

Министерство образования и науки Республики Бурятия  
ГБПОУ «Гусиноозерский энергетический техникум».

# Разрушение озонового слоя: история вопроса.



*Выполнила: Студентка группы 11-2 специальности 13.02.01 «Тепловые электрические станции» Донцова Надежда Анатольевна*

*Руководитель: Соболева Татьяна Андреевна*

*Гусиноозёрск 2014 год*

## Содержание

1. Введение
2. Местоположение и функции озонового слоя
3. Откуда взялась «дыра»
4. Механизмы образования «озоновой дыры»
5. Чем нам грозит «озоновая дыра»
6. Пути решения проблемы
7. Заключение
8. Список литературы

## 1. Введение

Озон был открыт в середине прошлого века немецким химиком Х.Ф.Шенбейном в 1840 году. Своим названием этот газ обязан характерному резкому запаху, который ощущается при концентрации его в воздухе  $10^{-4}\%$ . В переводе с греческого *ozon* означает «пахнущий». Однако наличие озона в атмосфере было обнаружено несколько позднее: в 1873 году - в приземной атмосфере, в 1881 г. – в верхней атмосфере (стратосфере). Стратосферный озон был обнаружен ирландским химиком Д.Гартли по поглощению ультрафиолетового излучения Солнца. Главная полоса поглощения этого излучения простирается в области спектра от 200 до 300 нм (так называемая полоса Гартли). Газообразный озон долгое время привлекал внимание ученых лишь своими уникальными химическими и физическими свойствами. Интерес к озону существенно возрос, после того, как выяснилась его распространенность в земной атмосфере и та особая роль, которую он играет в защите всего живого от воздействий опасного ультрафиолетового излучения. Особенно активно атмосферный озон стал изучаться в последние десятилетия. С ним, как ни с одним другим газом, в последние десятилетия было связано несколько крупных сенсаций. Начиная от появившегося в самом начале 70-х годов прогноза о том, что полеты стратосферной авиации «съедят» слой озона уже к 80-м годам, и, кончая пресловутой «озоновой дырой», которая будоражит умы людей.

Гипотезы о возможном разрушении стратосферного озона, где под действием выброса в атмосферу выхлопных газов от двигателей сверхзвуковых самолетов, фреонов, использования удобрений, извержений вулканов и т. д. неоднократно описывались в литературе. Поскольку озон задерживает активное излучение солнца, то разрушение озонного слоя может привести к целому ряду негативных последствий для растений, животных и человека. Озоносфера - одна из поверхностных оболочек планеты. Она

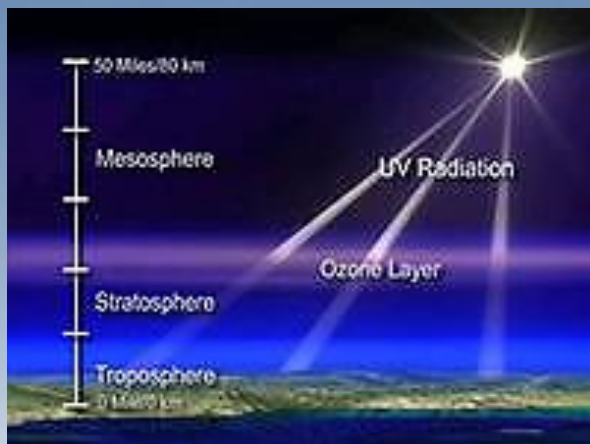


является составной частью биосферы Земли, включающей в себя совокупность живых организмов и неорганические вещества, находящиеся в общем круговороте. К изучению процессов, связанных с атмосферным озоном, привлечены значительные силы ученых у нас в стране и за рубежом. Однако проблема атмосферного озона к настоящему времени далеко не исчерпана, и ряд важных и интересных разделов этой проблемы ждет своего разрешения, в особенности явления, связанные с влиянием на озоновый слой некоторых естественных факторов и антропогенных воздействий. Для их осмысления необходимо постоянное и всеобъемлющее слежение за состоянием окружающей среды (мониторинг). Для выработки научно обоснованных выводов и прогнозирования изменений в состоянии озоносферы Земли в отдельных регионах и глобальном масштабе нужны регулярные измерения концентрации озона существующими приборами и разработка новых методов и средств наблюдений озона.

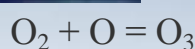
Из трех стихий, окружающих человека – тверди, воды и воздуха - последняя, является самой уязвимой. И не случайно именно в атмосфере появился первый реальный сигнал бедствия. Этот сигнал – озоновая дыра как вестник возможного глобального уменьшения защитного слоя озона в результате антропогенных загрязнений.

## 2. Местоположение и функции озонового слоя

В воздухе всегда присутствует озон, концентрация которого у земной



поверхности составляет в среднем 10-6%. Озон образуется в верхних слоях атмосферы из атомарного кислорода в результате химической реакции под влиянием солнечной радиации, вызывающей диссоциацию молекул кислорода.

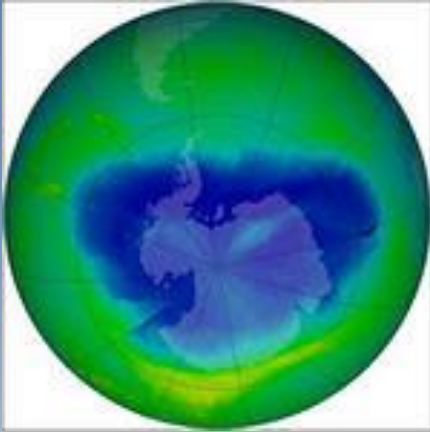


Озоновый «экран» расположен в стратосфере, на высотах от 7-8 км на полюсах, 17-18 километров на экваторе и примерно до 50 километров над земной поверхностью. Гуще всего озон в слое 22 – 24 километров над Землей. Если бы этот газ сосредоточить у поверхности Земли, при нормальном давлении (760 мм рт. ст.) и нормальной температуре 0°C, 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. Иными словами, благодаря стратосферному озону атмосфера Земли является практически непрозрачной как раз в области так называемого биологически активного излучения Солнца. Это область занимает диапазон 250-320 нм<sup>1</sup>. Ультрафиолетовое излучение в этом диапазоне разрушает белки и нуклеиновые кислоты. Диапазон 320-400 нм – это обычный ультрафиолет, который является причиной загара. При малых и умеренных дозах данного излучения в организме человека вырабатываются вещества для защиты сил организма. Например, при поглощении белками излучения образуется гистамин, он является мощным стимулятором

симпатико-адреналовой защитной системы организма. Избыточное количество, которого увеличивает вероятность аллергических реакций, а также гипертонии, инфаркта, ожирения и тд. Под воздействием ультрафиолетового излучения в организме, непосредственно в кожном покрове, происходит образование витаминов группы D.

Исследования, проведённые в 1970-х годах на территории СССР, показали, что вследствие дефицита ультрафиолетового излучения дети из северных регионов в 2 раза чаще заболевают пневмонией, а рахитом в 2,5-3 раза, чем дети из южных регионов. По заболеваниям раком кожи ситуация обратная. Поглощение ультрафиолетового излучения стратосферным озоном вызывает нагрев стратосферы и большей части мезосферы. Проводимые расчёты показывают, что при уменьшении концентрации озона в 2 раза в мезосфере произойдёт охлаждение на  $20^{\circ}$ , а в большей части стратосферы на  $6-8^{\circ}$ , на стыке тропосферы и стратосферы на  $2-3^{\circ}$ . Всё это приведёт к изменению вертикального переноса газов, так что вертикальная структура стратосферы может стать неустойчивой. Благодаря этому озоновый слой 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. Уже доказано, что отсутствие или малая концентрация озона может или приводит к раковым заболеваниям, что самым наихудшим образом отражается на человечестве и его способностью к воспроизводству.





#### 4. Откуда взялась “дыра”

С 1975 года, над Антарктидой каждую весну происходит уменьшение общего количества озона. Целых 10 лет учёные не решались говорить об этом и лишь в 1985 году в журнале “Nature” английский учёный Дж. Фарман поведал миру об этом феномене. С лёгкой руки журналистов он получил название “озоновая дыра”. В период с 1978 по 1988 год концентрация озона над Антарктидой в весенние месяцы снижалась на 50%. В начале февраля 1992 года учёные НАСА заявили, что последняя серия наблюдений озонового слоя свидетельствует о явной недооценке фактической ситуации с озоном. Каждый процент потери атмосферного озона приводит к росту раковых заболеваний кожи на 2 % и наибольшая потеря озона прогнозируется в полосе 20-50° северной широты и это основания для тревоги. Не может нас успокоить и то, что в конце зимы происходит уменьшение концентрации озона, так как это временное явление, в будущем может произойти нарастание этого процесса. В Антарктиде темпы расширения составляют около 4% в год. В Северном полушарии происходит зимнее и весеннее падение концентрации озона: в средних и высоких широтах потери озона составляют от 2 до 10%. Во второй половине января 1995 года озоновый слой над Сибирью сократился на 25% и сохранялся до первой половины февраля. Здесь отмечались рекордно низкие уровни озона: в 1,8 раза меньше нормы в Восточной Сибири и в 1,6 раза меньше нормы для Западной Сибири.

Расчёты показывают, что уменьшение концентрации  $O_3$  в озоновом слое на 1% приводит к увеличению интенсивности ультрафиолетового излучения на поверхности Земли на 1,4-2,5%. В масштабах планеты это означало бы увеличение на 10 тыс. случаев заболеваний раком кожи и на 100 тыс. случаев заболеваний катарактой глаз. В 1994 году в Южном полушарии истощение

озонового слоя над различными регионами доходило до 1-13%. Основной вклад в наблюдаемое истощение озонового слоя вносит уменьшение концентрации озона на высотах 14-20 км, где это уменьшение может достигать 97%.

Как только существование “озоновой дыры” стало научным фактом, естественно возник вопрос: А какова же её природа? И через некоторое время появились две гипотезы – антропогенная фотохимическая и метеорологическая. Сторонники первой гипотезы считали, что уменьшение озонового слоя результат антропогенного загрязнения атмосферы. Озоновая дыра имеет чисто метеорологическое происхождение и связана со спецификой динамического режима стратосферы в Антарктиде, – утверждали приверженцы второй гипотезы. Важным моментом этой гипотезы было существование внутри устойчивого циклона (так называемого циркумполярного вихря), висящего зимой и большую часть весны над Антарктидой, направленных вверх (восходящих) вертикальных движений. У каждой из гипотез были свои плюсы и минусы. В рамках антропогенной концепции было трудно ответить на вопрос о том почему “дыра” (если она отражает общую тенденцию все возрастающего загрязнения атмосферы) наблюдается лишь над Антарктидой и только весной. А сторонникам метеорологической природы “дыры” было трудно объяснить, почему



последняя не наблюдалась до начала 80-х годов и почему в 80-х она появилась и стала усиливаться год от года. В октябре 1987 года были получены данные, которые показали, что к антропогенному загрязнению атмосферы явление “озоновой дыры” имеет самое прямое отношение.



## 5. Механизмы образования «озоновой дыры»

Согласно одному из механизмов уменьшения озона, связано с увеличением оксидов азота, вызванных в свою очередь солнечной активностью. Как известно, максимум солнечной активности в последнем 11-летнем цикле наблюдается в 1979 – 1983 гг. В это же время наблюдалось увеличение (на 30 – 60%) концентрации оксидов азота в мезосфере Южного полушария. В последующем отмечался перенос оксидов на более низкие уровни в стратосферу в период полярной ночи. Фотохимические реакции “азотного” цикла с участием оксидов азота, как мы знаем, приводят к разрушению озона, что обуславливает снижение его концентрации в стратосфере и образовании озоновой дыры. Наблюдавшиеся отставания по времени между максимумом солнечной активности и ореолом развития озоновой дыры в 1985-м и последующих годах объясняются следующим образом. К моменту максимума и начала спада солнечной активности происходит резкое увеличение нисходящего потока оксидов азота в стратосферу и последующее формирование озоновой дыры.

В период спада солнечной активности на границе мезосферы поток оксидов азота уменьшается, но в стратосфере их концентрация максимальна, а, следовательно, содержание озона минимально.

Наконец, на последней стадии, которая началась в 1986г. и к 90-м годам еще не закончилась, в минимуме солнечной активности содержание оксидов азота в стратосфере уменьшается, а количество озона должно увеличиваться и состояние озонового слоя должно возвратиться к первоначальному.

Такой механизм мог реально объяснить процесс формирования озоновой дыры. В его пользу до последнего времени говорил тот факт, что в 1988г. наблюдалось значительное увеличение концентрации озона по сравнению с предыдущим годом, осенью которого отмечалось максимальное разрушение озонового слоя над Антарктидой. Однако измерения 1989г. показали, что дыра вновь появилась, т.е. вместо ее исчезновения, при спаде солнечной

активности, начинают отмечаться колебания величины от года к году.

