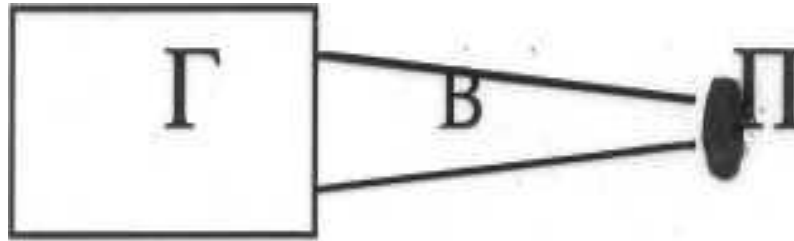


Медицинская  
физиотерапевтическая  
аппаратура  
(продолжение)

# СВЧ-терапия



В микроволновой (СВЧ) терапии используется электромагнитное поле с частотой **460 МГц** (дециметровый диапазон) и **2375 МГц** (сантиметровый диапазон).



Действующий фактор - ультракороткие электромагнитные волны.

Первичный механизм действия - возбуждение колебаний ионов в растворах электролитов и переориентация легких диполей диэлектриков (в основном, воды).

Первичный физический эффект воздействия - тепловой эффект.

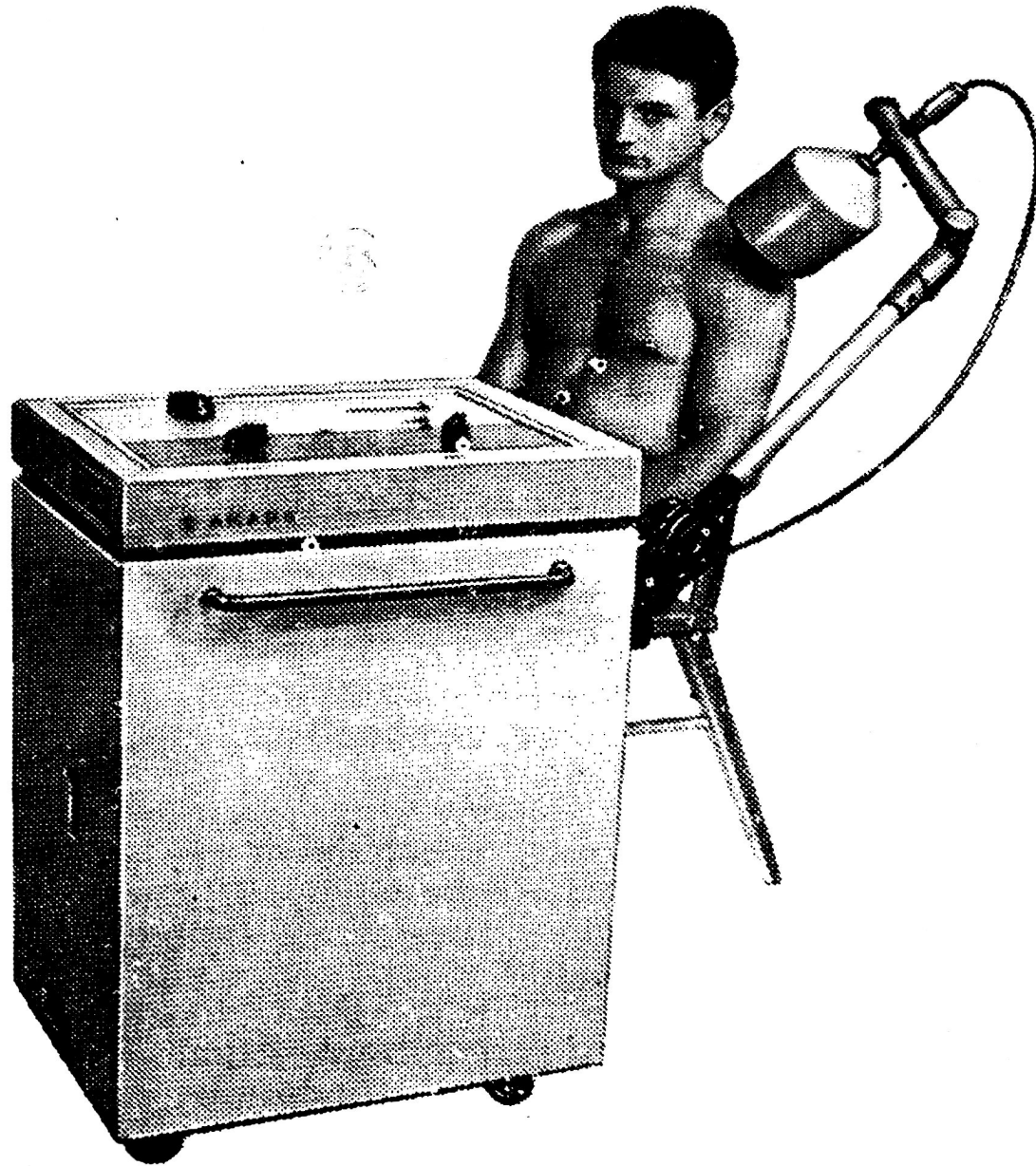
Количество выделяемой теплоты в диэлектрике:

$$q = \omega E^2 \varepsilon_r \varepsilon_0 \operatorname{tg} \delta$$

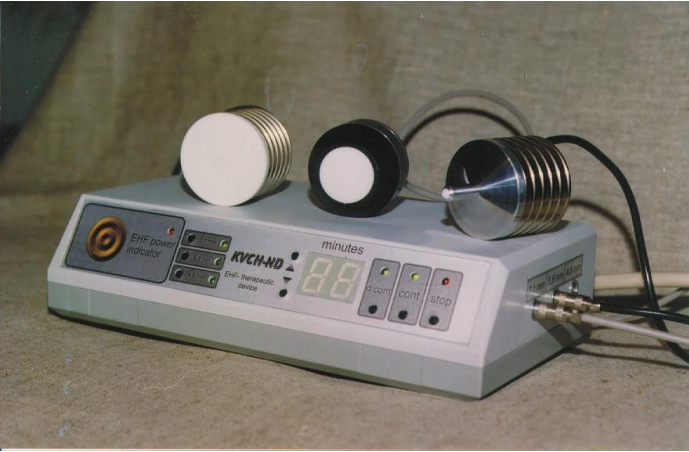
Большое выделение теплоты наблюдается в водосодержащих тканях (кровь, мышцы).

Глубина проникновения для ДМВ - 9-11 см, а для СМВ - 3-5 см.

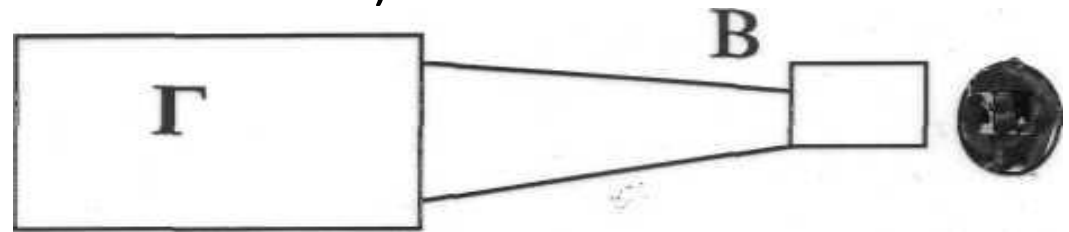
# СВЧ-терапия



# КВЧ-терапия



В процедурах КВЧ - терапии используют электромагнитные колебания частотой 57 - 65 ГГц (длина волны 4-8 мм).

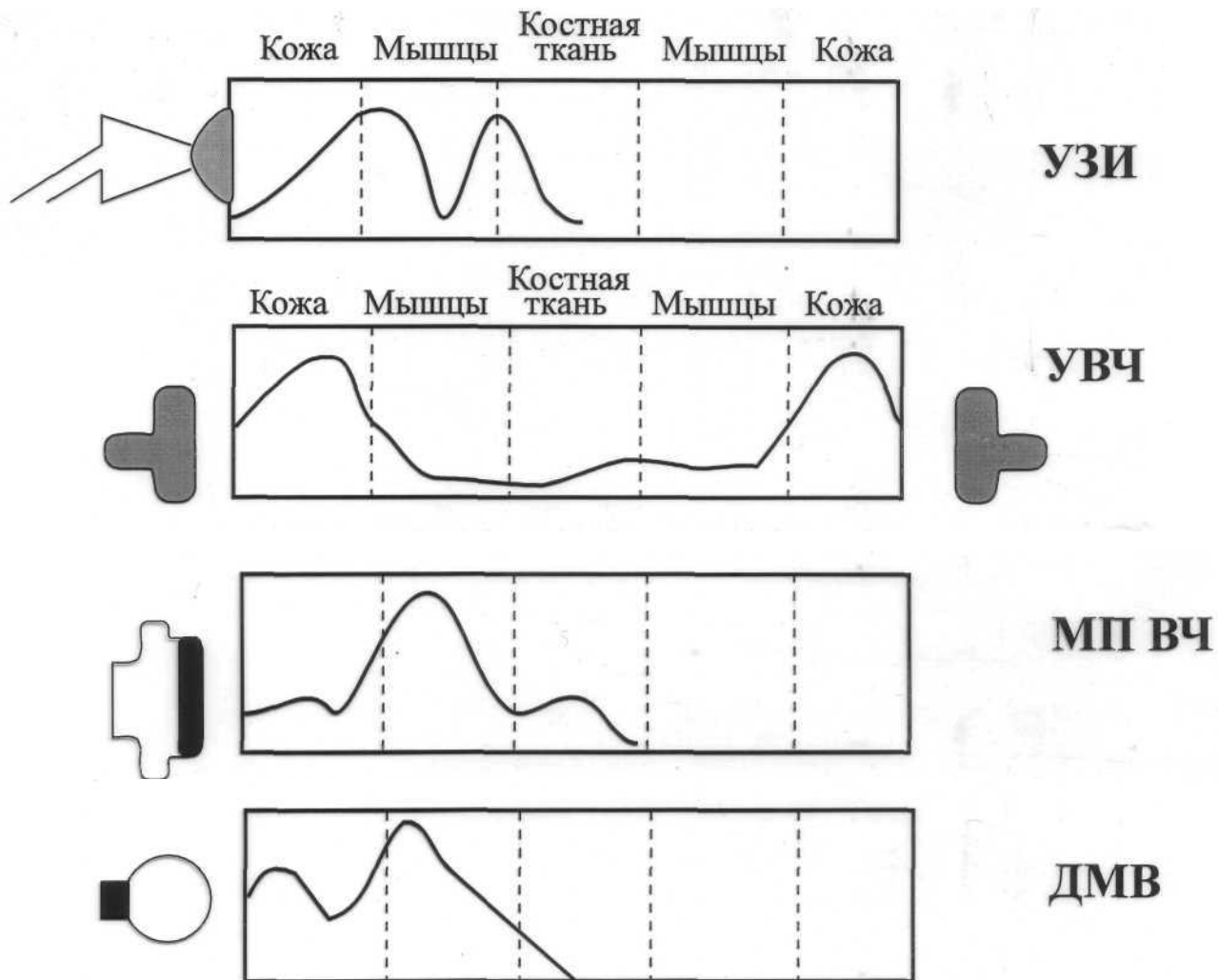


Действующий фактор - миллиметровые электромагнитные волны.

Первичный механизм действия - резонансные и нерезонансные эффекты действия КВЧ - излучения на живые организмы.

Первичный физический эффект - специфическая биоинформационная функция, связанная с резонансным поглощением энергии, запуском автоколебательных процессов и конформационной перестройкой в биологических системах; управление процессами приспособления; активация рефлексогенных зон и биологически активных точек.

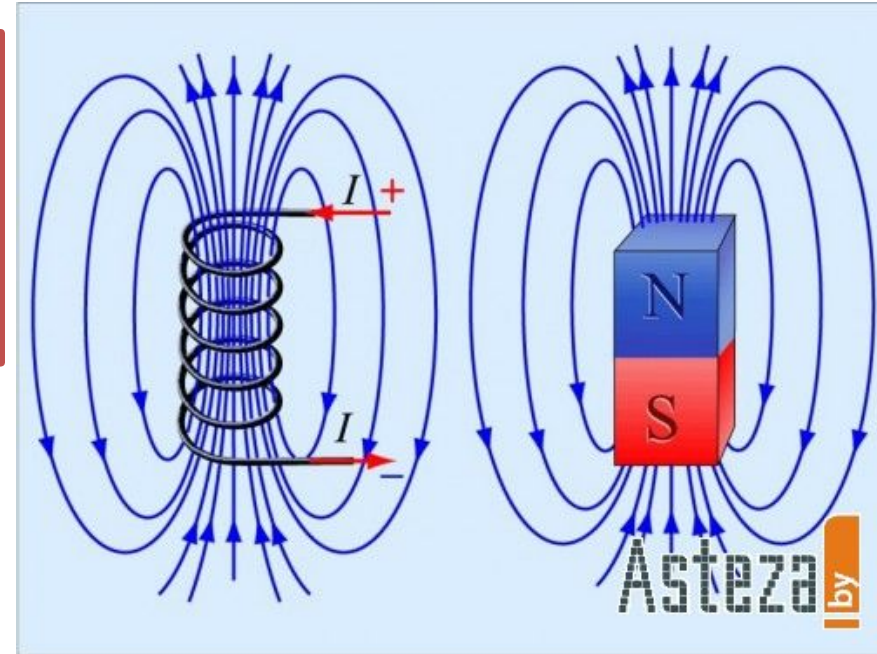
# Распределение поглощенной энергии в ткани организма при разных воздействиях





# Магнитотерапия

Магнитотерапия- метод физиотерапии, при котором применяют низкочастотное и постоянное магнитное поле.



Магнитные поля могут генерироваться в непрерывном или прерывистом (импульсном) режиме с различной частотой, формой, и длительностью импульсов.



# Магнитотерапия


## Лечебное воздействие магнитных полей



- 1) В процессе воздействия магнитного поля на ткани человека в них возникают электрические токи;
- 2) Вследствие переориентации биологических макромолекул, находящихся в ионизированном состоянии, и свободных радикалов, а также изменения физико-химических свойств водных систем организма происходят сдвиги в скорости биохимических и биофизических процессов.
- 3) Магнитная переориентация жидких кристаллов, являющихся основой клеточных и цитоплазматических мембран, влияет на проницаемость этих мембран и специфические функции клетки.
- 4) Изменения вероятности протекания элементарных актов взаимодействия в биохимических реакциях благодаря влиянию магнитных полей на состояние электронной структуры.

# Магнитотерапия


Показания:

 Остеохондроз с двигательными и чувствительными расстройствами;


Заболевания вегетативной нервной системы;

 Диабетические полиневриты;


Невриты;

 Выраженные фантомные боли;

Пародонтоз;


 Дистрофические и воспалительные заболевания суставов, переломы длинных трубчатых костей;

Вазомоторный ринит, гайморит;

 Посттромбофлебитический синдром;

Артериальная гипертензия 1-ПА стадии;

Противопоказания:

 Резко выраженная гипертензия, грибковые заболевания кожи, туберкулез легких, тяжелые формы гипертонической болезни острые нарушения мозгового и коронарного кровообращения, гипертоническая болезнь с резко выраженным колебанием АД, острые гнойные процессы, острые инфекционные заболевания.



## Лечебное применение ИК - излучения основано на тепловом действии

### Диапазон ИК - излучения делят на три части:

коротковолновая область:  $\lambda = 0,74—2,5$  мкм;

средневолновая область:  $\lambda = 2,5—50$  мкм;

длинноволновая область:  $\lambda = 50—2000$  мкм;

*Последнее время длинноволновую область этого диапазона выделяют в независимый диапазон электромагнитных волн — **терагерцовое излучение** (субмиллиметровое излучение).*

**Наибольший эффект** → при воздейс  
**коротковолновым излучением**,  
близким к видимому диапазону.



ТЕРМОТЕРАПИЯ

**Специальные лампы** – источники Видимого и ИК – излучения ( спектр ламп накаливания содержит  $\geq 85\%$  ИК - лучей ) .

**Проникновение в тело на 20 мм** => прогрев поверхности => возникает градиент температур (gradT) => активизация деятельности теплорегулирующей системы.



Лампа СОЛЛЮКС(переносная)  
(Лампа для проведения местных теплосветовых процедур)



Лампа «Соллюкс» стационарная предназначена для проведения общих и местных светотепловых процедур в физиотерапевтических кабинетах лечебных учреждений.

## Средневолновая область ИК – излучения.

**Лечебное применение:** кванты с  $\lambda = 3-4$  мкм => небольшая энергия => только тепловой эффект.

Глубина проникновения – 2-3 см => gradT =>

1. ↑ обмен, кровотока
  2. ↑ фагоцитарная активность лейкоцитов
  3. Транквилизирующее и болеутоляющее действие.
- => обратное развитие воспалительных процессов.

### **Показания:**

1. Негнойные воспалительные процессы.
2. Травмы суставов и мышечно-связочного
3. аппарата
4. Ожоговая болезнь
5. Невралгии

**Приборы:** Лампы ИК-лучей

– Инфраруж, «Лик – 5м»;

Сочетанное действие теплового и видимого излучения – лампа «Соллюкс» стационарная; ручной рефлектор с синей лампой.



Инфракрасный облучатель «Соллюкс»

## Рефлектор "Ясное солнышко" "АРМЕД" (синяя лампа)

Рефлектор состоит из зеркального металлического плафона, соединенного кронштейном с цельной металлической рукояткой.



Внутри зеркального плафона находится лампа накаливания мощностью 60 Вт со стеклянной колбой синего цвета, которая и является источником инфракрасных и видимых лучей.

### Лечебные эффекты инфракрасного облучения

Противовоспалительный (противоотечный, ренгенеративно-пролиферативный), трофический, местный анальгетический, вазоактивный.

**Методика:** ИК и Вид – 15 - 40' ежедневно или через день.  
Курс – 20-25 процедур.

### Показания для инфракрасного облучения

Хронические и подострые негнойные воспалительные заболевания внутренних органов, ожоги и отморожения, вялозаживающие раны, язвы, заболевания периферической нервной системы с болевым синдромом (миозиты, невралгия), последствия травм опорно-двигательного аппарата.



Часть инфракрасного излучения с максимумом на длине волны около **10 мкм** соответствует излучению самого человеческого тела. Поэтому любое внешнее излучение с такими длинами волн наш организм воспринимает как «**своё**».



Воздействуя на организм человека в длинноволновой части инфракрасного диапазона, можно получить явление, называемое «**резонансным поглощением**», при котором внешняя энергия будет активно поглощаться организмом, вызывая при этом улучшение микроциркуляции крови и повышая скорость окислительно-восстановительных процессов, что субъективно ощущается как улучшение самочувствия, снятия чувства усталости и стресса.

*Дальнее инфракрасное излучение проникает в организм до 4-5 см, вызывая его максимальный прогрев.*

Самый известный на Руси искусственный источник длинноволновых ИК - лучей - это русская печь.



Инфракрасная сауна



Инфракрасная сауна



Обычная сауна

- 1) Очищение организма
- 2) Омоложение кожи
- 3) Повышение иммунитета
- 4) Улучшение микроциркуляции крови
- 5) Благоприятное психологическое воздействие
- 6) Улучшение кровообращения
- 7) Тренировка функциональных систем организма
- 8) Восстановление организма



# Ультрафиолетовое излучение

электромагнитное излучение, занимающее диапазон между фиолетовым концом видимого излучения и рентгеновским излучением (380 — 10 нм ).

