



# ВСЕРОССИЙСКОЕ ОБЩЕСТВО ОХРАНЫ ПРИРОДЫ



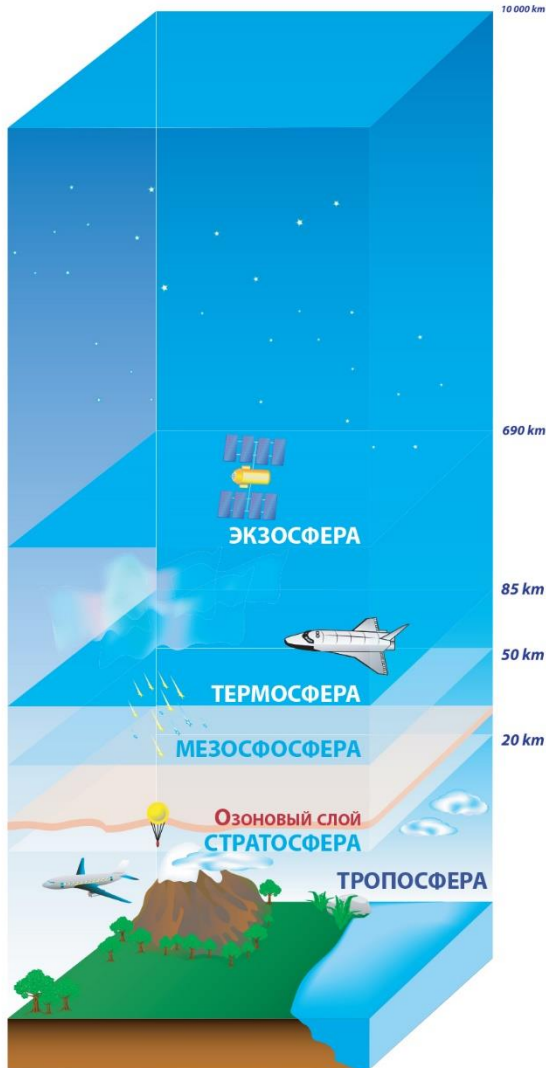
Лекция №7

ОНЛАЙН ЛЕКТОРИЙ ПО ЭКОЛОГИИ

# ИЗМЕНЕНИЕ ОЗОНОВОГО СЛОЯ ЗЕМЛИ

В.А. Грачев,  
Председатель Центрального совета ВООП,  
профессор, д.т.н., член-корреспондент РАН





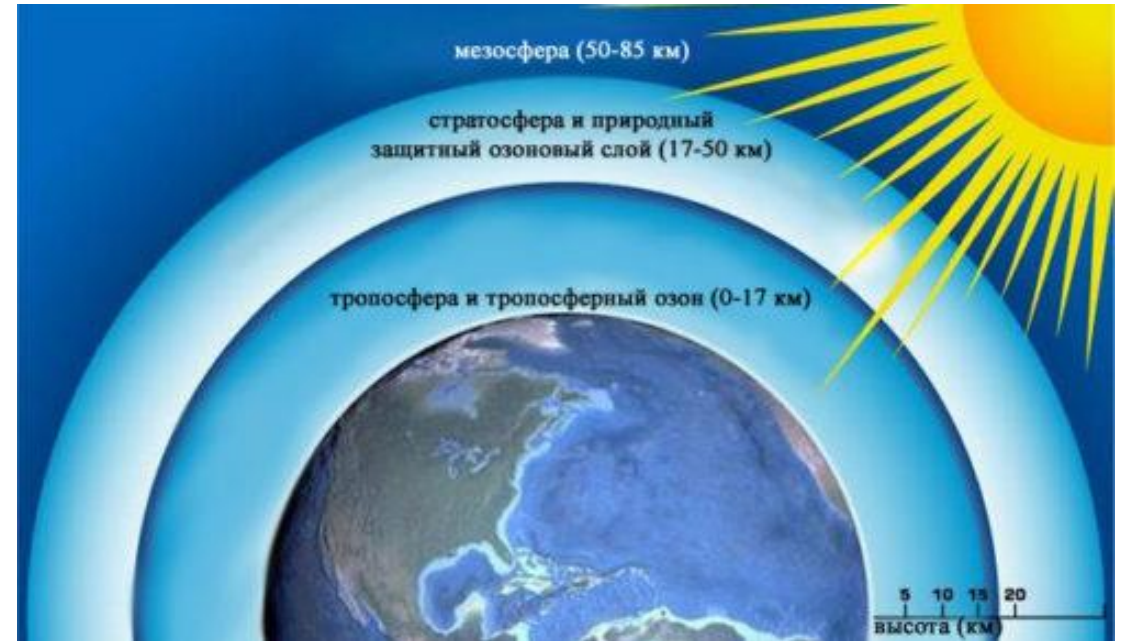
**Озоновый слой** - это область стратосферы Земли, которая поглощает большую часть ультрафиолетового излучения Солнца. Он содержит высокую концентрацию озона ( $O_3$ ) по отношению к другим частям атмосферы, хотя все еще мало по сравнению с другими газами в стратосфере. Озоновый слой содержит озона менее 10 частей на миллион, в то время как средняя концентрация озона в атмосфере Земли в целом составляет около 0,3 частей на миллион. Озоновый слой в основном находится в нижней части стратосферы, примерно от 15 до 35 километров (9,3–21,7 миль) над Землей, хотя его толщина изменяется сезонно и географически.

