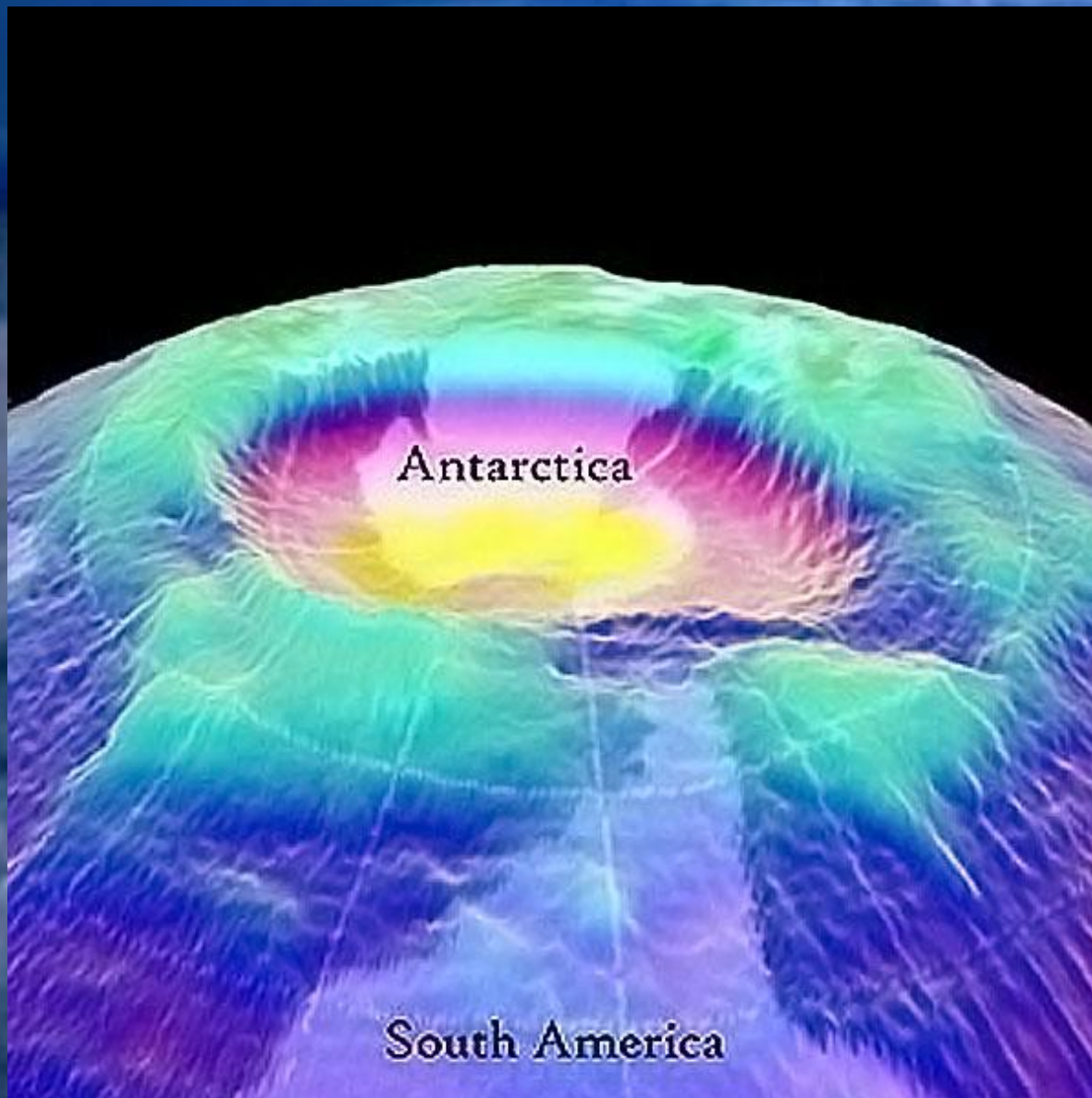



# Озоновый слой





Современный мир отличается необычайной сложностью и противоречивостью событий, он пронизан противоборствующими тенденциями, полон сложнейших альтернатив, тревог и надежд. Конец XX века характеризуется мощным рывком научно-технического прогресса, ростом социальных противоречий, резким демографическим взрывом, ухудшением состояния окружающей человека природной среды.

XX век принес человечеству немало благ, связанных с бурным развитием научно-технического прогресса, и в то же время поставил жизнь на Земле на грань экологической катастрофы. Рост населения, интенсификация добычи и выбросов, загрязняющих Землю, приводят к коренным изменениям в природе и отражаются на самом существовании человека. Часть из таких изменений чрезвычайно сильна и настолько широко распространена, что возникают глобальные экологические проблемы. Имеются серьезные проблемы загрязнения (атмосферы, вод, почв), кислотных дождей, радиационного поражения территории, а также утраты отдельных видов растений и живых организмов, оскудения биоресурсов, обезлесения и опустынивания территорий.

# Из истории

С начала 20 века ученые наблюдают за состоянием озонового слоя атмосферы.

Сейчас уже все понимают, что стратосферный озон является своего рода естественным фильтром, препятствующим проникновению в нижние слои атмосферы жесткого космического излучения - ультрафиолета-В.

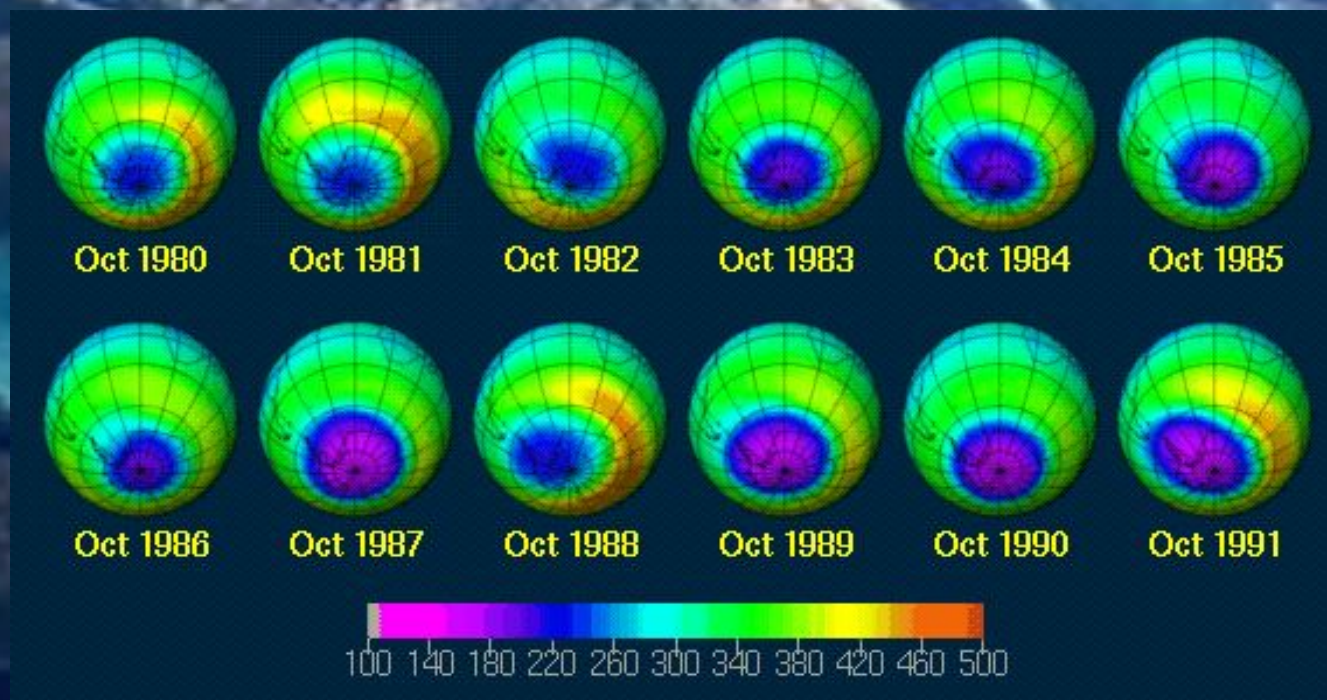
16 сентября 1987 г. был принят Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой. Впоследствии по инициативе ООН этот день стал отмечаться как День защиты озонового слоя.

С конца 70-х годов ученые стали отмечать неуклонное истощение озонового слоя.

По мнению врачей, каждый потерянный процент озона в масштабах планеты вызывает до 150 тысяч дополнительных случаев слепоты из-за катаракты, на 2,6 процента увеличивается количество раковых заболеваний кожи, значительно возрастает число болезней, вызванных ослаблением иммунной системы человека.

Наибольшему риску подвержены жители северного полушария со светлой кожей. Но страдают не только люди. УФ-В излучение, к примеру, крайне вредно для планктона, мальков, креветок, крабов, водорослей, обитающих на поверхности океана.

Озоновая проблема, первоначально поднятая учеными, вскоре стала предметом политики.



# Местоположение и функции ОЗОНОВОГО СЛОЯ

Озон образуется в верхних слоях атмосферы из атомарного кислорода в результате химической реакции под влиянием солнечной радиации, вызывающей диссоциацию молекул кислорода.

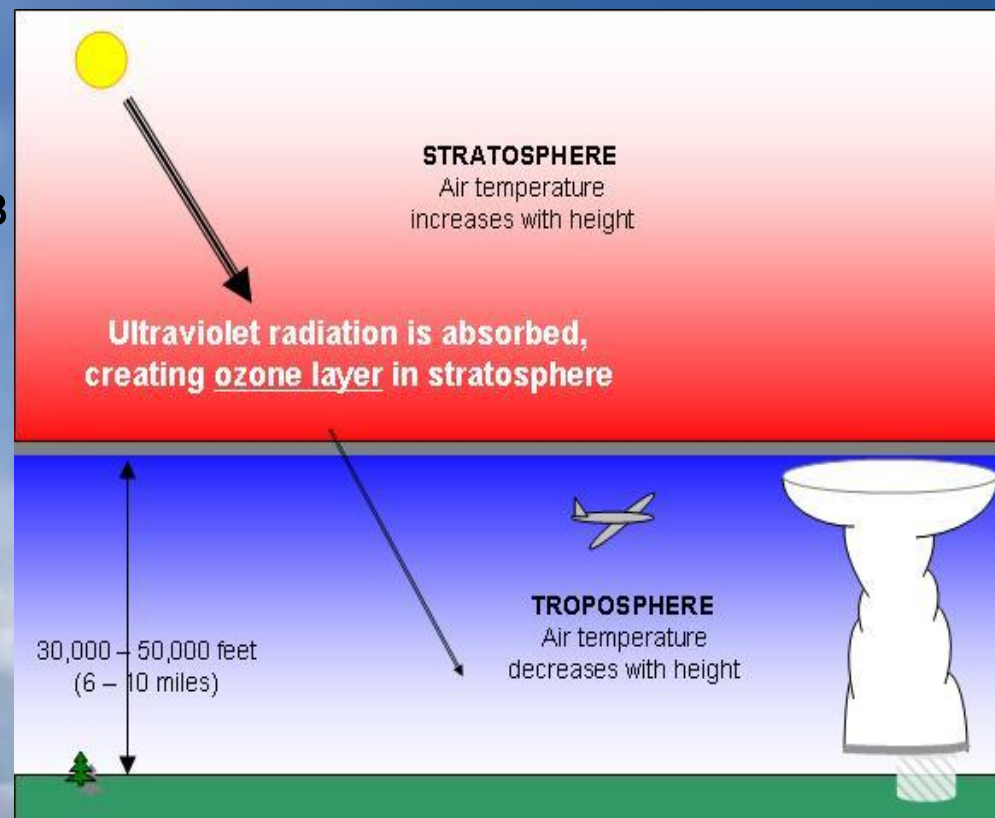
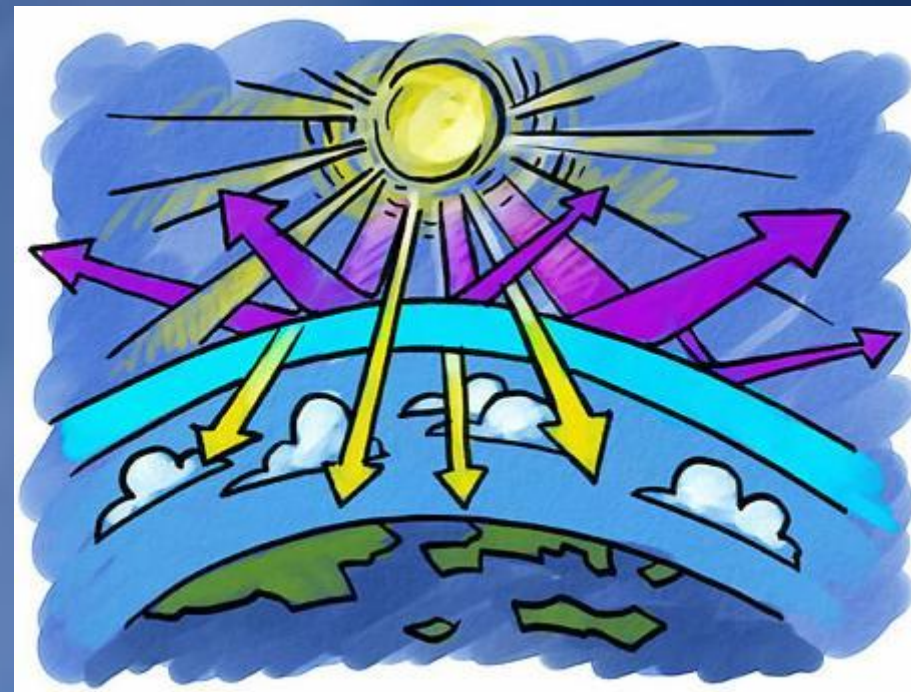
Озоновый «экран» расположен в стратосфере, на высотах от 7-8 км. на полюсах, 17-18 километров на экваторе и примерно до 50 километров над земной поверхностью. Гуще всего озон в слое 22 – 24 километров над Землей.

Слой озона удивительно тонок. Если бы этот газ сосредоточить у поверхности Земли, то он образовал бы пленку лишь в 2-4 мм толщиной (минимум – в районе экватора, максимум – у полюсов). Однако и эта пленка надежно защищает нас, почти полностью поглощая опасные ультрафиолетовые лучи. Без нее жизнь сохранилась бы лишь в глубинах вод (глубже 10 м) и в тех слоях почвы, куда не проникает солнечная радиация.

Озон поглощает некоторую часть инфракрасного излучения Земли. Благодаря этому он задерживает около 20% излучения Земли, повышая тепляющее действие атмосферы.

Озон – активный газ и может неблагоприятно действовать на человека. Обычно его концентрация в нижней атмосфере незначительна и он не оказывает вредного влияния на человека. Большие количества озона образуются в крупных городах с интенсивным движением автотранспорта в результате фотохимических превращений выхлопных газов автомашин.

Озон, также, регулирует жесткость космического излучения. Если этот газ хотя бы частично уничтожается, то, естественно жесткость излучения резко возрастает, а, следовательно, происходят реальные изменения растительного и животного мира.



# Причины ослабления озонового щита

Озоновый слой защищает жизнь на Земле от вредного ультрафиолетового излучения Солнца. Обнаружено, что в течение многих лет озоновый слой претерпевает небольшое, но постоянное ослабление над некоторыми районами Земного шара, включая густо населенные районы в средних широтах Северного полушария. Над Антарктикой обнаружена обширная "озоновая дыра".

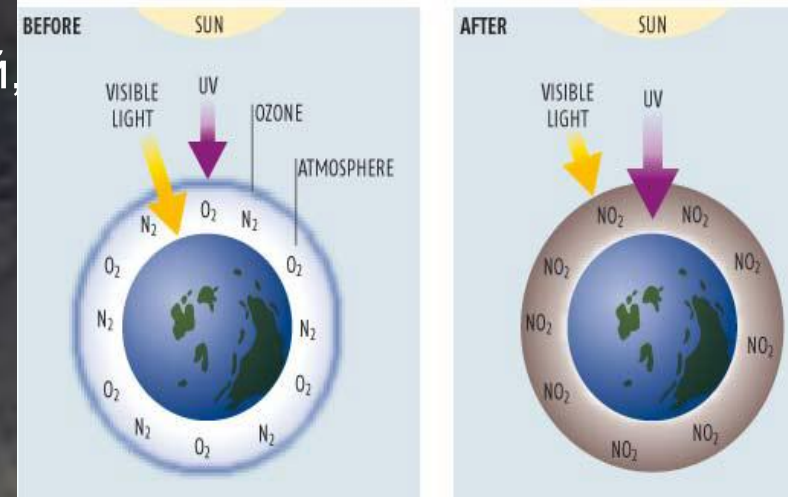
Разрушение озона происходит из-за воздействия ультрафиолетовой радиации, космических лучей, некоторых газов: соединений азота, хлора и брома, фторхлоруглеродов (фреонов). Деятельность человека, приводящая к разрушению озонового слоя, вызывает наибольшую тревогу. Поэтому многие страны подписали международное соглашение, предусматривающее сокращение производства озоно-разрушающих веществ.

Однако озоновый слой разрушает также реактивная авиация и некоторые пуски космических ракет.

## DOOMSDAY SCENARIO

### Is this what caused the Ordovician extinction?

A nearby gamma-ray burst splits nitrogen and oxygen molecules in the atmosphere, forming nitrogen dioxide.  $\text{NO}_2$  is a toxic brown gas, and it blocks out visible light from the sun. It also destroys the ozone layer, letting through dangerous levels of ultraviolet light. Life on land and in shallow water is devastated, while deep-sea creatures are relatively unharmed.



## Предполагается множество причин ослабления озонового щита.

Во-первых, это запуски космических ракет.

Во-вторых, самолеты.

В-третьих, окислы азота.

В – четвертых, это хлор и его соединения с кислородом.

**Фреоны** – это не вступающие у поверхности Земли ни в какие химические реакции газы, кипящие при комнатной температуре, а потому резко увеличивающие свой объем, что делает их хорошими распылителями. Поскольку при их расширении снижается их температура, фреоны широко используют в холодильной промышленности.



# Изучение проблемы озонового слоя

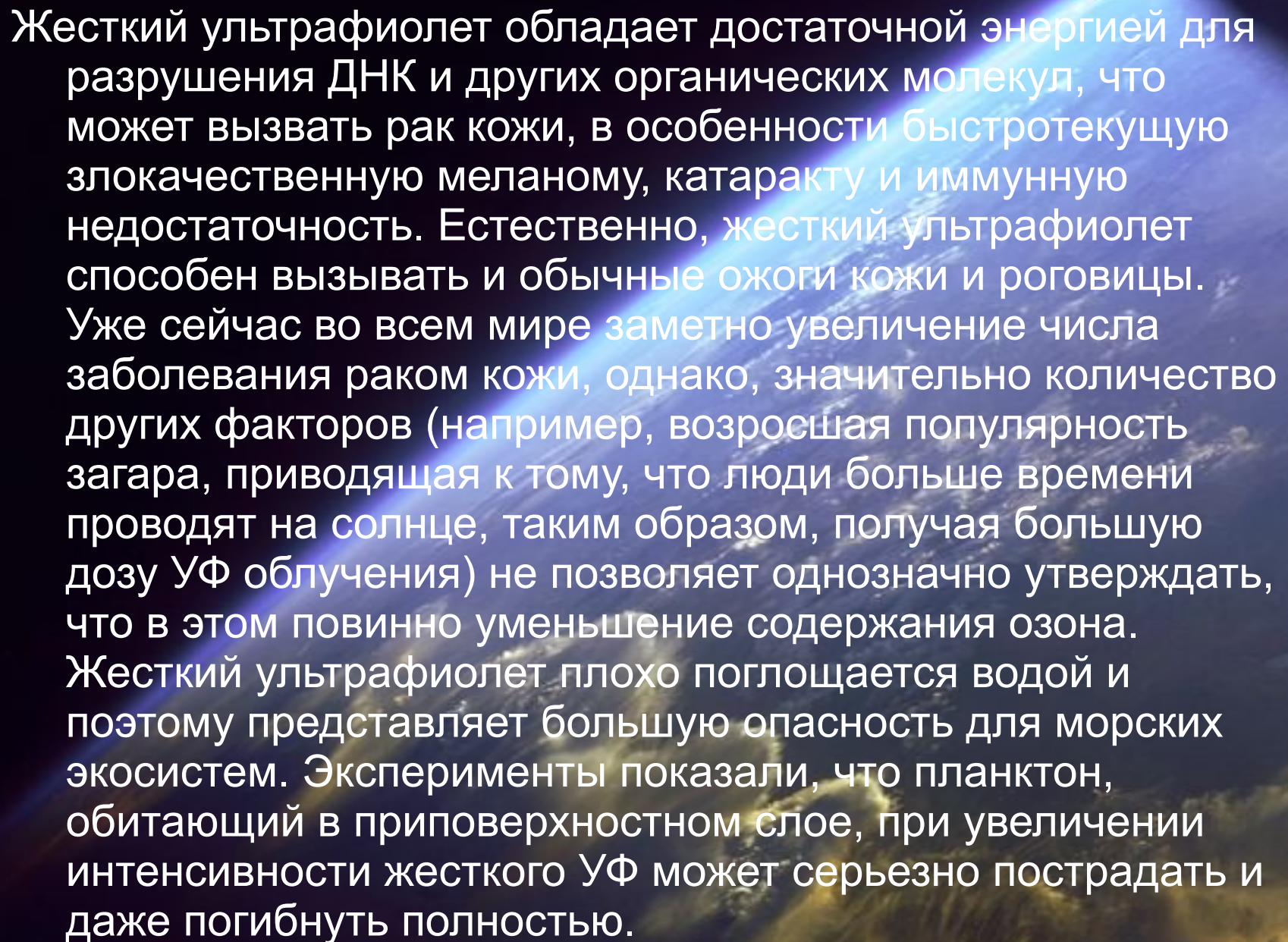
В изучении проблемы озонового слоя наука оказалась удивительно недалёковидной. Ещё с 1975 г. содержание стратосферного озона над Антарктидой в весенние месяцы стало заметно падать. В середине 1980-х годов его концентрация снизилась уже на 40%. Вполне можно было говорить об образовании озоновой дыры. Ее размеры достигли примерно площади США. Тогда же появились еще слабовыраженные - со снижением концентрации озона на 1,5-2,5% - дыры вблизи Северного полюса и южнее. Край одной из них зависал даже над Санкт-Петербургом. Однако еще в первой половине 1980-х некоторые ученые продолжали рисовать радужную перспективу, предвещая убыль стратосферного озона лишь на 1-2% и то чуть ли не через 70-100 лет.

Современное ослабление озонового щита планеты выражается в образовании, по меньшей мере, двух гигантских сезонных озоновых дыр. Они разверзаются не только над полюсами и в высоких широтах, но часто достигают и средних. Нет ничего удивительного в том, что в 1990-е годы природная защита от жесткого ультрафиолетового излучения оказалась существенно ослабленной почти над всей территорией бывшего СССР. Так, в 1995 г. со второй половины января над районами Сибири начала развиваться озоновая аномалия, которая в феврале-марте захватила территорию от Крыма до Камчатки. Для многих сибирских и якутских метеорологических станций в этот период зарегистрированы рекордно низкие среднемесячные значения. В отдельные дни над этими районами понижение концентрации озона достигало 40%. Согласно некоторым источникам в марте 1995 г. озоновый слой в Арктике был истощен на 50%. Даже если причины возникновения озоновых дыр в Северном полушарии другие, нежели в Антарктиде, то вряд ли от этого легче тем, кто страдает от связанных с ними последствий. Известно, что от избыточной ультрафиолетовой радиации (УФР) растет число людей, болеющих раком кожи, меланомой, катарактой и просто испытывающих ослабление иммунной системы. Избыток УФР негативно влияет на океанические экосистемы.

# Разрушение озонового слоя Земли хлорфторуглеводородами

В среднем по Земле с 1979 по 1990 г. содержание озона упало на 5%. Это открытие обеспокоило как ученых, так и широкую общественность, поскольку из него следовало, что слой озона, окружающий нашу планету, находится в большей опасности, чем считалось ранее. Утончение этого слоя может привести к серьезным последствиям для человечества. Содержание озона в атмосфере менее 0.0001%, однако, именно озон полностью поглощает жесткое ультрафиолетовое излучение солнца с длиной волны  $\lambda < 280$  нм.



A dramatic sky with a bright blue light streak and golden clouds. The text is overlaid on this background.