Помимо этого, в рамках данного механизма остаются без ответа, по крайней мере, два вопроса.

Первый: почему в процессе предшествующих 11-летних циклов солнечной активности не формировалась озоновая дыра? В частности, один из предыдущих циклов, максимум, которого приходится на 1958 – 1960гг., обладал активностью большей, чем текущий. Однако в те годы отмечено лишь небольшое снижение концентрации озона, которое возможно связано с последствиями ядерных испытаний. Второй вопрос: почему озоновая дыра формировалась только в Южном полушарии? Другой предполагаемый механизм связывает образование озоновой дыры с “хлорным” циклом антропогенного происхождения.

Механизм, связанный с реакциями хлорного цикла, предполагает поступление хлорных соединений в полярную стратосферу благодаря циркуляции атмосферы. А в атмосферу разрушающие озон соединения поступают с поверхности Земли непрерывно из миллионов аэрозольных упаковок, бытовых холодильников, рефрижераторов, в результате выбросов химических заводов и т.д. И не смотря на то, что хозяйственная деятельность человека пока еще не привела к заметному снижению суммарного содержания озона в атмосфере, фреоны могут быть причастны к разрушению озонового слоя над Антарктидой – таково мнение большой группы ученых. Но и в этом механизме есть безответный вопрос: почему антропогенно обусловленный механизм не проявил себя в Северном полушарии, где поступление хлорных, бромистых и других соединений, разрушающих озон, идет более интенсивно?

Третий возможный механизм – так называемый динамический – пытается объяснить формирование озоновой дыры чисто циркуляционными процессами в стратосфере и мезосфере и горизонтальным

перераспределением озона при общем его постоянстве. Опуская аргументацию сторонников такого механизма, отмечу лишь, что при указанной циркуляции должен происходить отток озона из полярной озоносферы и его накапливание в полосе 60 – 70 градусов южной широты. Хотя такое накапливание и наблюдалось, но ожидаемый по этой теории баланс озона в Южном полушарии отсутствовал, – суммарное содержание озона там в этот период снижалось. Так, в основании результатов измерений, проведенных в ходе полетов исследовательского самолета НАСА между Калифорнией и Чили, в сентябре – октябре 1989г. произошло значительное обеднение (до 15-30%) слоя озона за пределами озоновой дыры в южных широтах до 50 градусов.

Над самой Антарктидой химические реакции, протекающие на поверхности частиц льда, обуславливают высвобождение хлора в активной форме, который разрушает озон. За пределами полярного района частиц льда мало и возможным объяснением разрушения слоя озона может быть активный хлор, выделяющийся при аналогичных реакциях, протекающих на поверхности капелек серной кислоты. Следовательно, одним динамическим механизмом трудно объяснить формирование озоновой дыры. Таким образом, ни один из предложенных механизмов в отдельности не в состоянии дать исчерпывающую разгадку снижения концентрации озона в стратосфере южнополярного бассейна.

Как уже указывалось, отмечены первые признаки снижения концентрации озона в Северном полушарии. Следует отметить, что характер атмосферных движений в стратосфере обоих полушарий существенно различен. В Северном полушарии температура в среднем выше, а взаимодействие и обмен между полярной областью и средними широтами более эффективны. Разрушение полярного вихря происходит раньше в Северной полярной зоне, что ограничивает эффективность фотохимических реакций, происходящих в



вихре при низких температурах. Поскольку циркуляция вихря в арктических широтах слабее, чем устойчивая циркуляция вихря, опоясывающего Антарктиду, в северную субполярную область примесей с воздушными потоками поступает меньше, чем в южную, и образование дыры не происходит.

Не все ученые разделяют озабоченность и тревогу, связанные с появлением озоновой дыры. Критически анализируя утверждение, что озоновая дыра является началом разрушения озоносферы, эти исследователи считают, что антарктическая дыра в это время года представляет обычное естественное явление, которое может усиливаться внесезонными факторами, такими, как солнечные протонные вспышки и метеоритные потоки. Имеются даже упреки в том, что противоречивость суждений о причинах возникновения озоновой дыры просто выгодна исследователям, занимающимся наблюдениями атмосферного озона, и подобная неопределенная ситуация является для них желательной.

Поиск достоверного ответа на заданный природой вопрос породил целый спектр мнений о механизме возникновения озоновой дыры и последствиях ее воздействия на нашу планету: начиная от полного благодушия, и кончая предсказанием озоновой катастрофы. Что находится между этими крайними точками зрения – истина или новая проблема, – покажут дальнейшие исследования.



## 6. Чем нам грозит “озоновая дыра”

Возникновение “озоновых дыр” (сезонное уменьшение содержания озона вдвое и более) впервые наблюдали в конце 70-х годов над Антарктидой. В последующие годы длительность существования и площадь “озоновых дыр” росли, и к настоящему времени они уже захватили южные регионы Австралии, Чили и Аргентины. Параллельно, хотя и с некоторым запозданием, развился процесс истощения озона над Северным полушарием. В начале 90-х годов наблюдали 20 – 25 % его уменьшения над Скандинавией, Прибалтикой и северо-западными областями России. В отличных от приполярных широтных зон истощение озона менее выражено, однако и здесь оно является статистически достоверным (1,5–6,2% за последнее десятилетие).

Истощение озонового слоя может оказать значительное влияние на экологию Мирового океана. Многие из имеющихся в нем систем испытывают стресс уже при существующих уровнях естественной Ультрафиолетовой радиации, и увеличение ее интенсивности для некоторых из них может оказаться катастрофическим. В результате воздействия ультрафиолетового излучения у водных организмов нарушается адаптивное поведение (ориентация и миграция), подавляются фотосинтез и ферментативные реакции, а также процессы размножения и развития, особенно на ранних стадиях. Поскольку чувствительность к ультрафиолетовой радиации разных компонентов водных экосистем существенно различается, то в результате разрушения стратосферного озона следует ожидать не только уменьшения общей биомассы, но и изменение структуры водных экосистем. В этих условиях могут погибать и вытесняться полезные чувствительные формы и усиленно размножаться резистентные, токсичные для окружающей среды, например сине-зеленые водоросли.

Эффективность водных пищевых цепей в решающей степени определяется продуктивностью их начального звена – фитопланктона. Расчеты показывают, что в случае 25% разрушения стратосферного озона следует ожидать 35% снижения первичной продуктивности в поверхностных слоях океана и 10% снижения во всем слое фотосинтеза.



Значимость прогнозируемых изменений становится очевидной, если принять во внимание, что фитопланктон утилизирует более половины углекислого газа в процессе глобального фотосинтеза, и лишь 10% снижения интенсивности этого процесса эквивалентно удвоению выброса углекислого газа в атмосферу в результате сжигания полезных ископаемых. Кроме того, ультрафиолетовая радиация подавляет продукцию фитопланктоном диметилсульфида, играющего важную роль в формировании облачности. Последние два феномена могут вызвать долговременные изменения глобального климата и уровня Мирового океана.

Из биообъектов вторичных звеньев водных пищевых цепей ультрафиолетовое излучение способно непосредственно поражать икру и мальков рыб, личинки креветок, устриц и крабов, а также других мелких животных. В условиях истощения стратосферного озона прогнозируется рост и гибель мальков промысловых рыб и, кроме того, снижение улова в результате уменьшения первичной продуктивности Мирового океана.



В отличие от водных организмов, высшие растения могут частично адаптироваться к увеличению интенсивности естественной ультрафиолетовой радиации, однако в условиях 10-20% редукции озонового слоя у них наблюдается торможение роста, уменьшение продуктивности и изменения состава, снижающие пищевую ценность. Чувствительность к ультрафиолетовой радиации может существенно различаться как у растений разных видов, так и у разных линий одного вида.

Очень важную, хотя и посредственную, роль в формировании продуктивности сельскохозяйственных растений играют почвенные микроорганизмы, оказывающие значительное влияние на плодородие почв. В этом смысле особый интерес представляют фототрофные цианобактерии, находящиеся в самых верхних слоях почв и способные утилизировать азот воздуха с последующим использованием его растениями в процессе фотосинтеза. Эти микроорганизмы (особенно на рисовых полях) подвергаются непосредственному воздействию ультрафиолетовой радиации.



Радиация способна инактивировать ключевой фермент ассимиляции азота – нитрогеназу. Таким образом, в результате разрушения озонового слоя следует ожидать уменьшение плодородия почв. Весьма вероятным является также вытеснение и отмирания других полезных форм почвенных микроорганизмов, чувствительных к ультрафиолетовой радиации, и размножением устойчивых форм, часть которых может оказаться патогенными.

Для человека естественная ультрафиолетовая радиация фактором риска уже при существующем состоянии озонового слоя. Реакции на ее воздействие разнообразны и противоречивы. Некоторые из них (образование витаминами

Д, увеличение общей неспецифической резистентности, лечебный эффект при некоторых кожных заболеваниях) улучшает состояние здоровья, другие

(ожоги кожи и глаз, старение кожи, катаракта и канцерогенез) ухудшают его.



Типичной реакцией на пере облучение глаз является возникновение фотокератоконъюнктивита – острого воспаления наружных оболочек глаза (роговицы и конъюнктивы). Он обычно развивается в условиях интенсивного отражения солнечного

света от естественных поверхностей (снежное высокогорье, арктические и пустынных зоны) и сопровождается болевыми ощущениями или ощущением постороннего тела в глазу, слезотечением, светобоязнью и спазмом век. Ожог глаз можно получить за 2 часа в заснеженных зонах и за 6 – 8 часов в песчаной пустыне.

В результате пере облучения кожи развивается асептическое воспаление, или эритема, сопровождающаяся помимо болевых ощущений изменениями тепловой и сенсорной чувствительности кожи, угнетением потоотделения и ухудшением общего состояния. В умеренных широтах эритему можно получить за полчаса на открытом солнце в середине летнего дня.



Обычно эритема развивается с латентным периодом 1 – 8 часов и сохраняется около суток.

Важный вклад в канцерогенный эффект ультрафиолетовой радиации вносит ее иммуносупрессивное действие. Из 2-х существующих типов иммунитета – гуморального и клеточного лишь последний подавляется в результате

воздействия ультрафиолетовой радиации. Факторы гуморального иммунитета либо остаются индифферентными, либо в случае хронического облучения в малых дозах активируются, способствуя повышению общей неспецифической резистентности. Помимо снижения способности отторгать раковые клетки кожи (агрессивность против других типов раковых клеток не изменяется) индуцированная ультрафиолетовой радиацией иммуносупрессия может подавлять кожные аллергические реакции, снижать резистентность к инфекционным агентам, а также изменять характер протекания и исход некоторых инфекционных заболеваний.

В результате разрушения стратосферного озона следует ожидать снижения сопротивляемости населения ряду инфекционных заболеваний. Как минимум, в их число необходимо включить болезни с кожной фазой развития или зависящие от клеточного иммунитета: корь, ветряная оспа, герпес и другие вирусные заболевания с кожной сыпью, индуцируемые через кожу паразитарные болезни типа малярии и лейшманиоза, а также зависящие от клеточного иммунитета туберкулез и некоторые грибковые заболевания.

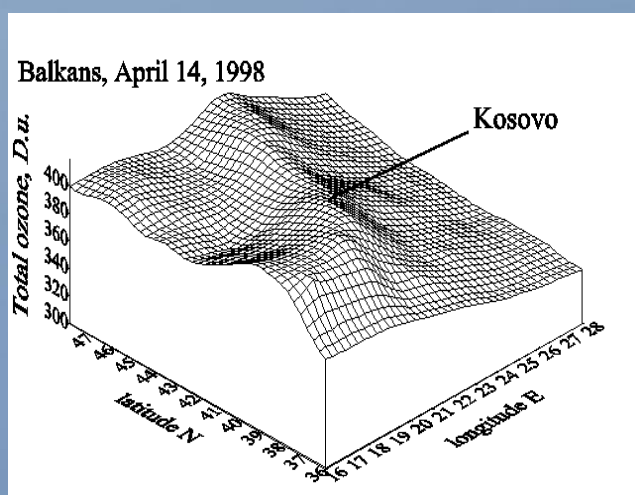
Естественная ультрафиолетовая радиация ответственна за основную часть опухолей кожи, частота которых у белого населения близка к суммарной частоте опухолей всех других типов, вместе взятых. Частота опухолей кожи у негритянского населения более чем в 60 раз, у латиноамериканского – в 7 – 10 раз ниже, чем у белого населения в той же широтной зоне при практически одинаковой частоте опухолей, отличных от рака кожи.

Ультрафиолетовая радиация играет важную роль в обеспечении организма витамина Д, регулирующим процесс фосфорно-кальциевого обмена.

