



ОЗОНЭКШН SCOOP

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ ООН-ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА
«ОЗОНЭКШН» ВЫХОДИТ РАЗ В ТРИ ГОДА В РАМКАХ МНОГОСТОРОННЕГО
ФОНДА ПО ОСУЩЕСТВЛЕНИЮ МОНРЕАЛЬСКОГО ПРОТОКОЛА.

Монреальский протокол и Кигалийская поправка: озон, климат и здоровье

© Pixabay

МОНРЕАЛЬСКИЙ ПРОТОКОЛ

Стратосферный озоновый слой является основным щитом, оберегающим Землю от УФ-излучения. В 1980-х годах предсказание ученых о том, что ХФУ будут разрушать озоновый слой, было самым ошеломляющим образом подтверждено появлением огромной дыры в озоновом слое над Антарктикой. Это вызвало тревогу и заставило группу стран принять Венскую конвенцию в 1985 году, а два года спустя – Монреальский протокол (1987). По мере поступления новых научных данных протокол развивался посредством череды поправок, направленных на поэтапный отказ от веществ, разрушающих озоновый слой. Стороны, подписавшие протокол, объединили усилия для защиты здоровья людей и окружающей среды от вреда, связанного с повреждением озонового слоя, и к 2008 году Монреальский протокол достиг глобальной ратификации.

Защита озонового слоя в рамках Монреальского протокола, называемого «самым успешным договором об охране окружающей среды», принесла многочисленные выгоды, в том числе, для здоровья человека.



© Pixabay

© RF_studio

ХФУ – ПРЯМАЯ СВЯЗЬ СО ЗДОРОВЬЕМ ЧЕЛОВЕКА

Хлорфторуглероды (ХФУ) представляют собой класс ОРВ, имеющий дополнительную прямую связь со здоровьем человека: помимо их использования во вспененной изоляции, охлаждении и аэрозолях, они являются ключевым компонентом дозированных аэрозольных ингаляторов (ДАИ), используемых при лечении астмы и хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ).

ХФУ имеют очень длительный период полураспада (время, необходимое для их разложения), а это значит, что даже если 99% этих веществ уже выведены из обращения, то они – и их вредное воздействие – все равно будут оставаться в атмосфере в течение многих лет. Учитывая длительный разрыв во времени между воздействием УФ-излучения и развитием рака, ХФУ, произведенный 60 лет назад, будет по-прежнему вызывать рак кожи через 60 лет, и ситуация была бы намного хуже, если бы Монреальского протокола не существовало (Woodcock, 2023).

Большинство пациентов могут безопасно использовать ингаляторы с низким ПГП без аэрозольных газов-вытеснителей (порошковые ингаляторы, DPI). Однако порошковые ингаляторы подходят не всем пациентам, поэтому дозированные аэрозольные ингаляторы претерпели ряд изменений по экологическим причинам: сначала – переход с ХФУ на ГФУ-134а, а теперь – на новые аэрозольные газы-вытеснители с низким ПГП ГФУ-152а или ГФО-1234ze, которые находятся на поздней стадии разработки. Это требует тщательно управляемого перехода, чтобы не навредить пациентам (Woodcock, 2023).



ОзонЭкшн SCOOP

James S. Curlin
Head OzonAction
1, rue Miollis
75015 Paris, France

Available online at www.unep.org/ozonaction
Publication Manager: Anne-Maria Fenner
Author: Marta Pizano
Review: Caroline Stevens, Yanelit Ruiz Blanco,
Ashley Woodcock
Design/Layout: Dominic Ríos

Please send comments to:
Anne-Maria Fenner
+507 305 3104 anne.fenner@un.org

ССЫЛКИ

Madronich, S., G. H. Bernhard, P. J. Neale, A. Heikkilä, M. P. Sulbæk Andersen, A. L. Andrady, et al. (2024). Continuing benefits of the Montreal Protocol and protection of the stratospheric ozone layer for human health and the environment. *Photochemical & Photobiological Sciences* <https://doi.org/10.1007/s43630-024-00577-8>

Madronich, S., J. Lee-Taylor, M. Wagner, J. Kyle, Z. Hu and R. Landolfi (2021). Estimation of skin and ocular damage avoided in the United States through implementation of the Montreal Protocol on substances that deplete the ozone layer. *ACS Earth and Space Chemistry*: 1876-1888. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsearthspacechem.1c00183>

UNEP (2023). United Nations Environment Programme (UNEP), Questions and Answers about the Effects of Ozone Depletion, UV Radiation, and Climate on Humans and the Environment. Supplement of the 2022 Assessment Report of the UNEP Environmental Effects Assessment Panel, 25 pp.; UNEP: Nairobi, 2023.

Woodcock, A (2023). Hydrofluorocarbons, climate and health – moving the Montreal Protocol beyond ozone-layer recovery. *New England Journal of Medicine* 388 (26): 2404-2406

УФ ИЗЛУЧЕНИЕ – почему оно важно

УФ-излучение – это электромагнитное излучение, исходящее от солнца и невидимое человеческому глазу (солнечное излучение – это то, что мы видим и воспринимаем как исходящее от солнца). УФ-излучение несет большое количество энергии и может иметь негативные последствия, например, разрывая химические связи в молекулах, включая ДНК, но может быть и полезным в зависимости от его типа. УФ-излучение делится на следующие классы:

UV-C

УФ-С - несет самую большую энергию и полностью поглощается молекулами озона и кислорода в атмосфере Земли.

UV-B

УФ-В - также поглощается озоновым слоем, но не полностью, и если достигает Земли в высоких концентрациях, то может вызвать рак кожи, катаракту и подавление иммунного ответа у людей; также может влиять на растения и водные организмы, и сократить срок службы пластмассы.

UV-A

УФ-А – несет меньше энергии, но все же в некоторой степени потенциально опасно для здоровья.

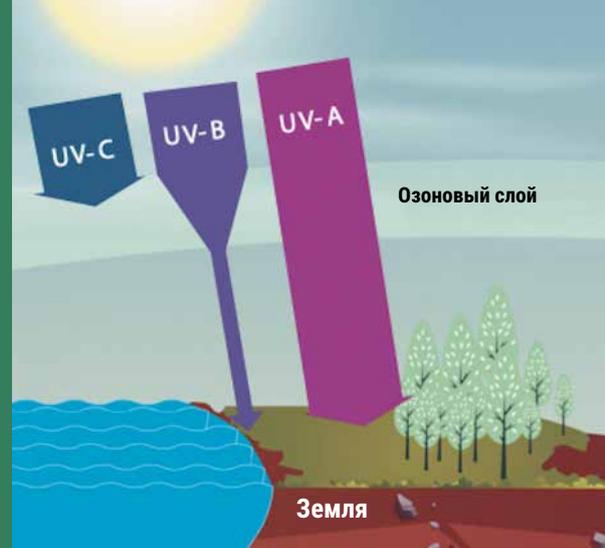


Рис. 1. На расстоянии 15–40 км от поверхности Земли (в стратосфере) озоновый слой действует как защитный экран от потенциально вредного УФ-излучения. Источенный озоновый слой будет пропускать в первую очередь УФ-В (ЮНЕП, 2023).

УФ-излучение распределяется по планете неравномерно, поэтому для измерения его интенсивности был разработан **индекс ультрафиолетового излучения**. Этот индекс отражает количество вредного ультрафиолетового излучения, вызывающего солнечные ожоги кожи человека, и признан на международном уровне; на УФ-В приходится около 90% индекса ультрафиолетового излучения, тогда как УФ-А занимает оставшиеся 10%. Индекс ультрафиолетового излучения зависит от интенсивности солнечного излучения, высоты солнца над горизонтом (например, в тропиках в полдень солнце может находиться прямо над головой), от высоты над уровнем моря, от отражения от земли (например, от свежеснежного покрова) и количества атмосферного озона в данной местности. Облака могут снижать УФ-излучение до определенного уровня, но они блокируют больше солнечного света, чем излучения; этим объясняется, почему мы все равно можем получить солнечные ожоги в пасмурные дни.

Группы экспертов Монреальского протокола (EEAP, SAP и TEAP), каждая по своему профилю, утверждают, что, предотвратив рост вредного ультрафиолетового излучения (особенно УФ-В), связанный с разрушением озонового слоя, Монреальский протокол не допустил превращения Земли в необитаемую планету. Недавние и текущие исследования позволяют нам яснее понимать, как разрушение озонового слоя влияет не только на здоровье человека, но и на все формы жизни и все экосистемы. Решительные действия, предпринятые сторонами по поэтапному отказу и замещению озоноразрушающих веществ (ОРВ), вывели мир на путь восстановления озонового слоя, что принесло человечеству большую пользу.

