



ВЫДЕРЖКИ ИЗ ДОКЛАДА ГРУППЫ ПО НАУЧНОЙ ОЦЕНКЕ*

ДВАДЦАТЬ ВОПРОСОВ И ОТВЕТОВ ОБ ОЗОНОВОМ СЛОЕ: НОВАЯ ИНФОРМАЦИЯ 2010 ГОДА

Содержание

- **ОЗОН В НАШЕЙ АТМОСФЕРЕ**

1. Что такое озон и где он находится в атмосфере?
2. Как образуется озон в атмосфере?
3. Почему нас заботит состояние атмосферного озона?
4. Как распределяется озон по земному шару?
5. Как измеряют содержание озона в атмосфере?

- **ПРОЦЕСС РАЗРУШЕНИЯ ОЗОНА**

6. Каковы основные этапы разрушения атмосферного озона, вызываемого деятельностью человека?
7. Какие выбросы в результате деятельности человека вызывают разрушение озона?
8. Какие реакционно-способные газообразные галогены разрушают стратосферный озон?
9. Какие реакции хлора и брома разрушают стратосферный озон?
10. Почему “озоновая дыра” появилась над Антарктидой - ведь озоноразрушающие газы присутствуют в атмосфере повсеместно?

- **РАЗРУШЕНИЕ СТРАТОСФЕРНОГО ОЗОНА**

11. Насколько серьезна проблема разрушения озонового слоя над Антарктидой?
12. Разрушается ли в настоящее время озоновый слой над Арктикой?
13. Насколько серьезна проблема разрушения озонового слоя в общемировом масштабе?
14. Влияют ли на озоновый слой изменения солнечной активности и извержения вулканов?

- **РЕГУЛИРОВАНИЕ ОЗОНОРАЗРУШАЮЩИХ ГАЗОВ**

15. Существуют ли нормы регулирования выбросов озоноразрушающих газов?
16. Позволил ли Монреальский протокол добиться успеха в деле сокращения содержания озоноразрушающих газов в атмосфере?

- **ПОСЛЕДСТВИЯ РАЗРУШЕНИЯ ОЗОНА**

17. Приводит ли разрушение озонового слоя к усилению ультрафиолетового излучения на уровне земной поверхности?
18. Является ли разрушение озонового слоя основной причиной изменения климата?
19. Внесло ли сокращение озоноразрушающих веществ согласно Монреальскому протоколу вклад в охрану климата на Земле?

- **СТРАТОСФЕРНЫЙ ОЗОН В БУДУЩЕМ**

20. Какие изменения в озоновом слое ожидаются в предстоящие десятилетия?

* Полный текст документа на английском языке можно получить по адресу: http://ozone.unep.org/Assessment_Panels/SAP/Scientific_Assessment_2010/SAP-2010-FAQs-update.pdf



ОЗОН В НАШЕЙ АТМОСФЕРЕ

1. Что такое озон и где он находится в атмосфере?

Озон – один из газов, которые естественным образом присутствуют в атмосфере. Молекула озона состоит из трех атомов кислорода, ее химическая формула O_3 . Озон присутствует главным образом в двух зонах атмосферы. Около 10% атмосферного озона содержится в тропосфере, то есть, в зоне, прилегающей к земной поверхности (от поверхности до высоты 10 – 16 км). Остальной озон (примерно 90%) находится в стратосфере, то есть, в слое от верха тропосферы примерно до высоты 50 км. Область повышенной плотности озона в стратосфере часто называют «озоновым слоем».

2. Как образуется озон в атмосфере?

Озон образуется в атмосфере в результате многоступенчатых химических процессов, требующих солнечного света. В стратосфере эти процессы начинаются с расщепления молекулы кислорода (O_2) под воздействием ультрафиолетового излучения Солнца. В нижних слоях атмосферы (в тропосфере) озон образуется в результате других химических реакций с участием как природных газов, так и газов из источников загрязнения окружающей среды.

3. Почему нас заботит состояние атмосферного озона?

Содержащийся в стратосфере озон поглощает значительную часть биологически вредоносного ультрафиолетового излучения. Стратосферный озон считается «полезным» озоном именно потому, что он играет такую благотворную роль. В то же время, озон, образующийся в приповерхностных слоях атмосферы выше естественных уровней, считается «вредным» озоном, поскольку он вредоносен для человека, растений и животных. Природный озон в приповерхностных и нижних слоях атмосферы играет важную положительную роль, химически удаляя загрязнители из атмосферы.

4. Как распределяется озон по земному шару?

Распределение общего содержания озона по земному шару определяется местностью, а колебания его содержания могут варьироваться от суточных до сезонных. Колебания содержания вызываются крупномасштабными перемещениями стратосферного озона, а также химическим производством и разрушением озона. Общее содержание озона обычно минимально у экватора и максимально у полюсов.

5. Как измеряют содержание озона в атмосфере?

Содержание озона в атмосфере измеряют как приборами с поверхности земли, так и установленными на шарах-зондах, летательных аппаратах и спутниках. Некоторые приборы позволяют измерять содержание озона на местном уровне, непрерывно отбирая пробы воздуха в камеры индикации небольшого размера. Другие приборы замеряют содержание озона удаленно на больших расстояниях, используя присущие только озону свойства оптического искажения и излучательные свойства.

ПРОЦЕСС РАЗРУШЕНИЯ ОЗОНА

6. Каковы основные этапы разрушения атмосферного озона в результате деятельности человека?

Первым этапом антропогенного разрушения стратосферного озона являются выбросы в земную атмосферу газов, содержащих хлор и бром. В основном эти газы накапливаются в нижних слоях атмосферы, поскольку они инертны и почти не растворяются в осадках. Естественные движения воздушных масс переносят эти газы в стратосферу, где они преобразуются в более реакционно-способные газы. Затем некоторые из этих газов участвуют в химических реакциях, разрушающих озон. Наконец, когда воздух возвращается в нижние слои атмосферы, реакционно-способные хлор- и бромсодержащие газы удаляются из земной атмосферы осадками.

7. Какие выбросы в результате деятельности человека вызывают разрушение озона?

Некоторые производственные процессы и потребительские товары связаны с выбросами озоноразрушающих веществ (ОРВ) в атмосферу. ОРВ образуются из исходных газообразных галогенов и регулируются в общемировом масштабе Монреальским протоколом. Эти газы выносят хлор и бром в стратосферу, где они разрушают озон, вступая в химические реакции. Важными примером служат хлорфторуглероды (ХФУ), которые раньше применялись практически во всех холодильных агрегатах и кондиционерах воздуха, а также галоны, которые использовались в огнетушителях. Избыточное содержание ОРВ в атмосфере известно благодаря непосредственным замерам образцов воздуха.

8. Какие реакционно-способные газообразные галогены разрушают стратосферный озон?

Выбросы, образующиеся в результате деятельности человека и природных процессов, являются одним из основных источников хлор- и бромсодержащих газов, поступающих в стратосферу. Под воздействием ультрафиолетового излучения солнца эти исходные газообразные галогены преобразуются в более реакционно-способные газы, содержащие хлор и бром. Некоторые



реакционно-способные газы выступают в качестве химических резервуаров, которые преобразуются в наиболее химически активные газообразные вещества, а именно: окись хлора (ClO) и окись брома (BrO). Наиболее активные газы участвуют в каталитических реакциях, которые эффективно разрушают озон. Большинство вулканических выбросов газообразных галогенов легко растворимы в воде и обычно вымываются из атмосферы до того, как попадают в стратосферу.

9. Какие реакции хлора и брома разрушают стратосферный озон?

Реакционно-способные хлор- и бромсодержащие газы разрушают стратосферный озон “каталитическими” циклами, включающими две или более отдельных реакций. В результате этого единственный атом хлора или брома за время своего пребывания в стратосфере способен разрушить многие тысячи молекул озона. Именно таким образом даже небольшие количества реакционно-способного хлора или брома оказывают серьезное воздействие на озоновый слой. Особая ситуация складывается в полярных районах в конце зимы – начале весны, когда значительно усиливается образование самого химически активного газа, окиси хлора, что ведет к разрушению огромных масс озона.

