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, т.е. началось бы глобальное оледенение.



Смог— видимое загрязнение воздуха любого характера. Смог возникает при определенных условиях: большом количестве пыли и газов в воздухе и длительном существовании антициклонных условий погоды (областей с высоким атмосферным давлением), когда загрязнители скапливаются в приземном слое атмосферы.

Выделяют три типа смога: ледяной (аляскинский тип); влажный (лондонский тип); сухой, или фотохимический (лос-анджелесский тип).

Наиболее изучен *влажный смог*. Он обычен для мест с высокой относительной влажностью воздуха и частым туманом. Это способствует смешиванию загрязняющих веществ и протеканию химических реакций. Такие загрязняющие вещества, непосредственно выброшенные в атмосферу, называют *первичными загрязнителями*. Главными токсичными компонентами влажного смога являются чаще всего CO, и SO₂. Печально знаменит случай, когда в 1952 г. влажный смог в Лондоне унес более четырех тысяч жизней.

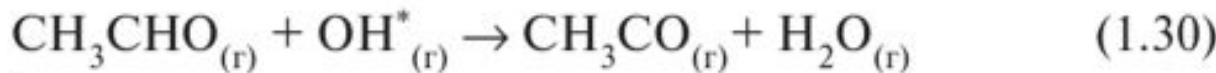
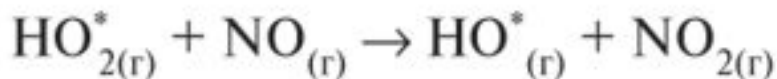
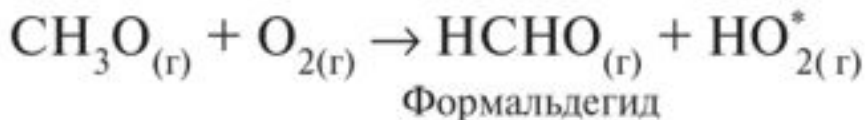
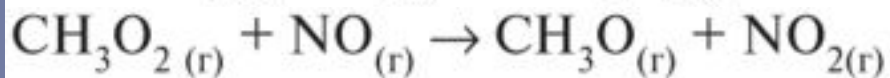
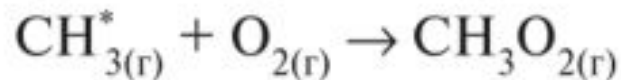
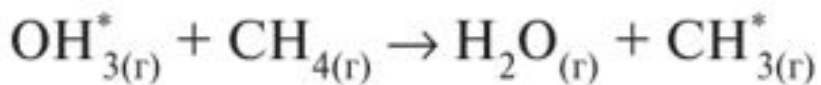
Фотохимический смог — вторичное загрязнение воздуха, возникающее в процессе разложения первичных загрязняющих веществ солнечными лучами. Главный ядовитый компонент — **озон**.

Ледяной смог возникает при очень низких температурах и антициклоне. В этом случае выбросы даже небольшого количества загрязняющих веществ приводят к возникновению густого тумана, состоящего из мельчайших кристалликов льда и, например, серной кислоты.

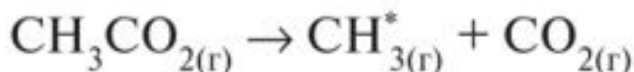
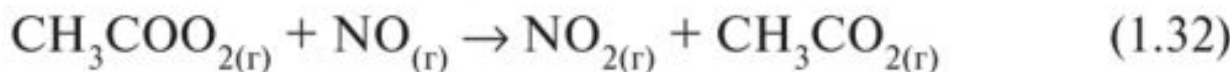
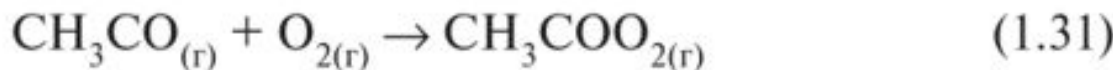
Озон — это единственный загрязнитель, который наиболее ясно характеризует фотохимический смог. Однако О₃, который представляет такую проблему, не выбрасывается автомобилями (или любым основным загрязнителем). Это **вторичный загрязнитель**.

Летучие органические соединения, высвобождаемые благодаря использованию топлива на основе бензина, способствуют превращению NO в NO₂ и лежат в основе фотохимического смога.

В процессе окисления углеводородов в атмосфере особо нужно отметить роль радикала OH^* . Рассмотрим метан CH_4 в качестве простого примера этого процесса:



Ацетальдегид



Эти реакции показывают превращение оксида азота NO в NO_2 и простого алкана типа CH_4 в альдегид, в данном случае формальдегид HCHO .

Альдегиды также могут претерпевать воздействие радикалов OH^*

Эта реакция приводит к образованию раздражающего глаза и затрудняющего дыхание пероксиацетилнитрата (ПАН).

Важным дополнением к этому ряду реакций является следующая:

