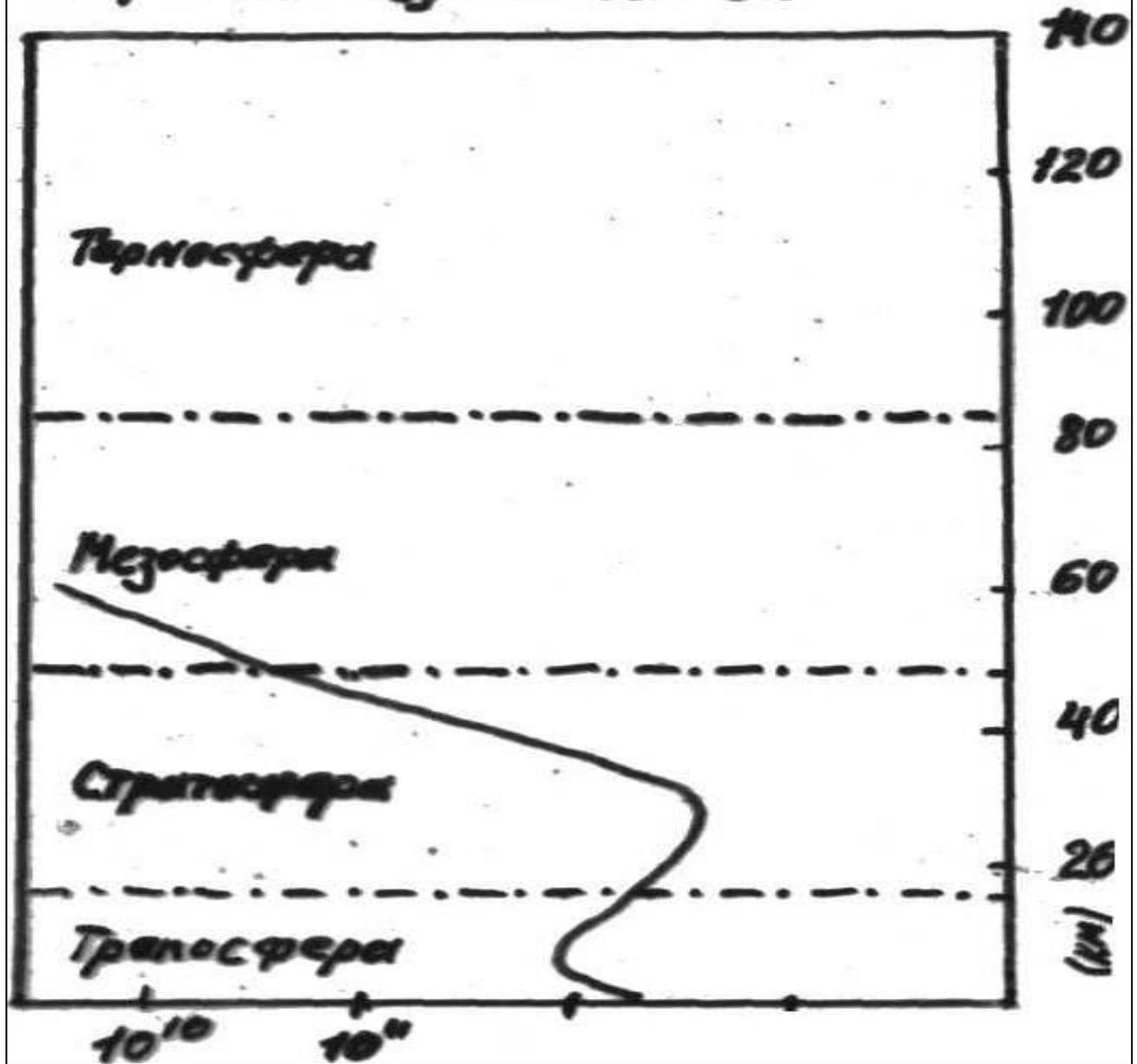


# Лекция 2

Озоновый слой  
(продолжение)

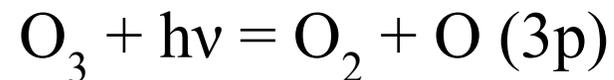
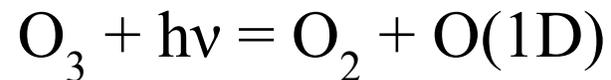
# Распределение озона с высотой