10. Почему “озоновая дыра” появилась над Антарктидой - ведь озоноразрушающие газы присутствуют в атмосфере повсеместно?

Озоноразрушающие вещества присутствуют по всему стратосферному озоновому слою, поскольку они переносятся на большие расстояния движением воздушных масс в атмосфере. Усиленное разрушение озонового слоя, известное как образование “озоновой дыры”, происходит в силу особых атмосферных и химических условий, которые существуют только в этой части земного шара. Сверхнизкие температуры антарктической зимы приводят к образованию полярных стратосферных облаков (ПСО). Особые реакции, происходящие в ПСО в сочетании с относительной изоляцией полярного стратосферного воздуха позволяют хлору и бромову вступать в реакции, которые и привели к образованию озоновой дыры над Антарктидой в весеннее время.

РАЗРУШЕНИЕ СТРАТОСФЕРНОГО ОЗОНА

11. Насколько серьезна проблема разрушения озонового слоя над Антарктидой?

Впервые о серьезном разрушении озонового слоя над Антарктидой стало известно в середине 1980-х годов. Разрушение озонового слоя носит сезонный характер и происходит главным образом в конце зимы – начале весны (с августа по ноябрь). Пик разрушения озона приходится на начало октября, когда на ряде высот происходит полное разрушение озона, в силу чего в нескольких местах общее содержание озона падает до одной трети. Именно такое серьезное разрушение и создает “озоновую дыру”, которая заметна на спутниковых изображениях Антарктики. Во многие годы максимальная площадь озоновой дыры значительно превосходит площадь самой Антарктиды как континента.

12. Разрушается ли в настоящее время озоновый слой над Арктикой?

Да, в настоящее время во многие годы происходит значительное разрушение арктического озонового слоя – тоже в конце зимы – начале весны (январе – марте). В то же время, максимальная степень разрушения озона здесь не так велика, как в Антарктике, и варьируется от года к году в большей степени. В Арктике не наблюдается такой крупной и повторяющейся “озоновой дыры”, как в Антарктике.

13. Насколько серьезна проблема разрушения озонового слоя в общемировом масштабе?

Разрушение озонового слоя в общемировом масштабе началось постепенно в 1980-х годов и достигло максимальной степени примерно 5% в начале 1990-х. После этого степень разрушения уменьшилась и в настоящее время составляет в среднем по миру 3,5%. Средний уровень разрушения превышает естественные годовые колебания общемирового уровня озона. Убыль озона в экваториальной зоне весьма невелика, но с повышением широт к полюсам она нарастает. Более серьезная степень разрушения озона в приполярных районах объясняется происходящим в них ежегодным процессом интенсивного разрушения в конце зимы – начале весны.

14. Влияют ли на озоновый слой изменения солнечной активности и извержения вулканов?

Да, такие факторы, как изменения солнечной активности и образование атмосферных частиц в результате извержения вулканов, оказывают определенное воздействие на озоновый слой. В то же время, ни тот, ни другой фактор не объясняют отмечающегося в последние три десятилетия среднего понижения общемирового содержания озона. Если в предстоящие десятилетия произойдут извержения вулканов, то после них содержание озона в атмосфере понизится на несколько лет.

РЕГУЛИРОВАНИЕ ОЗОНОРАЗРУШАЮЩИХ ГАЗОВ

15. Существуют ли нормы регулирования выбросов озоноразрушающих газов?

Да, производство и потребление озоноразрушающих веществ в настоящее время регулируется международным соглашением от 1987 года, известным как Монреальский протокол по веществам,



разрушающим озоновый слой, а также последующими поправками и коррективами к нему. Этот Протокол, в настоящее время ратифицированный всеми 197 странами-членами Организации Объединенных Наций, устанавливает юридически обязательный режим регулирования национального производства и потребления озоноразрушающих веществ (ОРВ). До середины XXI века все развитые и развивающиеся страны практически завершат процесс поэтапного отказа от производства и потребления всех основных ОРВ.

