

## Что такое ультрафиолетовое излучение и в каком диапазоне оно находится?

Ультрафиолетовое излучение (УФИ, UV) занимает промежуточное положение между видимой частью спектра и рентгеновскими лучами. Его диапазон охватывает длины волн от **400 до 10 нанометров**. Соответствующие частоты находятся в пределах от  $7,9 \cdot 10^{14}$  до  $3 \cdot 10^{16}$  герц.

Для удобства практического использования весь диапазон делят на два крупных участка. Первый — это **ближний ультрафиолет** (от 400 до 200 нм). Он может свободно проходить в воздушной среде, поэтому именно в этом диапазоне чаще всего работают прикладные исследования и приборы. Второй участок — **далёкий или вакуумный ультрафиолет** (200–10 нм). Его излучение интенсивно поглощается воздухом, поэтому изучать его возможно лишь в условиях глубокого вакуума. Такое деление подчёркивает не только различие по длине волны, но и принципиальные отличия в условиях применения.

## Как делится спектр УФ-излучения на поддиапазоны А, В и С?

Внутри ультрафиолетовой области различают три участка, каждый из которых имеет собственный диапазон длин волн и характерные проявления.

- **УФ-А (315–400 нм)**. Этот участок относят к «мягкому» ультрафиолету. Он хорошо проникает в кожу и вызывает образование загара.
- **УФ-В (280–315 нм)**. Данный диапазон более жёсткий. Его излучение приводит к солнечным ожогам, а при длительном воздействии может вызвать хронические поражения кожи.
- **УФ-С (200–280 нм)**. Это область наиболее жёсткого неионизирующего ультрафиолета. Здесь кванты активно поглощаются нуклеиновыми кислотами и белками, что вызывает мутации и гибель клеток. Именно поэтому диапазон УФ-С называют **бактерицидным**: он эффективно инактивирует микроорганизмы, включая бактерии и вирусы.

Такое деление спектра закрепилось благодаря биологическому воздействию и стало стандартом при описании источников ультрафиолета.

## Чем отличаются воздействия УФ-А, УФ-В и УФ-С на живые организмы?

Эти три диапазона различаются по глубине проникновения и по последствиям для биологических объектов.

**УФ-А** действует мягко, вызывает лишь потемнение кожи за счёт образования пигмента меланина. Оно считается относительно безопасным при умеренных дозах.

**УФ-В** значительно более агрессивен. При кратковременном воздействии он может вызвать покраснение и ожог, а при регулярном — заболевания кожи. Именно этот диапазон ответственен за большинство повреждений, связанных с солнечным светом.

**УФ-С** обладает наибольшей энергией среди неионизирующих участков. Его кванты поглощаются ДНК и РНК, а также белковыми молекулами. Результатом становится разрушение или мутация генетического материала. На этом свойстве основано использование УФ-С-излучения в бактерицидных лампах и установках. Несмотря на то, что УФ-С плохо проникает вглубь кожи, его интенсивное поглощение поверхностными слоями может приводить к тяжёлым ожогам и повреждениям.

Таким образом, по мере перехода от УФ-А к УФ-С возрастает энергия фотонов и усиливается их биологическая опасность.

## Что называют вакуумным УФ-излучением и почему оно так называется?

Особый участок спектра — это **вакуумный ультрафиолет**, занимающий диапазон от 200 до 10 нм. Название связано с тем, что воздух практически полностью поглощает такие волны. Для их изучения требуются специальные установки с вакуумом.

В этом диапазоне протекают характерные процессы:

- при длинах волн **100–200 нм** излучение поглощается кислородом, что приводит к образованию озона; также его поглощают молекулы воды и органические примеси, вызывая появление радикалов;
- в более коротковолновой части — **10–100 нм** — энергия квантов становится достаточной для ионизации атомов и молекул. Поэтому излучение в этом интервале называют **ионизирующим ультрафиолетом**.

Таким образом, вакуумный УФ обладает высокой реакционной способностью и используется в специальных условиях, где воздух удалён.

## Какие типы спектров может иметь ультрафиолетовое излучение?

Форма спектра зависит от природы источника:

- **Линейчатый спектр** возникает у атомов, ионов или простых молекул. Пример — излучение атома водорода.
- **Полосатый спектр** характерен для тяжёлых молекул. Он обусловлен сложными электронно-колебательно-вращательными переходами.
- **Непрерывный спектр** наблюдается в условиях торможения и рекомбинации электронов, например в плотной плазме.

Эти различия определяют выбор источников при практическом применении УФ-излучения.

## Какие светотехнические величины применяются для описания УФ-излучения?

Чтобы количественно описывать ультрафиолетовое излучение, используют систему радиометрических величин. В главе приводится таблица, которую можно пересказать словами.

- **Энергия излучения (W).** Характеризует общее количество энергии, переносимое излучением. Единица измерения — джоуль (Дж).
- **Поток излучения (Ф).** Определяется как энергия, делённая на время воздействия. Это мощность излучения, выражается в ваттах (Вт).
- **Спектральная плотность потока (Фλ).** Показывает, какой поток приходится на узкий интервал длин волн. Измеряется в ваттах на нанометр (Вт/нм).
- **Сила излучения (I).** Определяется как поток, приходящийся на телесный угол. Единица — ватт на стерадиан (Вт/ср).
- **Облучённость (E).** Это поток излучения, делённый на площадь, на которую он падает. Единица измерения — ватт на квадратный метр (Вт/м<sup>2</sup>).
- **Поверхностная доза или флуенс (H).** Характеризует энергию, приходящуюся на площадь облучения. Единица измерения — джоуль на квадратный метр (Дж/м<sup>2</sup>).
- **Объёмная доза (Hv).** Это энергия, распределённая по объёму среды. Единица — джоуль на кубический метр (Дж/м<sup>3</sup>).

Такая система величин позволяет описывать излучение количественно, сравнивать разные источники и рассчитывать дозы облучения при проектировании оборудования.

## В каких единицах измеряются основные параметры УФ-излучения?

Все эти параметры фиксируются в системе СИ. Энергия измеряется в джоулях, поток — в ваттах, спектральная плотность — в ваттах на нанометр, сила — в ваттах на стерадиан, облучённость — в ваттах на квадратный метр. Для доз используют джоуль на квадратный или кубический метр.

Применение единой системы позволяет корректно проводить измерения, сравнивать данные и проектировать установки, обеспечивая требуемую эффективность обеззараживания или других процессов, связанных с ультрафиолетом.