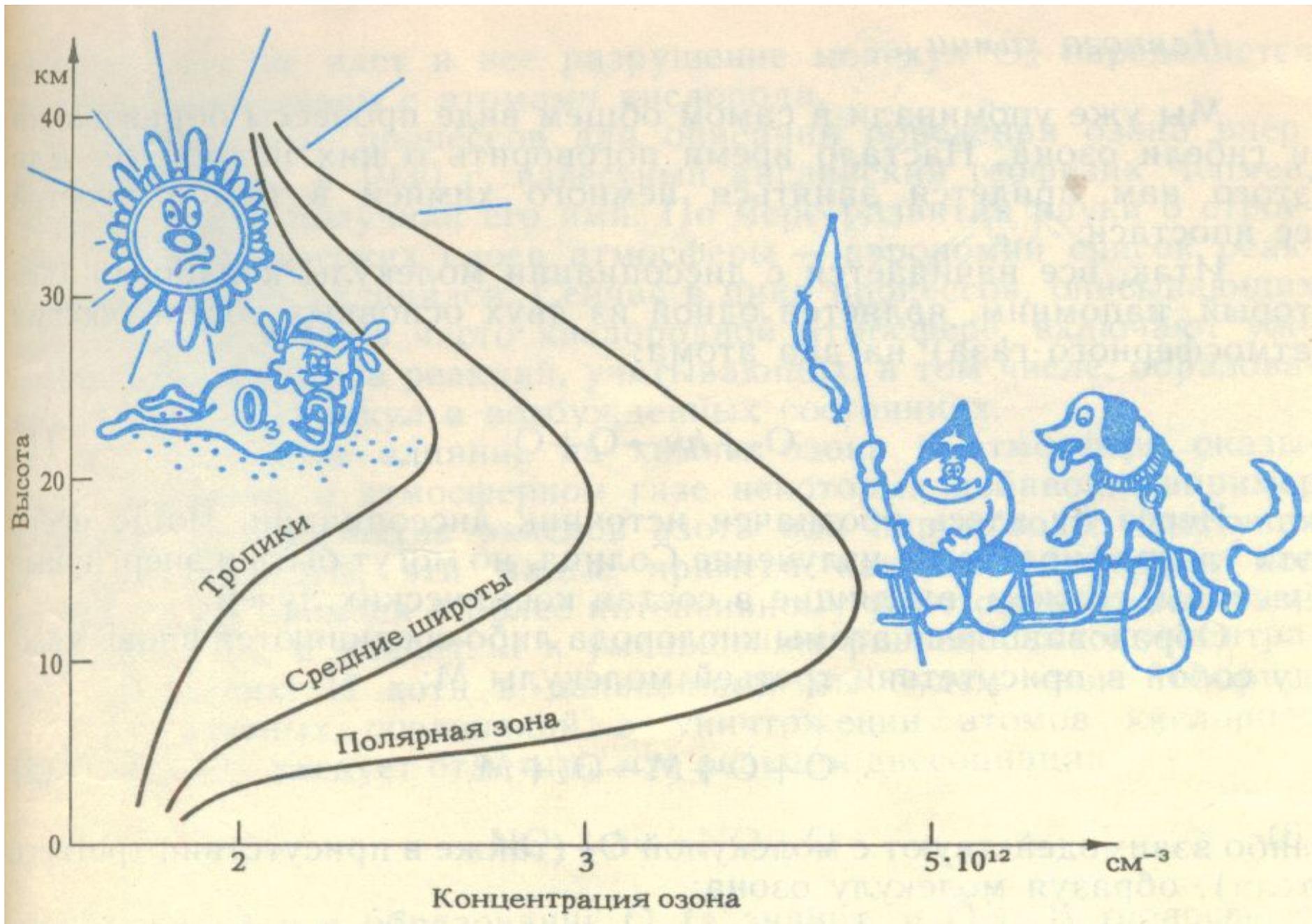


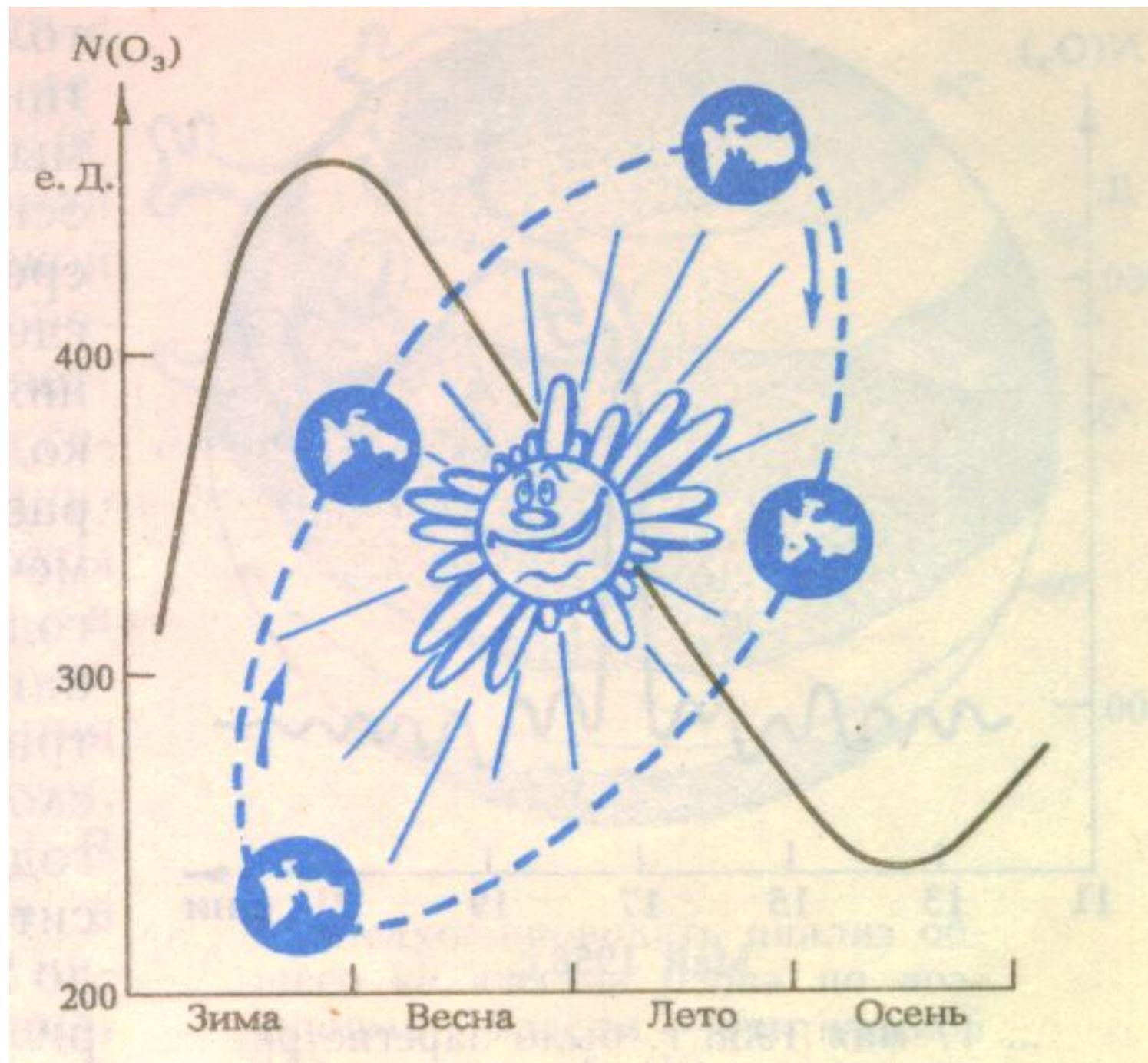
# Процессы образования и гибели озона в атмосфере

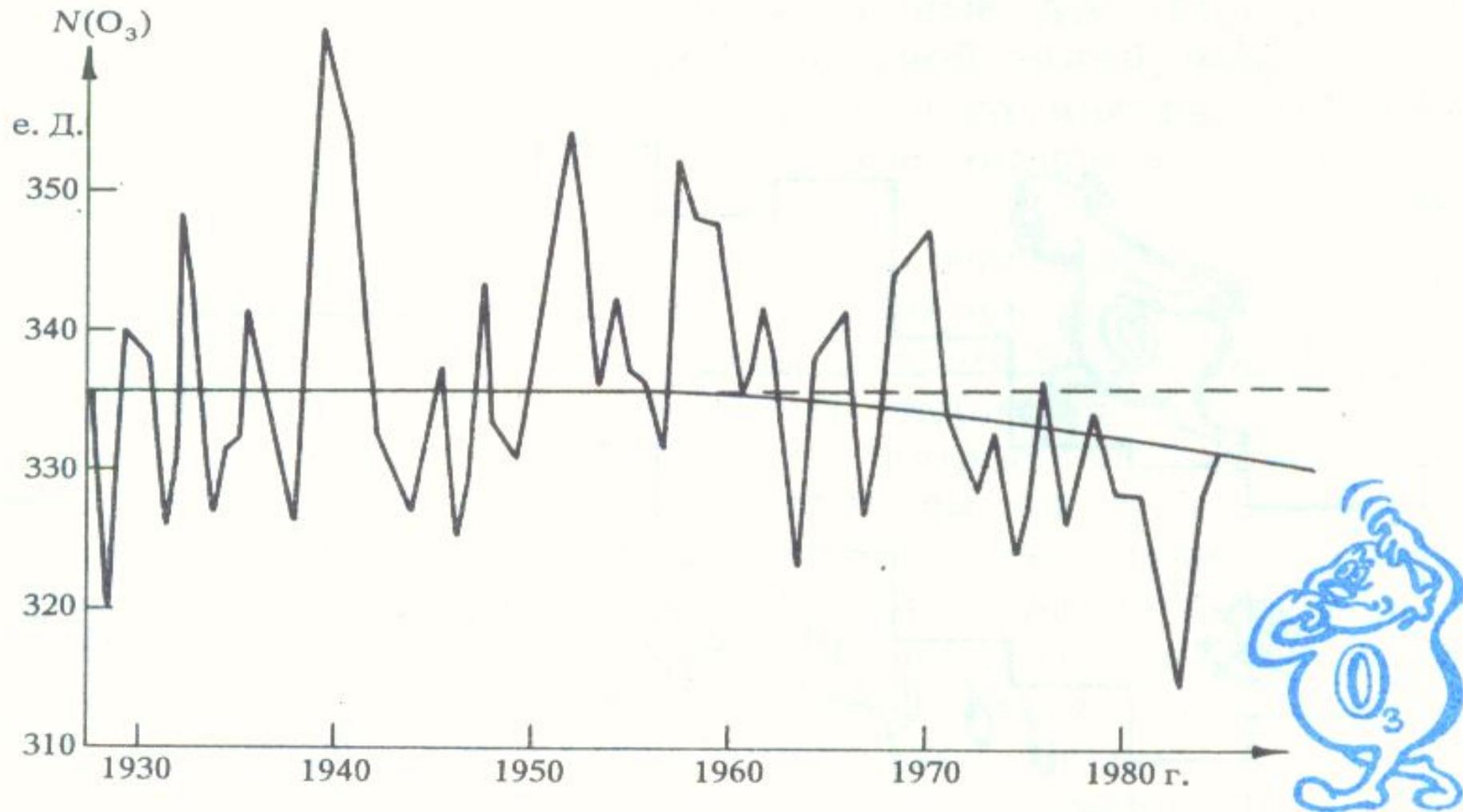


где  $\text{O}(1\text{D})$  – атом в возбужденном состоянии;  
 $\text{O}(3\text{P})$  – атом в основном состоянии.