Жесткий ультрафиолет обладает достаточной энергией для разрушения ДНК и других органических молекул, что может вызвать рак кожи, в особенности быстротекущую злокачественную меланому, катаракту и иммунную недостаточность. Естественно, жесткий ультрафиолет способен вызывать и обычные ожоги кожи и роговицы. Уже сейчас во всем мире заметно увеличение числа заболеваний раком кожи, однако, значительно количество других факторов (например, возросшая популярность загара, приводящая к тому, что люди больше времени проводят на солнце, таким образом, получая большую дозу УФ облучения) не позволяет однозначно утверждать, что в этом повинно уменьшение содержания озона. Жесткий ультрафиолет плохо поглощается водой и поэтому представляет большую опасность для морских экосистем. Эксперименты показали, что планктон, обитающий в приповерхностном слое, при увеличении интенсивности жесткого УФ может серьезно пострадать и даже погибнуть полностью.

# Что было сделано в области защиты озонового слоя

Под давлением этих аргументов многие страны начали принимать меры направленные на сокращение производства и использования ХФУ.

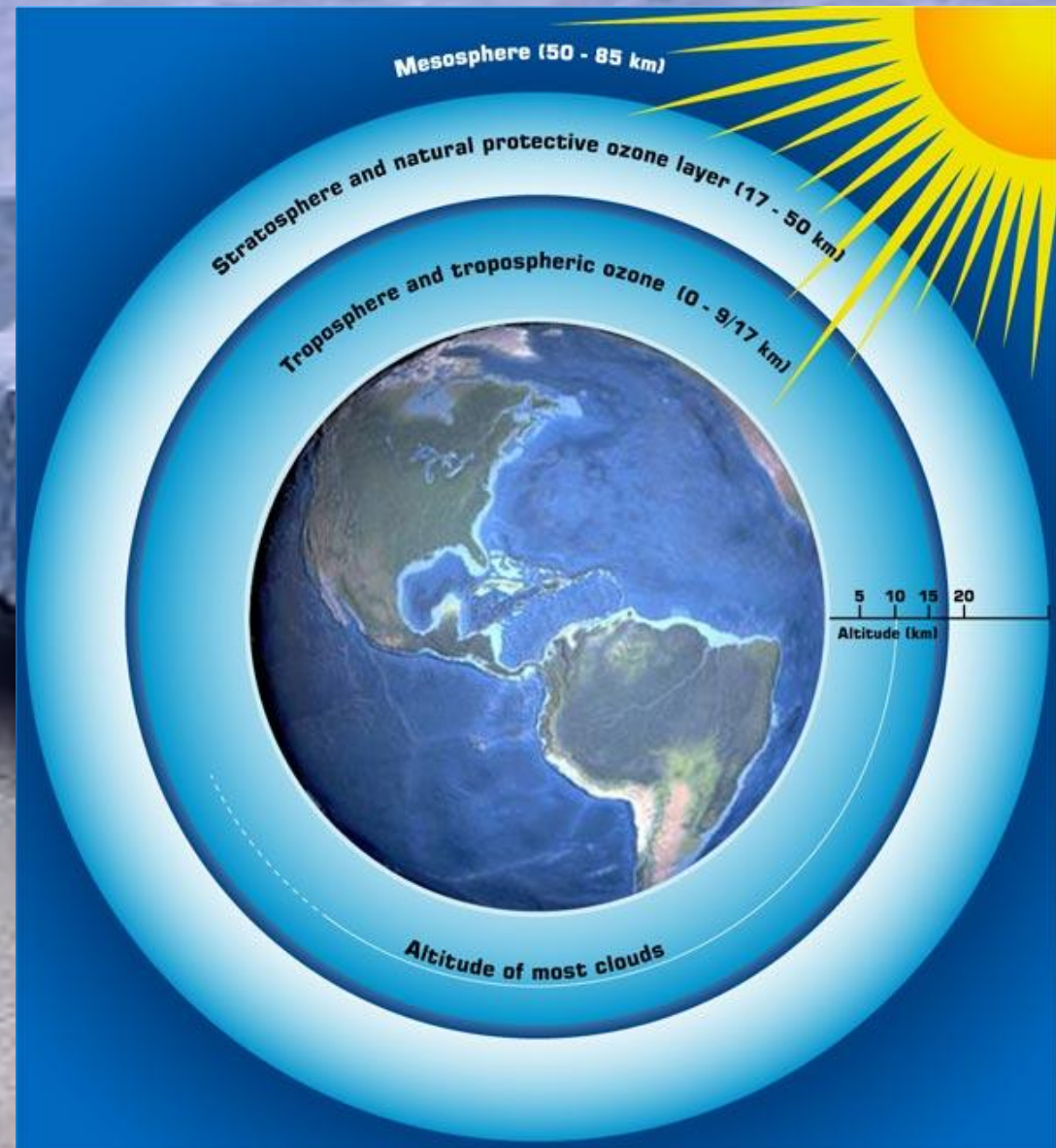
Под давлением этих аргументов многие страны начали принимать меры, направленные на сокращение производства и использования ХФУ. С 1978 г. в США было запрещено использование ХФУ в аэрозолях. Для использования в качестве пропеллента в аэрозолях уже найден неплохой заменитель ХФУ - пропан-бутановая смесь. По физическим параметрам она практически не уступает фреонам, но, в отличие от них, огнеопасна. Тем не менее, такие аэрозоли уже производятся во многих странах, в том числе и в России. Сложнее обстоит дело с холодильными установками - вторым по величине потребителем фреонов. Дело в том, что из-за полярности молекулы ХФУ имеют высокую теплоту испарения, что очень важно для рабочего тела в холодильниках и кондиционерах.