Озоновый слой поглощает от 97 до 99 процентов среднечастотного ультрафиолетового излучения Солнца (длина волны от 200 нм до 315 нм), что в противном случае потенциально может навредить формам жизни, обитающим на поверхности Земли.

## Озоновый слой

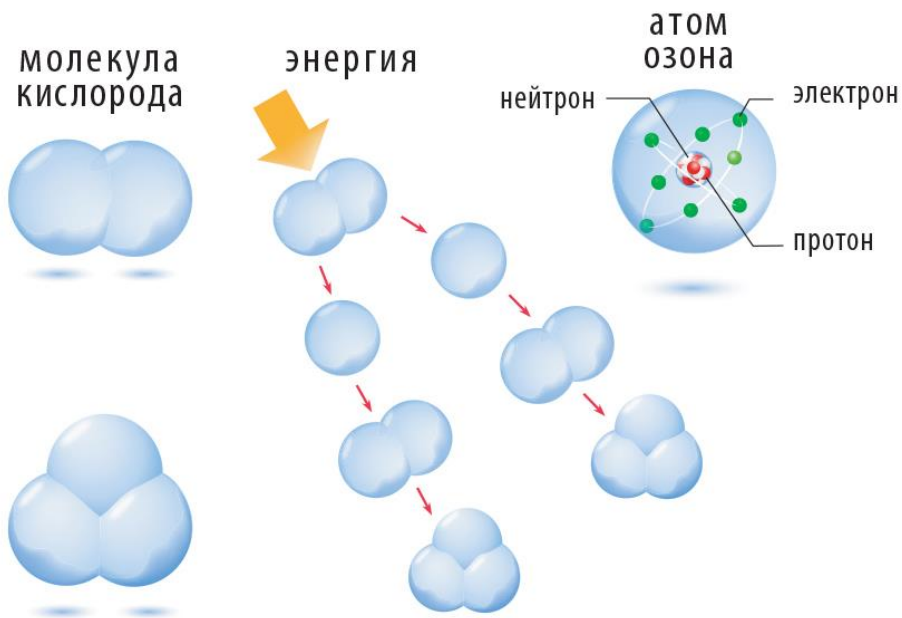
Единицей измерения толщины озонового слоя служит единица Добсона (DU).

Оз и молекулы кислорода «поглощают» около 97–99% вредного ультрафиолетового излучения



Озоновый слой — это самый легкий и тонкий слой в атмосфере, который содержит относительную концентрацию озона (до 0,001%). Озоновый слой защищает нашу планету от опасного ультрафиолетового излучения, которое способно причинить значительный ущерб жизни на Земле.