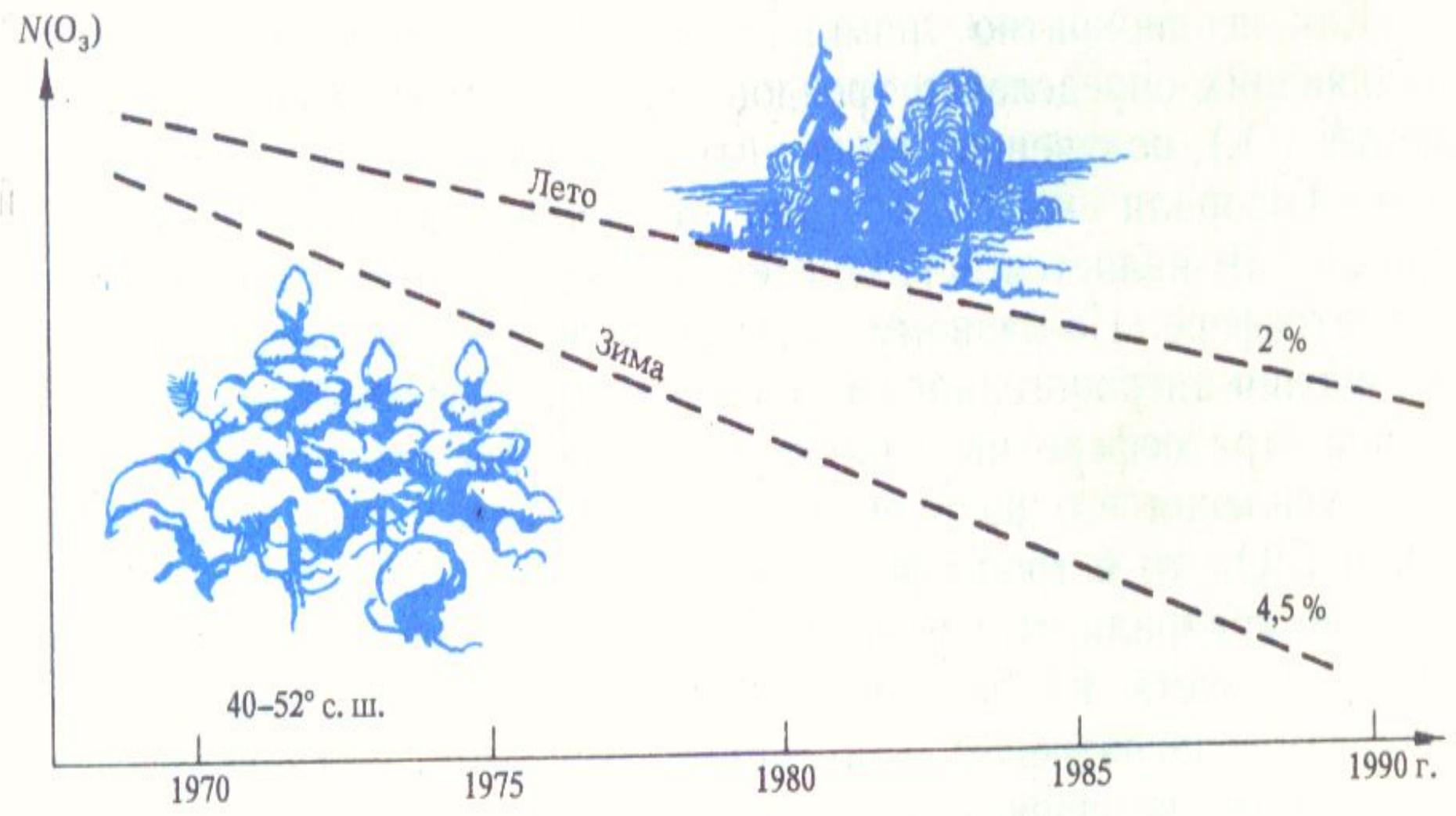






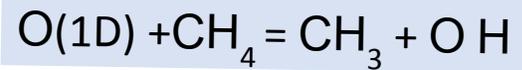
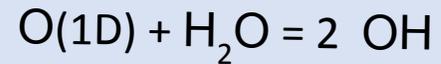
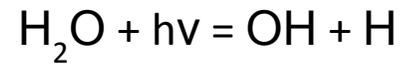


... поиск уменьшения общего количества озона на несколько процентов приходится вести на фоне как регулярных, так и нерегулярных вариаций  $N(O_3)$  на десятки процентов...



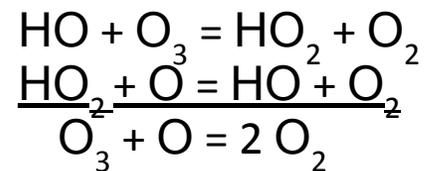
# Процессы образования и гибели озона в атмосфере

## Водородный цикл

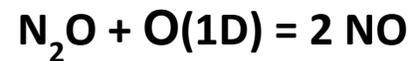
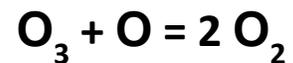
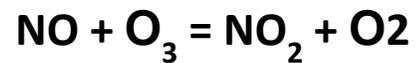


## Процессы образования и гибели озона в атмосфере

### Водородный цикл

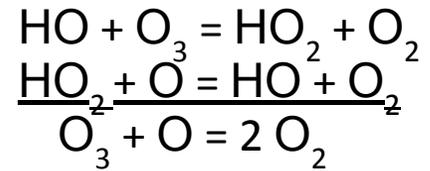


### Азотный цикл

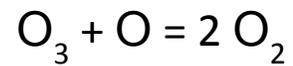
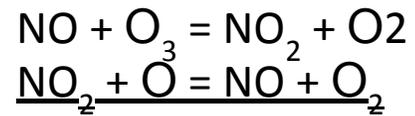


# Процессы образования и гибели озона в атмосфере

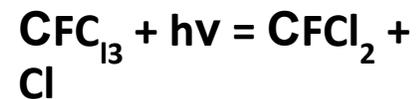
## Водородный цикл



## Азотный цикл

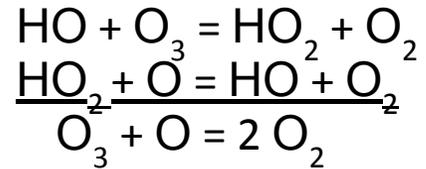


## Хлорный цикл

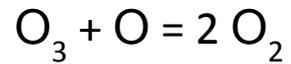
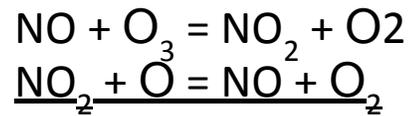