Лучшим известным на сегодня заменителем фреонов является аммиак, но он токсичен и все же уступает ХФУ по физическим параметрам. Неплохие результаты получены для полностью фторированных углеводородов. Во многих странах ведутся разработки новых заменителей и уже достигнуты неплохие практические результаты, но полностью эта проблема еще не решена. Использование фреонов продолжается и пока далеко даже до стабилизации уровня ХФУ в атмосфере. Так, по данным сети Глобального мониторинга изменений климата, в фоновых условиях - на берегах Тихого и Атлантического океанов и на островах, вдали от промышленных и густонаселенных районов — концентрация фреонов -11 и -12 в настоящее время растет со скоростью 5-9% в год.

Содержание в стратосфере фотохимически активных соединений хлора в настоящее время в 2-3 раза выше по сравнению с уровнем 50-х годов, до начала быстрого производства фреонов.

# Факты


Вместе с тем, ранние прогнозы, предсказывающие, например, что при сохранении современного уровня выброса ХФУ, к середине XXI в. содержание озона в стратосфере может упасть вдвое, возможно были слишком пессимистичны. Во-первых, дыра над Антарктидой во многом является следствием метеорологических процессов. Образование озона возможно только при наличии ультрафиолета и во время полярной ночи не идет. Зимой над Антарктикой образуется устойчивый вихрь, препятствующий притоку богатого озоном воздуха со средних широта. Поэтому к весне даже небольшое количество активного хлора способно нанести серьезный ущерб озоному слою. Такой вихрь практически отсутствует над Арктикой, поэтому в северном полушарии падение концентрации озона значительно меньше.




Многие исследователи считают, что на процесс разрушения озона оказывают влияние полярные стратосферные облака. Эти высотные облака, которые гораздо чаще наблюдаются над Антарктикой, чем над Арктикой, образуются зимой, когда при отсутствии солнечного света и в условиях метеорологической изоляции Антарктиды температура в стратосфере падает ниже  $-80^{\circ}$ . Можно предположить, что соединения азота конденсируются, замерзают и остаются связанными с облачными частицами и поэтому лишаются возможности вступить в реакцию с хлором. Возможно также, что облачные частицы способны катализировать распад озона и резервуаров хлора.







Все это говорит о том, что ХФУ способны вызвать заметное понижение концентрации озона только в специфических атмосферных условиях Антарктиды, а для заметного эффекта в средних широтах, концентрация активного хлора должна быть намного выше. Во-вторых, при разрушении озонового слоя жесткий ультрафиолет начнет проникать глубже в атмосферу. Но это означает, что образование озона будет происходить по-прежнему, но только немного ниже, в области с большим содержанием кислорода. Правда, в этом случае озоновый слой будет в большей степени подвержен действию атмосферной циркуляции.

A composite image of the Earth from space, where the planet is cut into two halves and joined at the top and bottom to form a heart shape. The Earth is shown with blue oceans, white clouds, and brown landmasses, set against a black background filled with numerous white stars.

Нам нужно все знать о мире,  
который нас окружает.