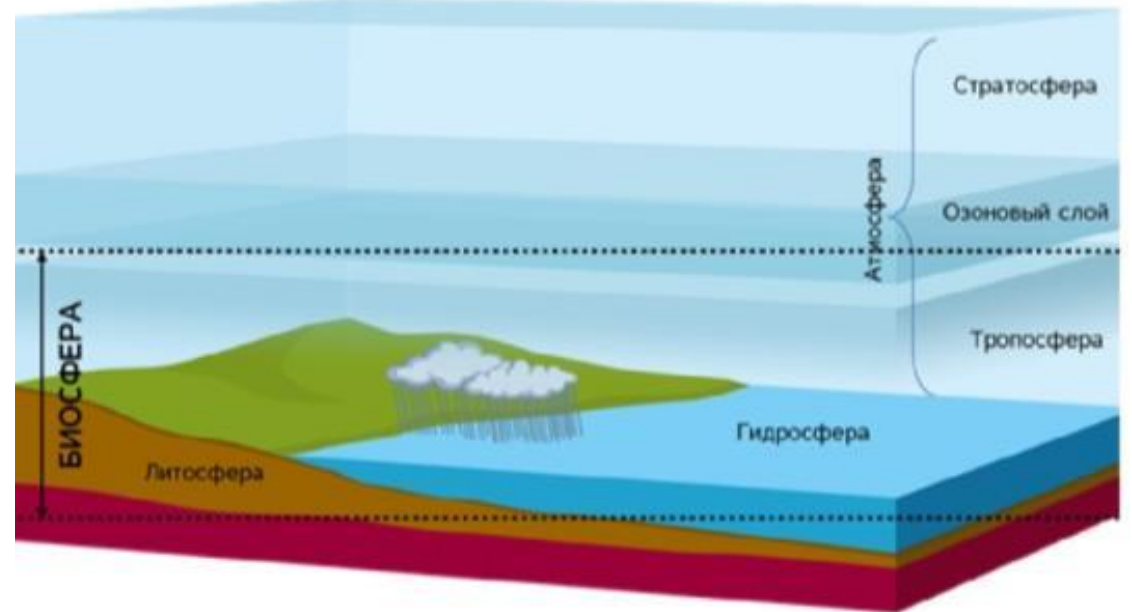
## Формирование озона



Озон в атмосфере в основном разрушается в результате реакций с катализаторами: оксидами азота, галогенами (Cl, ClO, Br, BrO) и радикалами (H, OH, OH<sub>2</sub>). Источниками поступления в атмосферу этих соединений являются: самолеты, содержащие в выхлопных газах оксиды азота; ракеты, атомные взрывы, вулканическая деятельность, технологии с применением фреонов.

Существенное уменьшение средней концентрации озона, достигающее в южных средних и высоких широтах 20%, а в северных средних широтах 10%, приводит к заметному изменению радиационного и термического режимов глобальной атмосферы и к росту наземного потока УФ-излучения Солнца.

Систематические научные наблюдения за озоновым слоем Антарктиды ведутся с 20-х годов XX века, но только во второй половине 70-х годов было обнаружено образование «стабильной» антарктической озоновой дыры и ее быстрое развитие (увеличение размеров и снижение средней концентрации озона внутри дыры) в 80-х и 90-х годах вызвало панические опасения, что точка невозврата масштабов разрушительного антропогенного воздействия на озоновый слой уже пройдена.





# РАЗРУШЕНИЕ ОЗОНОВОГО СЛОЯ



1 2 3

В 1974 году ученые опубликовали свои первые научные гипотезы о том, что химические вещества, которые мы произвели, могут повредить озоновый слой стратосферы. Озоновый слой защищает землю от чрезмерного ультрафиолетового излучения, которое может вызвать повреждение и мутации в клетках человека, растений и животных. Ученые выяснили, что хлорфторуглеродные газы (ХФУ), которые широко использовались и считаются безвредными, могут мигрировать в стратосферу, оставаться нетронутыми от десятилетий до столетий и, выделяя хлор, разрушать озоновый слой.

Открытие антарктической «озоновой дыры» британскими учеными из Антарктической службы Фарманом, Гардинером и Шанклином (впервые опубликовано в статье в журнале «Nature» в мае 1985 г. [5]) стало шоком для научного сообщества, поскольку наблюдаемое снижение полярного озона было намного больше, чем кто-либо ожидал. [6] В то же время стали доступны спутниковые измерения, показывающие массовое истощение озона вокруг южного полюса. Однако они изначально были отклонены как необоснованные алгоритмами контроля качества данных (они были отфильтрованы как ошибки, поскольку значения были неожиданно низкими); [7] озоновая дыра была обнаружена только в спутниковых данных, когда данные были обработаны после доказательства истощения озона в наблюдениях на месте. [8]

[5] *Farman J. C., Gardiner B. G., Shanklin J. D.* Large losses of total ozone in Antarctica reveal seasonal ClO x/NO x interaction //Nature. – 1985. – Т. 315. – №. 6016. – С. 207-210.

[6] *Zehr S. C.* Accounting for the ozone hole: scientific representations of an anomaly and prior incorrect claims in public settings //The Sociological Quarterly. – 1994. – Т. 35. – №. 4. – С. 603-619.

[7] *Вострикова М. А., Шкода В. В.* Озоновые дыры-глобальная проблема человечества //Ответственный редактор: Сукиасян АА, к. э. н., ст. преп. – 2014. – С. 11.