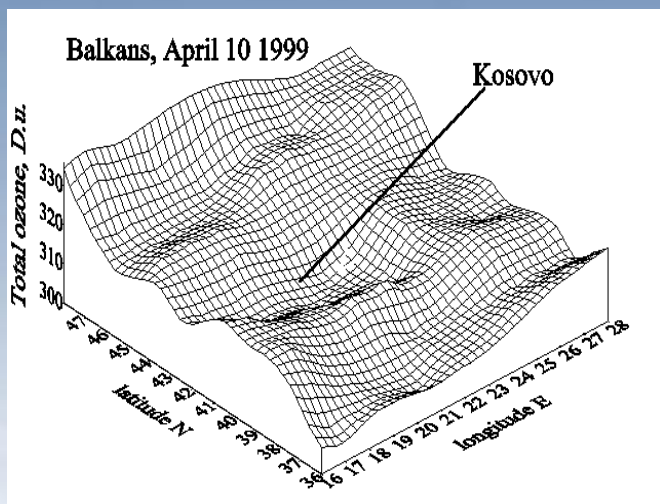
Дефицит витамина Д вызывает рахит и кариес, а также играет важную роль в патогенезе представительной железы, дающей высокую смертность. Роль ультрафиолетового излучения в обеспечении организма витамином Д нельзя компенсировать лишь за счет потребления его с пищей, поскольку процесс



биосинтеза витамина Д в коже является саморегулирующимся и исключает возможность возникновения гипervитаминоза. Это заболевание вызывает отложения кальция в различных тканях организма с их последующим некротическим перерождением. При возникновении дефицита витамина Д необходима доза ультрафиолетовой радиации, составляющая примерно 60 минимальных эритемных доз в год на открытые участки тела. Для белого населения в умеренных широтах это соответствует ежедневному пребыванию на открытом солнце по полчаса, в середине дня с мая по август. Авиация НАТО разрушает озоновый слой Земли. Югославская война, авиация НАТО делала по 400-500 самолёта - вылетов ежедневно. Это гигантская концентрация авиации на сравнительно малой площади. Авиация выбрасывает в атмосферу соединения азота и серы, непрерывно бомбит и обстреливает. Суммарная мощность использованных боеприпасов в несколько раз превысила мощность атомной бомбы, взорванной над Хиросимой. Действия авиации вызвало многочисленные пожары, в том числе пожары нефтеперерабатывающих и химических заводов. Выбросы авиации, азотосодержащие взрывчатые вещества, пожары создают химические соединения, способные разрушать озоновый слой. Эти соединения способны накапливаться в атмосфере и воздействовать на озоновый слой в течение длительного времени. Становится вероятной экологическая катастрофа в Европе.



Качественный анализ данных со спутника Earth Probe/TOMS показывает, что с начала апреля 1999 г. над районом Косово появилось образование, которое условно можно квалифицировать как озоновая "минидыра".



Сравнение со спутниковыми данными за тот же период 1998 г. показало, что в 1998 г. в этом районе не было признаков озоновой мини-дыры. Судя по этим данным, озоновая мини-дыра перемещается, в основном, на восток, но и перемещения в других направлениях представляются возможными. По

сравнению с 1998г. над районом Косово содержание озона уменьшилось на 8-10%.

## 7. Пути решения проблем

Чтобы начать глобальное восстановление нужно уменьшить доступ в атмосферу всех веществ, которые очень быстро уничтожают озон и долго там хранятся.

Также мы - все люди должны это понимать и помочь природе включить процесс восстановления озонового слоя, нужны новые посадки лесов, хватит вырубать лес для других стран, которые почему-то не хотят вырубать свой, а делают на нашем лесе деньги.

Для восстановления озонового слоя его нужно подпитывать. Сначала с этой целью предполагалось создать несколько наземных озоновых фабрик и на грузовых самолетах "забрасывать" озон в верхние слои атмосферы. Однако этот проект (вероятно, он был первым проектом "лечения" планеты) не осуществлен. Иной путь предлагает российский консорциум "Интерозон": производить озон непосредственно в атмосфере.

Уже в ближайшее время совместно с немецкой фирмой "Даза" планируется поднять на высоту 15 км аэростаты с инфракрасными лазерами, с помощью которых получать озон из двухатомного кислорода. Если этот эксперимент

окажется удачным, в дальнейшем предполагается использовать опыт российской орбитальной станции "Мир" и создать на высоте 400 км несколько космических платформ с источниками энергии и лазерами. Лучи лазеров будут направлены в центральную часть озонового слоя и станут постоянно подпитывать его. Источником энергии могут быть солнечные батареи. Космонавты на этих платформах потребуются лишь для периодических осмотров и ремонта. У этого проекта был предшественник - американская СОИ (стратегическая оборонная инициатива) с планом использования мощных лазеров для "звездных войн".

