

Лазерное излучение

Электромагнитное лазерное
излучение

Излучение оптических квантовых
генераторов

Классификация лазеров

- Классификация по физико-техническим параметрам (при этом учитывается агрегатное состояние активного рабочего вещества: твёрдое, жидкое, газообразное).
- Классификация по способу накачки активного вещества (оптический, электрический, химический и др.).
- Классификация по характеру генерации излучения (импульсного и непрерывного действия).

Показатели, характеризующие лазерное излучение

- Мощность излучения
- Длительность импульса
 - Плотность энергии
 - Диаметр луча
- Длина волны излучения или его частота
- Частота повторения импульсов излучения

Классификация лазерного излучения по биологическим эффектам

№№ диапазонов	Длина волны излучения	Биологический эффект
IA	100-315 нм	Излучение поглощается роговицей глаза
IB	1400-10 ⁶ нм	
II	315-400 нм	Излучение поглощается хрусталиком глаза
IIA	400-750 нм	Излучение проходит через глазные среды и поглощается сетчаткой (IIA – видимый диапазон спектра)
IIB	750-1400 нм	

Формула для расчёта дозы лазерного излучения

$$A = \frac{P \times T}{C}, \text{ где:}$$

A – доза лазерного излучения,

P – мощность лазера, Вт;

T – время экспозиции, сек.;

C – площадь светового пятна нерасфокусированного луча лазера диаметром 4 мм, см².

Вид лазерного излучения, воздействующего на человека

- Зеркально отражённое излучение – наиболее опасное для органа зрения.
- Диффузно рассеянное излучение. На практике встречается значительно чаще. В зависимости от отражающих свойств обрабатываемого материала, мощности и режима работы лазера рассеянное излучение может превышать ПДУ для органа зрения.
- Прямое непосредственное воздействие лазерного луча на глаза или поверхность тела – бывает при грубых нарушениях правил техники безопасности.

Сопутствующие неблагоприятные факторы, сопровожающие работу лазеров (I слайд)

- Импульсные световые вспышки (лампы накачки);
- Ультрафиолетовое излучение (лампы накачки, кварцевые газоразрядные трубки);
- Озон и оксиды азота;
- Ионизация воздуха при разряде импульсных ламп накачки;
- Шум (работа вспомогательных элементов лазерной установки, взаимодействие луча с обрабатываемыми материалами);
- Мягкое рентгеновское излучение;
- Электромагнитные поля радиочастот (ВЧ и УВЧ накачка);
- Агрессивные и токсические жидкости (активная среда, охлаждающие жидкости).

Сопутствующие неблагоприятные факторы, сопровожающие работу лазеров (II слайд)

Загрязнение воздуха аэрозолями и газами (продукты деструкции обрабатываемых лазерным лучом материалов);

Высокотемпературная плазма, являющаяся источником кратковременного рентгеновского и нейтронного излучения. Возникает в результате взаимодействия особо мощного лазерного излучения с обрабатываемым веществом.

Эффекты, лежащие в основе взаимодействия биологических систем и лазерного излучения

- Термический эффект;
- Ударный фотоэлектрический;
- Фотохимический эффект

Особую опасность
представляет лазерное излучение
для глаз,
которые относительно прозрачны
для излучения с длиной волны
от 0,4 до 1,4 мкм,
включающему в себя
видимую и
ближнюю инфракрасную
области спектра.

В результате фокусирования
световой энергии,
падающей на роговую оболочку,
энергетическая плотность её на сетчатке
резко возрастает.

Особенно чувствителен к лазерному
излучению
пигментный эпителий сетчатки,
разрушение которого может привести к
потере зрения.

Значение длительности импульса лазерного излучения

- Лазерное излучение с длительностью импульса $<10^{-6}$ сек. Поглощается в основном на гранулах меланина. Т.о., тепловой источник сильно локализован в пространстве, то есть только на гранулах.
- При лазерном излучении $>10^{-6}$ секунд выделение энергии более однородно вследствие распространения её за счёт теплопроводности.

Биологическое действие лазерного излучения

(I слайд)

- Высокая пролиферативная активность тканей после облучения.
- Ускорение синтеза РНК.
- Снижение уровня свободнорадикальных реакций.
- Положительная динамика основных симптомов гипертонической болезни.
- Положительные или отрицательные изменения ЭЭГ в зависимости от энергии и экспозиции излучения и состояния человека.
- Затруднения венозного оттока.
- Обострение хронических процессов.
- Повышение иммунной реактивности.

Биологическое действие лазерного излучения

(II слайд)



- Общая утомляемость
- Чувство тяжести и боли в глазах
- Головные боли
- Повышенная раздражительность и возбудимость
- Нарушения сна
- Лабильность сосудистых реакций
- Гипергидроз
- Повышение сухожильных и периостальных рефлексов
- В сетчатке – мелкие единичные точечные изменения
- Снижение световой и контрастной чувствительности
- Увеличение времени восстановления адаптации
- Изменение цветовой чувствительности

Радиозащитное действие лазерного излучения

Доза γ -излучения	Выживаемость животных	Срок гибели животных
600 Р	60%	2 неделя
700 Р	45%	2 неделя
600 Р + лазерное облучение	95%	3 неделя
700 Р + лазерное облучение	72%	3 неделя

Гигиеническая регламентация лазерного излучения

Существует 2 подхода:

-  По повреждающему действию излучения на среды глаза или кожу;
-  По тем функциональным изменениям, которые возникают в самом глазу либо в других органах и тканях организма под воздействием лазерного излучения.

Основные принципы регламентации лазерного излучения (I слайд)

- В спектральных областях 100-315 и 1400-10⁶ нм – по неблагоприятному действию на роговицу глаза.
- В области 315-400 нм – по неблагоприятному действию на хрусталик.
- 400-1400 нм при длительности импульса от 10⁻⁶ сек. до 10 сек. – по тепловому действию излучения на сетчатку.
- 400-1400 нм при длительности импульса от 10⁻⁹ сек. до 10⁻⁶ сек. – по тепловому действию излучения на сетчатку, но с учётом локального выделения энергии на гранулах меланина сетчатки.

Основные принципы регламентации лазерного излучения (II слайд)

- 700-1400 нм при длительности импульса >10 сек. – по тепловому действию излучения на сетчатку глаза.
- 400-750 нм при экспозиции от 10 до 100 сек. – по тепловому и фотохимическому эффектам, проявляющимся в сетчатке глаза.
- 400-750 нм при экспозиции более 100 сек. Необходимо учитывать воздействие излучения не только на сетчатку глаза, но и на другие органы и системы организма.

Санитарные нормативы лазерного излучения

- ГОСТ 50723-94 «Лазерная безопасность. Общие требования безопасности при разработке и эксплуатации лазерных изделий».
- ПДУ гелий-неонового лазера для экспозиции $1,2 \times 10^{-1}$ сек. равен 2×10^{-3} Вт/см².
- Максимальная плотность энергии, безопасная для кожи, равна 0,1 Дж/см².
- И другие нормативы.