[8] *Grundmann R.* Transnational policy networks and the role of advocacy scientists: from ozone layer protection to climate change //Berlin Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change. – 2001.

**Озоновая дыра** — это локальное падение концентрации озона в озоновом слое Земли.

- ❖ Озоновая дыра диаметром свыше 1000 км впервые была обнаружена в 1985 году на Южном полушарии, над Антарктидой, группой британских учёных: Дж. Шанклином, Дж. Фарменом, Б. Гардинером
- ❖ Во второй половине XX века всё возрастающее воздействие антропогенного фактора в виде выделения хлор- и фторсодержащих фреонов привело к значительному утончению озонового слоя
- ❖ Ослабление озонового слоя усиливает поток ультрафиолетовой солнечной радиации, проникающей в океанские воды, что ведет к увеличению смертности среди морских животных и растений



## Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой

**Принят 16 сентября 1987 года**

- ❖ международный протокол к Венской конвенции об охране озонового слоя 1985 года
- ❖ вступил в силу 1 января 1989 года
- ❖ подписали 196 государств и ЕС.







# МОНРЕАЛЬСКИЙ ПРОТОКОЛ



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

**16 сентября 1987 года в Монреале (Канада) представители 46 стран подписали Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой.**

- ❖ предусматривал замораживание производства пяти наиболее применяемых ХФУ и трёх видов галонов на уровне 1986 года, а затем сокращение их производства на 20 % к 1993 году и на 50 % — к 1998 году.
- ❖ ограничивал экспорт и импорт ОРВ, а также предполагал помощь развивающимся странам по переводу промышленности на озонобезопасные вещества и технологии.

Группа	Химическое вещество	Озоноразрушающая способность*
Группа I	$\text{CFCl}_3$ (ХФУ-11)	1,0
	$\text{CF}_2\text{Cl}_2$ (ХФУ-12)	1,0
	$\text{C}_2\text{F}_3\text{Cl}_3$ (ХФУ-113)	0,8
	$\text{C}_2\text{F}_4\text{Cl}_2$ (ХФУ-114)	1,0
	$\text{C}_2\text{F}_5\text{Cl}$ (ХФУ-115)	0,6
Группа II	$\text{CF}_2\text{BrCl}$ (галон-1211)	3,0
	$\text{CF}_3\text{Br}$ (галон-1301)	10,0
	$\text{C}_2\text{F}_4\text{Br}_2$ (галон-2402)	(Еще не определена) <sup>1</sup>



## Поправки к Монреальскому протоколу

### Лондонская поправка к Монреальскому протоколу, 27–29 июня 1990 г.

- ❖ принята на II Совещании Сторон Протокола
- ❖ включила контроль над 10 другими полностью галоидированными ХФУ, четыреххлористым углеродом (ЧХУ) и метилхлороформом (МХФ).
- ❖ введен термин «переходные вещества»
- ❖ Сторонами Лондонской поправки к Монреальскому протоколу являются 197 стран.

### Пекинская поправка к Монреальскому протоколу, 29 ноября — 3 декабря 1999 г.

- ❖ принята на XI Совещании Сторон Монреальского протокола
- ❖ включила контроль над производством ГХФУ
- ❖ в перечень включен бромхлорметан
- ❖ Сторонами Пекинской поправки к Монреальскому протоколу являются 197 стран.



## Текущие обязательства РФ по Монреальскому протоколу

Вещество	Период	Сокращение относительно базового уровня, %	Ежегодное потребление регулируемых веществ, тонна ОРС
ГХФУ	01.01.2015-31.12.2019	90,0	399,69
	01.01.2020-31.12.2029	99,5	19,98
	С 01.01.2030	0	0

Тонна ОРС – тонна озоноразрушающей способности.

Базовый уровень ГХФУ – 3999,9 тонны ОРС.



# МОНРЕАЛЬСКИЙ ПРОТОКОЛ



## Ожидаемые обязательства РФ по Монреальскому протоколу

В случае ратификации Кигалийской поправки Россия будет обязана выводить ГФУ из обращения по следующему графику:

Вещество	Период	Сокращение относительно базового уровня, %	Ежегодное потребление регулируемых веществ, тонны ПГП
ГФУ	01.01.2020-31.12.2024	95	Не определено
	01.01.2025-31.12.2028	65	Не определено
	01.01.2029-31.12.2033	30	Не определено
	01.01.2034-31.12.2035	20	Не определено
	С 2036 года	15	Не определено

Тонна ПГП – тонна потенциала глобального потепления.