# Процессы образования и гибели озона в атмосфере

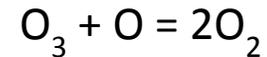
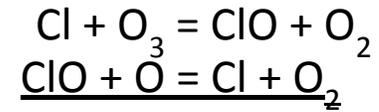
## Водородный цикл



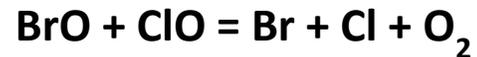
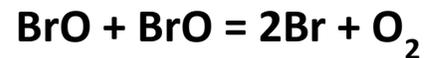
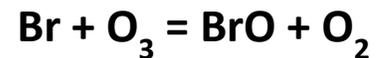
## Азотный цикл



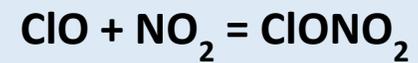
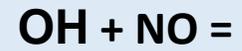
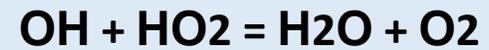
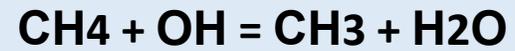
## Хлорный цикл



## Бромный цикл.

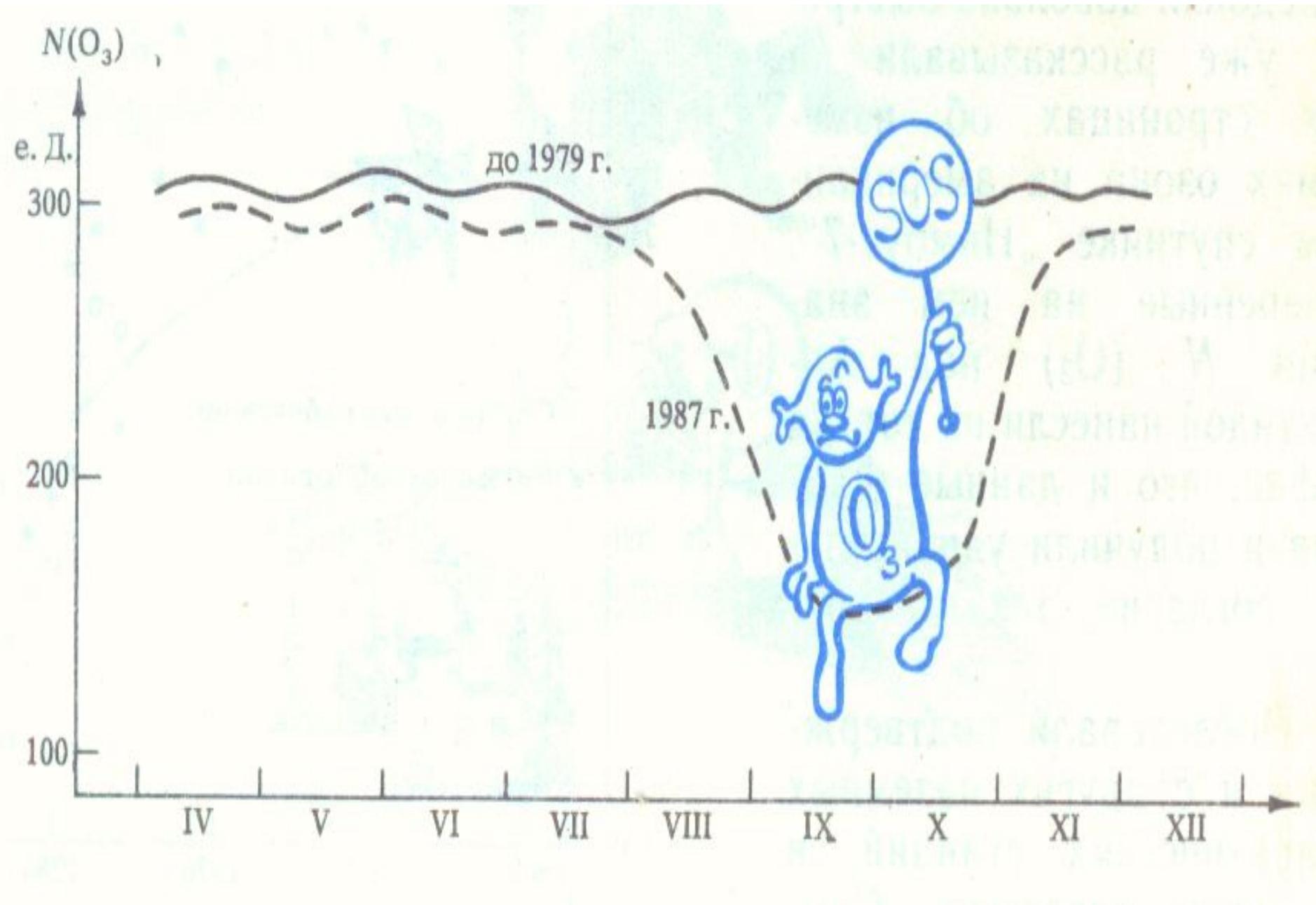


## Обрыв цепных реакций разрушения озона



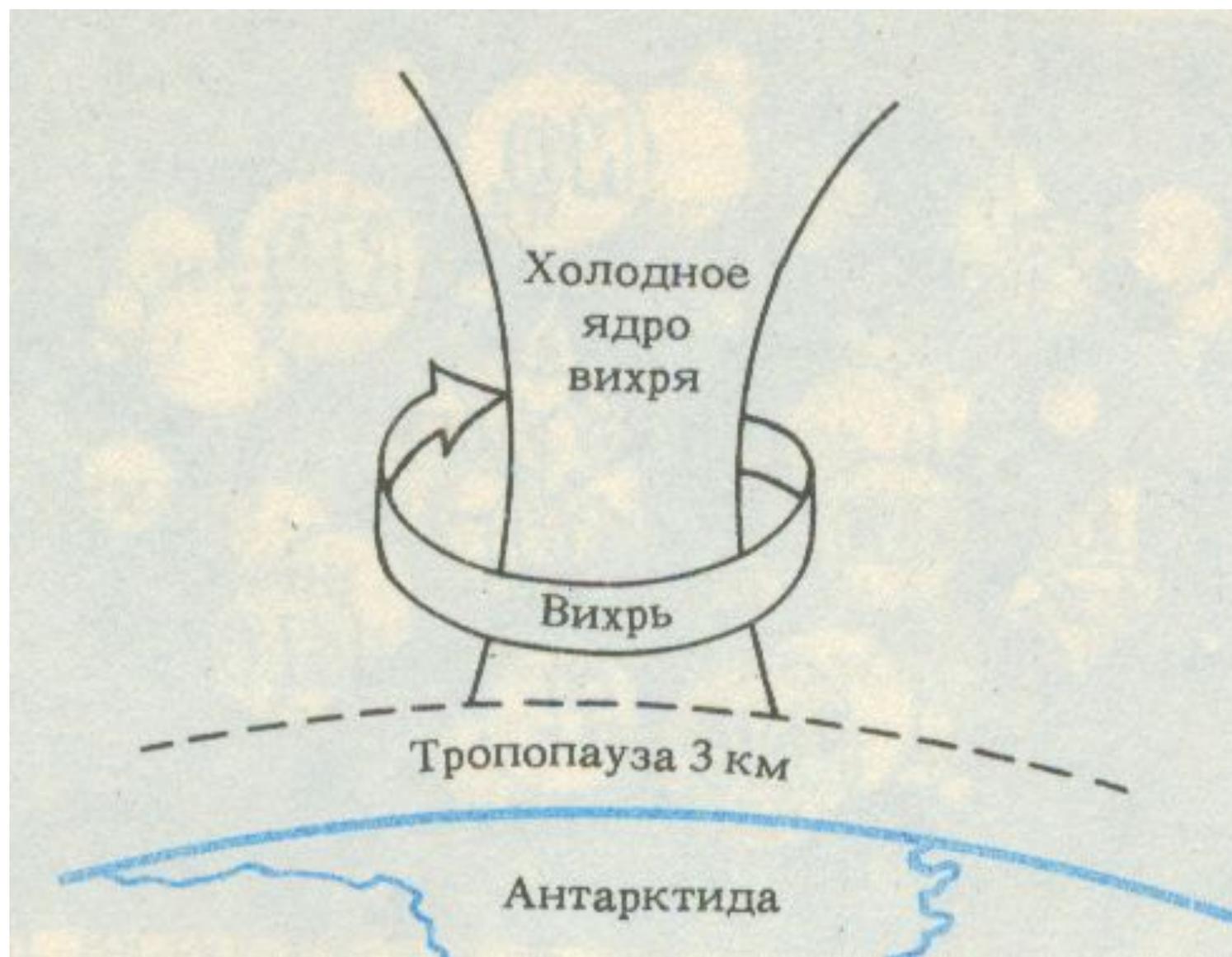
# Озо́новая дыра́

— локальное падение концентрации озона в озоновом слое Земли.