Например, исследовательская группа из США в 2021 году сообщила, что по мере возвращения уровня радиации к уровню до 1980 года, Монреальский протокол и поправки к нему, «как ожидается, предотвратят 443 миллиона случаев рака кожи и 63 миллиона случаев катаракты у американцев, родившихся до конца этого столетия», а также миллионы случаев катаракты глаз во всем мире (Madronich et. al., 2021). Исследование проводилось среди населения США, но в нем утверждается, что даже если конкретные выгоды различаются в зависимости от страны или региона, то, очевидно, что усилия в рамках Монреальского протокола приносят пользу всей планете.

Действительно, исследования, проведенные в разных странах, таких как Канада, Нидерланды, Литва, Австралия и США, свидетельствуют о росте заболеваемости раком кожи, включая меланому, за последние 2–3 десятилетия, причем в Финляндии раком кожи заболевают даже дети и подростки. Воздействие УФ-излучения было определено как одна из основных причин рака кожи, поэтому защита озонового слоя жизненно важна для предотвращения этого серьезного заболевания. То же самое касается катаракты и некоторых видов опухолей глаз (Madronich et.al., 2024). Отрезвляющим является тот факт, что ХФУ, произведенные в 1960-х и 1970-х годах, истощили озоновый слой, который не восстановится до 2060 года. Из-за латентного периода в 40 лет между воздействием УФ-излучения и развитием рака кожи, показатели заболеваемости раком кожи, скорее всего, не вернуться к норме до 2100 года.

Озон и климат – Кигалийская поправка

Помимо ущерба, наносимого озоновому слою, многие ОРВ также являются парниковыми газами, зачастую, с высоким потенциалом глобального потепления (ПГП). По оценкам, во второй половине XX века совокупное воздействие всех ОРВ было вторым по величине источником глобального потепления после CO₂, и за счет сокращения выбросов этих веществ Протокол позволил избежать глобального потепления на 0,5–1 °C (ЮНЕП, 2023 г.).

Например, ХФУ-11 имеет ПГП почти 5 000 (т.е. в 5 000 раз больше, чем у CO₂), тогда как ХФУ-12 имеет ПГП почти 11 000. Для замены ХФУ и других ОРВ были внедрены гидрофторуглероды (ГФУ) как озонобезопасные альтернативы. Однако они также имеют значительный ПГП, хотя и не такой высокий, как у ХФУ: например, ГФУ-134а (широко используемый ГФУ) имеет ПГП 1 430. Тем не менее, ГФУ, ежегодно производимые в объеме около 780 000 тонн, являются важными химическими

веществами. Девяносто процентов этих химических веществ используются в отрасли холодильного оборудования и кондиционирования воздуха (RAC), но важно отметить, что ГФУ также заменили ХФУ в медицинских дозированных аэрозольных ингаляторах (ДАИ), содержащийся в которых ГФУ-134а фармацевтической категории полностью выбрасывается в атмосферу в процессе использования (Woodcock, 2023).

Осознавая влияние ГФУ на климат, Стороны Монреальского протокола предприняли срочные меры по поэтапному сокращению ГФУ и внедрению альтернативных вариантов в рамках Кигалийской поправки в 2016 году. Поэтапное сокращение ГФУ потенциально способно предотвратить дальнейшее глобальное потепление на 0,3–0,5 °C к 2100 году.

К счастью, решения находятся в разработке, хотя выбор альтернатив – непростая задача, поскольку имеются побочные аспекты. Например:

В секторе RAC доступен ряд «природных» хладагентов, таких как углеводороды (УВ), CO₂ или аммиак, но воспламеняемость углеводородов и токсичность других альтернатив ограничивают их использование в некоторых областях.

Некоторые альтернативные хладагенты с низким ПГП (ГФО) содержат фтор, и в некоторых странах находятся под пристальным вниманием, что может привести к принятию всеобъемлющих запретов, ограничивающих их применение.



Source: Ozone Secretariat website
<https://ozone.unep.org/sustainable-cold-chains-virtual-exhibition>

Холодильное оборудование и системы кондиционирования воздуха (RAC) востребованы в самых разных отраслях и ситуациях, включая транспортировку и хранение продовольствия, торговлю скоропортящимися продуктами (фруктами, овощами, мясом, рыбой, молочными продуктами, переработанными пищевыми продуктами и т.д.), а также поддержание здоровья и комфорта дома и на рабочем месте.

Таким образом, RAC влияет на продовольственную безопасность, доступ к вакцинам и лекарствам и другие важные аспекты повседневной жизни. Это будет становиться все более важным по мере дальнейшего изменения климата, особенно в жарких странах. Эффективная, устойчивая холодовая цепь, таким образом, критически важна для благополучия миллионов людей (рис. 2).

Рис. 2. Основные компоненты холодовой цепи.