Базовый уровень ГФУ – равен среднему потреблению ГФУ в 2011–2013 годах плюс 25 % от базового уровня ГХФУ.



## Многосторонний фонд для осуществления Монреальского протокола

- ❖ организован в 1991 году для помощи развивающимся странам в выполнении обязательств по Монреальскому протоколу
- ❖ Реализацией проектов и мероприятий, финансируемых фондом, занимаются четыре организации: ЮНЕП, Всемирный банк, ПРООН и ЮНИДО
- ❖ Вывод контролируемых веществ из оборота в количестве более 465 786 тонн ОРП.
  - ❖ Бюджет на 2018–2020 годы составляет 540 млн долл.



# МОНРЕАЛЬСКИЙ ПРОТОКОЛ



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Монреальский протокол контролирует производство и потребление конкретных химических веществ, ни один из которых не встречается в природе: ХФУ, галоны, полностью галогенированные ХФУ (ГХФУ), бромистый метил и аналогичные химические вещества. Он устанавливает конкретные цели для сокращения и график для этого. Протокол первоначально требовал от сторон, помимо развивающихся стран, заморозить потребление и производство ХФУ на уровне 1986 года (базовый год), сократить их на 20 процентов, а затем еще на 30 процентов к 1999 году и заморозить потребление галонов на уровнях 1986 года. Формула целей и графиков была впоследствии использована в других международных соглашениях по контролю загрязнителей воздуха и в Киотском протоколе к Рамочной конвенции ООН об изменении климата.



# МОНРЕАЛЬСКИЙ ПРОТОКОЛ



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Поскольку озоноразрушающие вещества, регулируемые в соответствии с Протоколом, также являются мощными парниковыми газами, Протокол способствует смягчению последствий изменения климата. Однако запрет на ХФУ привел к некоторой замене ГХФУ на эти химические вещества; ГХФУ контролируются, но не запрещены в соответствии с Протоколом. Это в некоторой степени уменьшает влияние Протокола на изменение климата.

Чтобы сделать Протокол эффективным, страны запретили торговлю контролируемыми веществами со странами, не являющимися участниками Протокола. На втором этапе торговый запрет будет распространяться на продукты, содержащие контролируемое вещество, а на третьем этапе - на продукты, произведенные с этими веществами. Последний был снят с повестки дня. В ходе переговоров страны были обеспокоены тем, что эти положения могут нарушать Генеральное соглашение по тарифам и торговле (ГАТТ). Чтобы смягчить такие опасения, статья 4 (8) разрешает торговлю со странами, которые не являются сторонами, но соблюдают Протокол, хотя для этого требуется решение сторон о том, что неприсоединившаяся сторона соблюдает Протокол.



## Положительные эффекты Венской конвенции и Монреальского протокола

Позитивные результаты, достигнутые на сегодняшний день благодаря осуществлению Протокола, можно наблюдать по нескольким направлениям. С точки зрения сотрудничества Монреальский протокол может похвастаться большей степенью глобального участия, чем практически любой другой договор Организации Объединенных Наций. С точки зрения производительности, как обстоят дела сегодня, развитые страны прекратили производство и потребление более 99 процентов всех химических веществ, контролируемых Монреальским протоколом. При содействии Многостороннего фонда к концу 2005 года развивающиеся страны приняли проекты, утвержденные для поэтапного отказа от 231 000 тонн потребления и 156 000 тонн производства, и достигли сокращения на 72 процента от их исторического уровня потребления озоноразрушающих веществ.





# МОНРЕАЛЬСКИЙ ПРОТОКОЛ



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Венская конвенция  
МОНРЕАЛЬСКИЙ ПРОТОКОЛ

## МЕЖДУНАРОДНЫЙ ДЕНЬ ОХРАНЫ ОЗОНОВОГО СЛОЯ

16 СЕНТЯБРЯ  
2019 г

32 ГОДА УСПЕШНОЙ РАБОТЫ  
ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ  
ОЗОНОВОГО СЛОЯ

**ООН**   
окружающая среда

**Секретариат  
по озону**



## СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

**В.А. Грачев,**

Председатель Центрального совета ВООП, председатель Научного совета Президиума РАН по глобальным экологическим проблемам, научный руководитель Центра глобальной экологии факультета глобальных процессов МГУ имени М.В. Ломоносова, заведующий кафедрой ЮНЕСКО, Почетный член Парламентской Ассамблеи Совета Европы, президент Неправительственного экологического фонда имени В.И. Вернадского, президент Российской экологической академии

[vagrachev@gmail.com](mailto:vagrachev@gmail.com)