Не исключено, что можно решить проблему стратосферного озона влиянием на течение химических реакций. Эту идею предложил В.А. Сухнёв, она состоит в следующем. Слой воздуха на высотах 23-25 км облучается лазерными лучами с длинами волн 762 нм и 1270 нм. Это излучение активно поглощается молекулами O<sub>2</sub>, которые вследствие этого переводятся в синглетное (возбуждённое) состояние. Возбужденные молекулы легко распадаются на атомы кислорода под воздействием солнечного излучения в диапазонах волн 250-370 нм и 200-320 нм. После чего происходит обычная реакция:  $O + O_2 \longrightarrow O_3$

Эффект основан на том, что именно в диапазоне 100-370 нм интенсивность солнечного излучения резко возрастает с увеличением длины волны.

Благодаря этому образование озона из синглетного кислорода происходит в сотни раз интенсивнее, чем в естественных условиях.

Осуществится ли грандиозный мирный проект, покажет время. И физическая химия, и космонавтика уже готовы к тому, чтобы начать восстанавливать комфортное для жизни химическое равновесие на нашей планете.

Рассмотрим некоторые проблемы, связанные с разрушением озона и пути их решения.



1. Выхлопы автомобилей.
  - а) замена топлива в существующем автомобильном транспорте на экологически более чистое.
  - б) переход на другие источники энергии (например, электромобили, использование солнечной энергии).
  
2. Загрязнение хлорфторуглеводородами (холодильная техника, аэрозоли).
  - а) Переход от долгоживущих фреонам на короткоживущие (меньше года).
  - б) снижение, а затем и полное прекращение производства и использования фреонов.
  
3. Химические удобрения.
4. Сжигание промышленного топлива.
  - а) Переход на экологически чистую энергетику.
5. Ядерные взрывы.
6. Выброс отработанных газов при полетах высотных самолетов и крупных ракет.
7. Добыча нефти и природного газа.

## **8. Заключение**

Краткий обзор некоторых факторов воздействия на природную среду показывает, что до сих пор не установлено значение многих химических и биохимических последствий этого воздействия. С другой стороны, уже сегодня можно оценить все угрожающее многообразие антропогенного вмешательства и наносимого им ущерба окружающей среде.

Источниками вмешательства являются:

- Постоянное стремление к росту производства и потребления.

- Постоянный рост численности населения, который приводит к тому, что даже незначительная нагрузка на природу в каждом отдельном случае в целом превращается в глобальную проблему.

- Односторонний подход к техническому прогрессу, который в этом столетии привел к появлению целого потока технических товаров и химических продуктов, чуждых природе, а то и враждебных ей.

Во все звенья природной системы проникли несовместимые с ней чужеродные вещества, угрожающие во многих случаях самому существованию экосистемы.

Возникла необходимость принятия срочных мер, чтобы спасти природу, т.е. резко сократить истощение естественных природных ресурсов и ограничить применение вредных для природы веществ.

Но это не означает, что техника, химия, хозяйственная деятельность и экономика должны вернуться к каменному веку; наоборот, это означает необходимость продвижения к новым научным достижениям, опирающимся на познание, когда возникает общность с природой, в которой человек обретет долголетие.



Человечество должно сознавать, что мы только гости природы.

## 9. Список используемой литературы

1. Данилов А. Д., Кароль И. Л. . Атмосферный озон – сенсации и реальность.- Л.: Гидрометеоиздат, 2001.
2. Ф. С. Ортенберг, Ю. М. Трифонов. Озон: взгляд из космоса. М., Знание, 1990., №9
3. Роун Ш., Озоновый кризис. Пятнадцатилетняя эволюция неожиданной глобальной опасности.- М.: Мир, 2003.
4. Александров Э., и др. Озоновый щит Земли и его изменения.- СПб.; Гидрометеоиздат, 2002.
5. Стрижевский А. Д. Свет. Природа и человек.
6. Фелленберг Г. Загрязнение природной среды.- М.: Мир,- 2007.
7. Марков Ю.Г., Социальная экология. Взаимодействие общества и природы: Учеб. пособие.- 2-е изд.,- Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004.