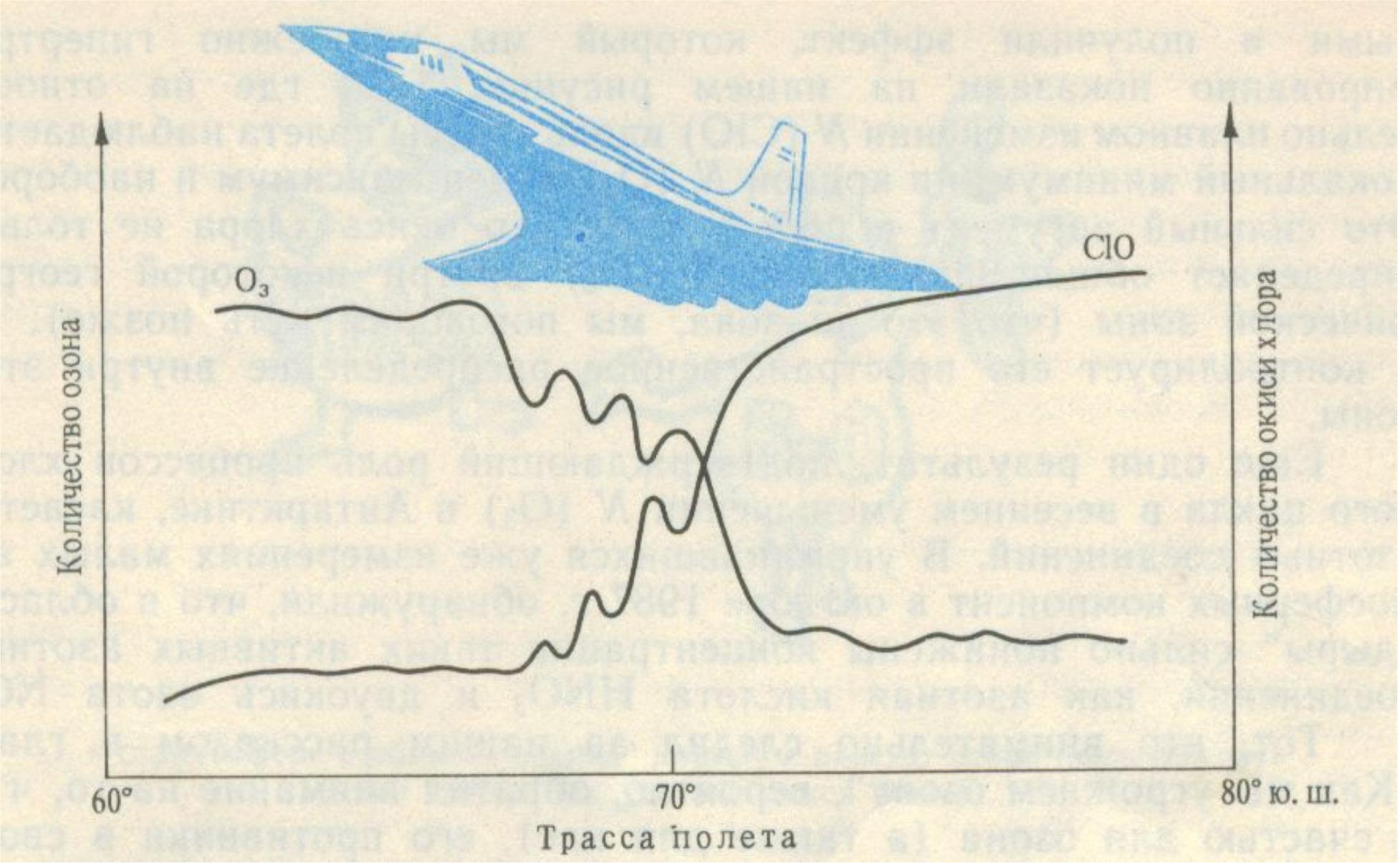
Озоновая дыра диаметром свыше 1000 км впервые была обнаружена в [1985 году](#), на [Южном полушарии](#), над [Антарктидой](#), группой британских учёных: [Дж. Шанклин](#) ([англ.](#)), [Дж. Фармен](#) ([англ.](#)), [Б. Гардинер](#) ([англ.](#)), опубликовавших соответствующую статью в журнале [Nature](#). Каждый август она появлялась, а в декабре — январе прекращала своё существование. Над [Северным полушарием](#) в Арктике образовывалась другая дыра, но меньших размеров. На данном этапе развития человечества, мировые учёные доказали, что на Земле существует громадное количество озоновых дыр. Но наиболее опасная и крупная расположена над Антарктидой.

Антарктическая озоновая дыра формируется ежегодно в весенний период, охватывает большую площадь ( $> 20$  млн. км<sup>2</sup>) и существует в течение нескольких месяцев. Арктические озоновые аномалии – крайне редкое явление, они имеют небольшую площадь ( $< 10$  млн. км<sup>2</sup>), непродолжительны по времени существования (1–3 недели), смещены относительно полюса и дрейфуют в течение своего времени жизни.

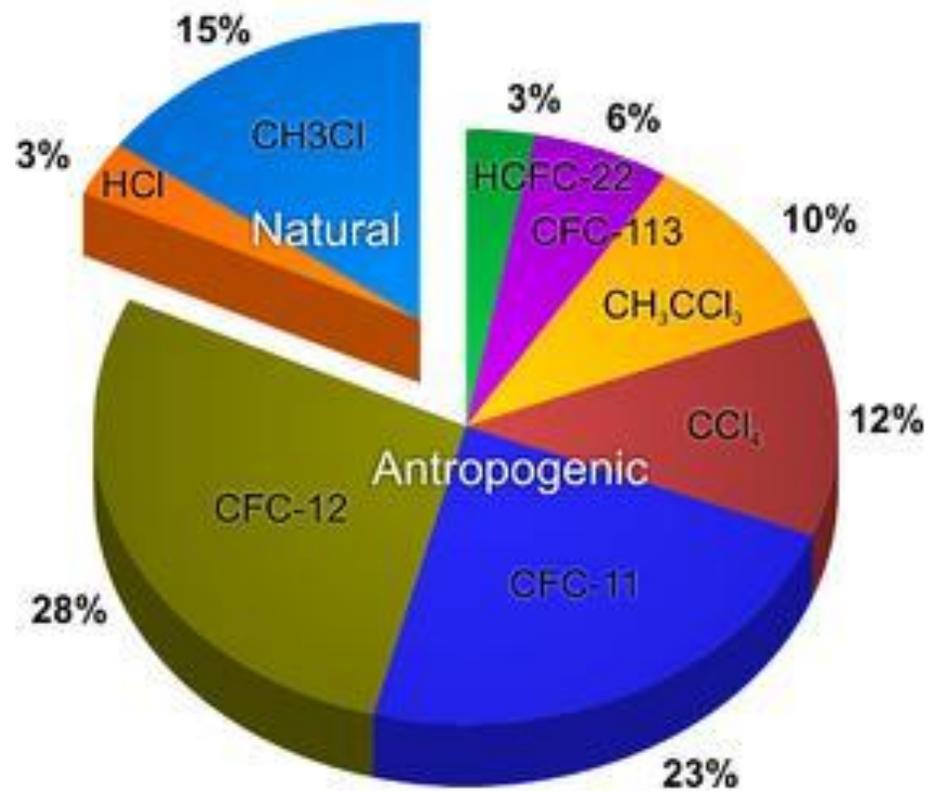


Океаническая поверхность, окружающая Антарктиду, существенно усиливает зимний градиент температур у полярного фронта, в отличие от материкового окружения в Арктике.

В результате образующийся южный циркумполярный вихрь значительно устойчивее северного: он превышает его более чем в 2,5 раза по скорости, в 1,7 раза по площади и в 1,5 раза по времени существования.