16. Позволил ли Монреальский протокол добиться успеха в деле сокращения содержания озоноразрушающих газов в атмосфере?

Да, благодаря Монреальскому протоколу общее избыточное количество озоноразрушающих веществ (ОРВ) в атмосфере сокращается уже более десятилетия. Если страны мира будут и впредь соблюдать положения Монреальского протокола, то такое сокращение будет продолжаться в течение всего XXI века. Те газы, содержание которых в настоящее время повышается, включая галон-1301 и ГХФУ-22, в случае продолжения соблюдения Протокола в предстоящие десятилетия начнут сокращаться. Только в середине столетия избыточное содержание ОРВ сократится до уровней, существовавших в начале 1980-х годов, до того, как была обнаружена озоновая дыра в Антарктике.

ПОСЛЕДСТВИЯ РАЗРУШЕНИЯ ОЗОНА

17. Приводит ли разрушение озонового слоя к усилению ультрафиолетового излучения на уровне земной поверхности?

Да, ультрафиолетовое излучение у поверхности земли усиливается с падением содержания озона в атмосфере, поскольку именно озон поглощает ультрафиолетовое излучение Солнца. Измерения при помощи наземной аппаратуры и оценки с использованием спутниковых данных свидетельствуют о том, что в результате разрушения озонового слоя уровень ультрафиолетового излучения на поверхности возрос на обширных площадях.

18. Является ли разрушение озонового слоя основной причиной изменения климата?

Нет, разрушение озона не является главной причиной изменения климата. Изменения уровней озона и климата тесно связаны, поскольку озон поглощает солнечное излучение и одновременно является парниковым газом. Разрушение стратосферного озона и рост содержания озона в тропосфере, которые отмечаются в последние десятилетия, воздействуют на процесс изменения климата в противоположных направлениях. Влияние разрушения озона, ведущее к охлаждению поверхности Земли, невелико по сравнению с ростом содержания всех остальных парниковых газов, которое ведет к глобальному потеплению. Именно общее влияние всех других парниковых газов является основной причиной наблюдаемого и прогнозируемого изменения климата. Разрушение озона и изменение климата связаны опосредованно, поскольку и озоноразрушающие вещества, и их заменители относятся к категории парниковых газов.

19. Внесло ли сокращение озоноразрушающих веществ согласно Монреальскому протоколу вклад в охрану климата на Земле?

Да. Все озоноразрушающие вещества являются одновременно парниковыми газами, которые способствуют радиационному прогреву при их накоплении в атмосфере. Нормы регулирования, предусмотренные в Монреальском протоколе, позволили значительно сократить выбросы озоноразрушающих веществ (ОДВ) за последние два десятилетия. Такие сокращения позволили дополнительно снизить антропогенное воздействие на изменение климата, одновременно обеспечивая охрану озонового слоя. Без Монреальского протокола радиационный прогрев в результате ежегодных выбросов ОРВ в настоящее время был бы в 10 раз выше, что представляло бы собой существенную часть радиационного прогрева под воздействием существующих выбросов углекислого газа (CO₂).

СТРАТОСФЕРНЫЙ ОЗОН В БУДУЩЕМ

20. Какие изменения в озоновом слое ожидаются в предстоящие десятилетия?

При условии, что все страны будут выполнять свои обязательства согласно Монреальскому протоколу, ожидается, что к середине XXI века произойдет по существу восстановление озонового слоя после воздействия озоноразрушающих веществ (ОРВ). Восстановление будет происходить по мере сокращения содержания ОРВ и реакционно-способных газообразных галогенов в атмосфере в предстоящие десятилетия. Помимо влияния изменения в уровнях ОРВ уровни озона в будущем будут находиться под влиянием ожидаемых изменений климата, и в конечном итоге изменения уровней стратосферного озона будут варьироваться от региона к региону. Во время продолжительного периода восстановления крупные извержения вулканов могут привести к временному понижению общего уровня озона в атмосфере на несколько лет.

