

## КАК ЧЕЛОВЕЧЕСТВО И КЛИМАТ ВЛИЯЮТ НА ОЗОНОВЫЙ СЛОЙ ЗЕМЛИ How do humanity and climate affect the earth's ozone layer

**П. В. Мицкевич**, студент

**Н. Ю. Кожевникова**, старший преподаватель  
Уральский государственный аграрный университет  
(Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42)

*Рецензент:* В.С. Хомякова, кандидат философских наук

### **Аннотация**

Озоновая дыра диаметром свыше 1000 км впервые была обнаружена в 1985 году. На протяжении многих лет человечество борется с тем, чтобы «озоновые дыры» сократились. Несмотря на значительное сокращение выбросов веществ в атмосферу «озоновые дыры» только увеличились. Температура, влажность, ветер, а также наличие различных химических веществ в атмосфере влияет на состояние озонового слоя, а состояние озонового слоя, в свою очередь, влияет на состояние атмосферы и связанные с этим климатические изменения, например, такие как глобальное потепление. Статья посвящена рассмотрению вопросов изменения озонового слоя и связанными с этим экологическими проблемами.

**Ключевые слова:** озоновый слой, озоновая дыра, атмосфера, фреоны, климат, человек, опасность.

### **Summary**

The ozone hole with a diameter of over 1000 km was first discovered in 1985. For many years, humanity has been struggling to reduce the "ozone holes". Despite a significant reduction in emissions of substances into the atmosphere, the "ozone holes" have only increased. Temperature, humidity, wind, as well as the presence of various chemicals in the atmosphere affect the state of the ozone layer, and the state of the ozone layer, in turn, affects the state of the atmosphere and related climatic changes, for example, such as global warming. The article is devoted to the issues of ozone layer change and related environmental problems.

**Keywords:** ozone layer, ozone hole, atmosphere, freons, climate, man, danger.

Озоновый слой – это воздушный слой земли, состоящий из особых форм кислорода, поглощающий ультрафиолетовые лучи, расположен он очень неравномерно. Из-за сильного действия ультрафиолетового излучения солнца, молекулы кислорода из которых состоит воздушная оболочка земли, присоединила к себе третий атом кислорода, так получается озон, большое количество озона в атмосфере – это огромный плюс для народонаселения [1]. Если бы озонового слоя не было, все живое на Земле попросту сгорело, потому озоновый слой и называют защитным щитом [2]. Однако, в зависимости от влияния на организм человека различают озон двух видов: полезный и вредный.

Полезный озон часто бывает после дождя и грозových ливней, когда частицы озона проникают в нижние слои атмосферы и придаёт атмосфере свежесть.

Вредный озон крайне опасен для живых организмов на земле. Вредный озон появился в результате антропогенной деятельности человека. Выхлопные газы и промышленные выбросы попадают под действие лучей солнечного света и вступают в фотохимическую реакцию, в результате образуется приземный озон, такой озон встречается в крупных городах. Этот газ неблагоприятно сказывается на здоровье человека, животных и растениях.

В 1985 году впервые была обнаружена озоновая дыра, диаметром свыше 1000 км над Антарктидой, тогда ученые установили, что хлор разрушает озон. Так, фреоны, содержащие хлор и бром, применяются в холодильниках, кондиционерах и в многочисленных аэрозольных баллончиках. Поэтому каждый день выбросы хлора миллионами людей разрушающе воздействуют на озоновый слой [3].

Также ослабление озонового слоя усиливает поток ультрафиолетовой солнечной радиации, проникающей в океанские воды, что ведет к увеличению смертности среди морских животных и растений [4].

Несмотря на то, что населением были установлены меры по ограничению выбросов хлор- и бромсодержащих фреонов, путём замены их другими веществами, например, фторсодержащими фреонами, на процедуру возобновления озонового покрова потребуется несколько десятков лет.

В целом, это обуславливается большим размером ранее существующих в атмосфере фреонов, которые обладают периодом существования от 10 до 100 лет. Согласно сведениям, ученого Сьюзан Соломон, с 2000 до 2015 года озоновая дыра над Антарктидой уменьшилась приблизительно в территорию Индии [5].

Согласно сведениям Национального управления по аэронавтике и исследованию космического пространства (NASA) в 2000 г. среднегодовая область озоновой дыры над Антарктидой составляла 24,8 млн км<sup>2</sup>, в 2015 году — 25,6 млн км<sup>2</sup>, в 2019 — 9,3 млн км<sup>2</sup> [6].

Воздействие озона на климат сводится, главным образом, к изменениям температуры. Чем больше содержание озона в некотором слое атмосферы, тем больше тепла он аккумулирует. Озон вырабатывает тепло в стратосфере, как при поглощении солнечной ультрафиолетовой радиации, так и за счет поглощения инфракрасного излучения от поверхности земли и нижних слоев атмосферы (тропосферы). Соответственно, уменьшение содержания озона в стратосфере приводит к снижению ее температуры.

Наблюдения показывают, что за последние десятилетия середина и верхние слои стратосферы на высоте от 30 до 50 км над поверхностью Земли, в следствии уменьшения содержания озона в стратосфере, охладилась на 1° - 18°C. Это охлаждение стратосферы произошло одновременно с увеличением объема выбросов парниковых газов в нижние слои атмосферы, т.е. в тропосферу [2,6].

Процесс уменьшения содержания озона в стратосфере приводит к образованию положительной обратной связи. Чем меньше толщина озонового слоя в стратосфере, тем меньше ее температура. В свою очередь уменьшение температуры ведет к уменьшению содержания озона в стратосфере за счет ускоренного разрушения в полярных регионах [1,2].

Самое большое уменьшение толщины озонового слоя наблюдается в Арктике и Антарктике в результате определенных условий в зимнее время и ранней весной. Когда температура опускается ниже -78°C, образуются тонкие полярные стратосферные облака в виде смеси снега, азотной и серной кислот, а также различных других химических веществ. С весенним потеплением химические реакции на поверхности кристаллов льда в облаках приводят к образованию активных форм озоноразрушающих веществ из имеющихся там исходных форм. Начинается активный процесс разрушения озонового слоя, который приводит к образованию, так называемых озоновых дыр. Дальнейшее повышение температуры ведет к испарению льда, и озоновый слой начинает восстанавливаться [4].

Поначалу казалось, что это естественный процесс, но позже выяснилось, что хлор- и фторсодержащие фреоны, попадая в атмосферу, выступают катализаторами распада озона, во много раз ускоряя этот процесс. Ветра же над Антарктидой во время полярной ночи дви-

жуются по замкнутой траектории, почти не допуская сюда атмосферу из других участков Земли. То есть полгода над континентом собирается фреон со всей планеты, а во время полярной зимы он концентрируется над полюсом, «прогрызая» в небе озоновую дыру [3,4].

Нельзя не отметить некоторую несогласованность действий по сохранению озонового слоя и предупреждения изменения климата. Долгое время эти глобальные проблемы рассматривались и решались как отдельные проблемы со своими специфическими веществами. Это привело к неэффективной и нескоординированной политике действий. В результате мировое сообщество получило бесконтрольное и чрезмерное производство гидрохлорфторуглеродов (ГХФУ) и гидрофторуглеродов (ГФУ), которые имеют значительные потенциалы глобального потепления [5].

Эти вещества разрабатывались как замена хлорфторуглеродов (ХФУ). ГХФУ как временная замена до 2020 г. для развитых стран и до 2040 г. для развивающихся стран, учитывая их низкий озоноразрушающий потенциал (ОРВ). Для наиболее распространенного ГХФУ-22, ОРВ составляет 0,055, а ГФУ - 134а не является озоноразрушающим веществом [5].

Проблема состоит в том, что некоторые из заменяющих веществ являются парниковыми газами и имеют значительный потенциал глобального потепления (ПГП), особенно ГХФУ-22 (ПГП – 1700), реагент для его производства ГФУ-23 (ПГП – 11700) и ГФУ-134а (ПГП – 1300). Отсюда понятно, что истощение озона и изменение климата неразрывно связаны не только в терминах, атмосферных химических процессах, но также и в используемых веществах. В свое время многосторонний фонд активно финансировал проекты для перепрофилирования производств, предназначенных для выпуска ХФУ на выпуск ГХФУ-22, с целью соблюдения требований Монреальского протокола [5]. Решение обеспечивающее тактическую выгоду, оказалось стратегически неудачным по двум причинам:

- производство ГХФУ-22 влечет за собой использование в качестве промежуточного продукта ГФУ-23, имеющего чрезвычайно высокий ПГП, а при процессе производства неизбежны значительные утечки ГФУ-23;

- производство ГХФУ исключительно быстро увеличилось во многих развитых и развивающихся странах и в следующее десятилетие составит миллионы метрических тонн.

Наличие огромного количества оборудования, срок службы которого приблизительно 15 лет, автоматически предполагает, что страны, импортирующие и производящие оборудование с ГХФУ-22 будут вынуждены продолжать поддерживать его работоспособность за счет дополнительного импорта и производства ГХФУ-22, даже после даты официального завершения в соответствии с Монреальским протоколом. Уже в настоящее время выбросы ГФУ, ГХФУ и ХФУ составляют около 10% общих выбросов [5].

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.

В будущем 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 [5].

Исходя из проведённых исследований следует, что разрушение озонового слоя определено несёт в себе опасность для всего живого на Земле. Еще недавно прогнозировалось, что к 2050 г. озоновый слой восстановится до уровня, наблюдавшегося в 1980 г. Но на данный момент сроки восстановления озонового слоя предполагаются не ранее 2060 - 2070 гг. Возникновение «озоновых дыр» может оказать отрицательное воздействие на биосферу, поскольку озоновый слой защищает Землю от радиационного излучения Солнца. Без него популяция растений и животных может заметно сократиться, а человек рискует пострадать от рака кожи. Человеку следует над этим задуматься ради своего благополучия - необходимо предотвратить разрушение озонового слоя, соблюдать и придерживаться рекомендациям, чтобы избежать трагических необратимых последствий [6].

### Биографический список

1. *Жадин Е. А.* Озоновые дыры: новый взгляд // *Экология и жизнь*. 1999. № 4. С. 41-43.
2. *Сывороткин В. Л.* Дегазация Земли и разрушение озонового слоя // *Природа*. 1993. № 9. С. 35-45.
3. Озоновый слой // Википедия [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Озоновый\\_слой](https://ru.wikipedia.org/wiki/Озоновый_слой).
4. Разрушение озонового слоя: причины и последствия: Статьи экологии, 07.06.2022 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://plus-one.ru/manual/2022/06/07/razrushenie-ozonovogo-sloya-prichiny-i-posledstviya>.
5. Специальный доклад МГЭИК/ТЕАП. Охрана озонового слоя и глобальной климатической системы: вопросы, связанные с гидрофторуглеродами и перфторуглеродами. Резюме для лиц, определяющих политику. Доклад рабочих групп I и III МГЭИК и Техническое резюме. 2005.
6. *Бубнов И. Н., Кожевникова Н. Ю.* Возникновение экологических чрезвычайных ситуаций: сборник статей конференции Молодежь и наука. Биотехнологии и пищевая промышленность. УрГАУ, 2021. С. 24-28.