### Sources of stratospheric chlorine



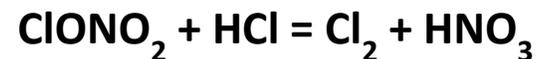
## “Озонная дыра” над Антарктидой

Теоретически процесс был описан в начале 70 годов 20 века,  
экспериментальные доказательства механизма образования “озоновой дыры” над Антарктидой получены в 80 годах.

В 1993 г. ученые Ш. Роуланд (США), М. Молина (США), П. Крутцен (ФРГ), занимавшиеся этой проблемой, удостоены Нобелевской премии по химии.



или



**Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой** ([англ. \*The Montreal Protocol on Substances That Deplete the Ozone Layer\*](#)) — международный протокол к [Венской конвенции об охране озонового слоя](#) 1985 года, разработанный с целью защиты [озонового слоя](#) с помощью снятия с производства некоторых химических веществ, которые разрушают озоновый слой. Протокол был подготовлен к подписанию [16 сентября 1987 года](#) и вступил в силу [1 января 1989 года](#). После этого последовала первая встреча в [Хельсинки](#) в мае 1989 года. С тех пор протокол подвергался пересмотру семь раз: в 1990 ([Лондон](#)), 1991 ([Найроби](#)), 1992 ([Копенгаген](#)), 1993 ([Бангкок](#)), 1995 ([Вена](#)), 1997 ([Монреаль](#)) и 1999 ([Пекин](#)). Если страны, подписавшие протокол, будут его придерживаться и в будущем, то можно надеяться, что озоновый слой восстановится к [2050 году](#). [Генеральный секретарь ООН](#) (1997—2006)

По состоянию на декабрь [2009 года](#) 196 государств-членов ООН ратифицировали первоначальную версию Монреальского протокола.

- [Кофи Аннан](#) сказал, что «возможно, единственным очень успешным международным соглашением можно считать Монреальский протокол».

Монреальский протокол предусматривает для каждой группы галогенированных углеводородов определённый срок, в течение которого она должна быть снята с производства и исключена из использования.

В ООН 16 сентября отмечается Международный день охраны озонового слоя. Он был установлен в 1994 году в память о подписании Монреальского протокола по веществам, разрушающим озоновый слой.

# Влияние вулканов на озоновый слой

В Антарктиде находится постояннодействующий вулкан Эребус ( $77,5^{\circ}$  ю.ш.,  $167,2^{\circ}$  в.д.; высота – 3794 м.), входящий в список самых активных вулканов на Земле.

В его главном кратере находится лавовое озеро, не застывающее из-за непрерывных конвективных процессов подъема и перемешивания магмы, которая циркулирует от камеры, расположенной глубоко в вулкане.

Рядом с лавовым озером, в главном кратере находится жерло активной дегазации (пепловое жерло), из которого периодически выбрасывается столб вулканических газов.

Эребус – один из немногих вулканов, представляющий собой систему открытого жерла, объясняющую устойчивость и разнообразие активности вулкана: частую смену между пассивной и активной дегазацией и взрывными извержениями.

Весной над Антарктидой одновременно с сильным понижением стратосферного озона наблюдается рост концентрации монооксида хлора ClO.

По максимальным значениям концентрации ClO в стратосфере над станцией McMurdo в сентябре 1992 г. с учетом площади озоновой дыры рассчитана масса хлороводорода HCl, необходимого для ее образования. Масса HCl составила 9,3 кт.

Наиболее вероятным источником такого количества HCl в Антарктиде является вулкан Эребус.



Последняя крупная катастрофа, причины которой подготовлены Монреальским и Киотским протоколами, — пожар 24-этажного жилого дома Grenfell Tower постройки 1970-х годов в Лондоне, случившийся 14 июня 2017 года. В результате трагедии погибло не менее 100 человек

Подробности: <https://regnum.ru/news/polit/2302128.html>

Любое использование материалов допускается только при наличии гиперссылки на [ИА REGNUM](#)

Лондонская пожарная служба неоднократно сообщала, что 90% пожаров с летальным исходом связано именно с взрывами холодильников и вдыханием черного токсичного дыма, образующегося при горении теплоизоляционных материалов холодильников. Таких пожаров в Лондоне происходит приблизительно 300 в год, то есть практически почти каждый день происходит пожар из-за возгорания холодильника. Горят в основном холодильники с пластиковыми корпусами. На фото ниже показан опыт, проведенный в феврале 2017 года, в котором сравнивались последствия возгорания компрессора в холодильниках Hotpoint с пластиковым корпусом и корпусом из нержавеющей стали ([здесь](#) смотрите полностью видео опыта, в котором продемонстрировано, что загоревшийся холодильник с пластмассовым корпусом уже через минуту вызовет пожар помещения).

Подробности: <https://regnum.ru/news/polit/2302128.html>

Любое использование материалов допускается только при наличии гиперссылки на [ИА REGNUM](#).

Монреальский протокол (МП), подписанный всеми государствами мира, регулирует производство, использование и оборот более 100 химических веществ, подозреваемых в разрушении озонового слоя. Большая часть из них изъята из использования. Таким образом, совершен технологический переворот в мировой химической промышленности, отбросивший многие ее отрасли на годы назад.

Подробности: <https://regnum.ru/news/polit/2302128.html>

Любое использование материалов допускается только при наличии гиперссылки на [ИА REGNUM](#).

Существенное сокращение антарктической стратосферной озоновой дыры в 2010 году и в течение ряда предыдущих лет — результат чрезвычайного метеорологического явления, иногда свойственного полярной зиме.

Учёные называют это внезапным стратосферным потеплением ([sudden stratospheric warming](#), SSW).