*Понятие об ультрафиолетовых лучах впервые встречается у индийского философа 13-го века Shri Madhvacharya. Атмосфера описанной им местности содержала фиолетовые лучи, которые невозможно увидеть обычным глазом.*



*Вскоре после того, как было обнаружено инфракрасное излучение, Риттер начал поиски излучения и в противоположном конце спектра, с длиной волны короче, чем у фиолетового цвета. В 1801 году он обнаружил УФ – излучение.*

**Иогáнн Вильгéльм Рíттер (1776 —1810) — немецкий химик, физик, философ-романтик.**

**Сделал ряд важнейших открытий в области электрохимии и УФ - излучения .**

# Виды ультрафиолетового излучения

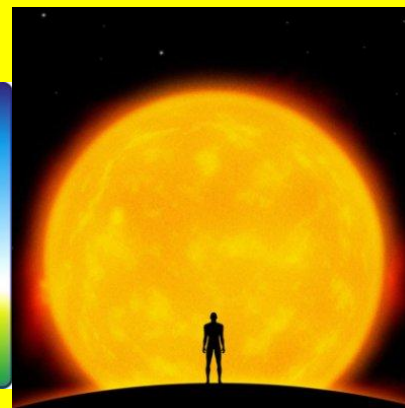
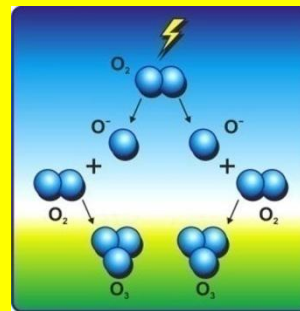
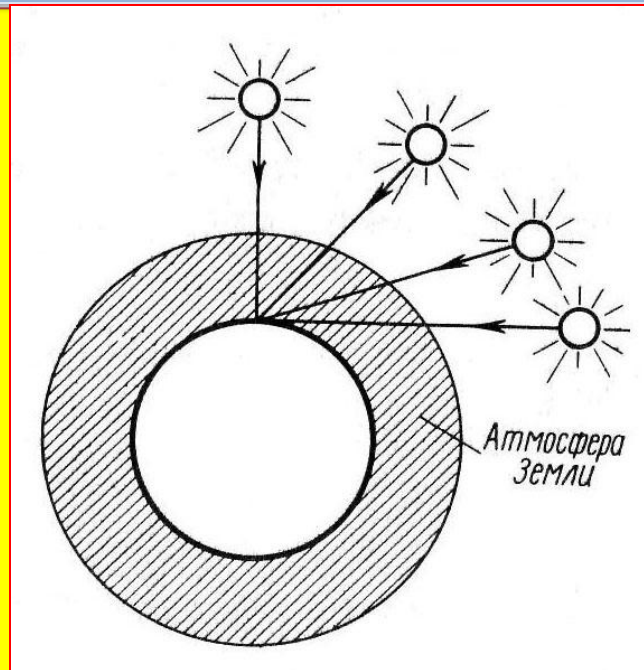
Наименование	Аббревиатура	Длина волны в нанометрах	Количество энергии на фотон
<b>Ближний</b>	NUV	400 нм — 300 нм	3.10 — 4.13 эВ
<b>Средний</b>	MUV	300 нм — 200 нм	4.13 — 6.20 эВ
<b>Дальний</b>	FUV	200 нм — 122 нм	6.20 — 10.2 эВ
<b>Экстремальный</b>	EUV, XUV	121 нм — 10 нм	10.2 — 124 эВ
<b>Вакуумный</b>	VUV	200 нм — 10 нм	6.20 — 124 эВ
Ультрафиолет А, длинноволновой диапазон, Чёрный свет	<b>UVA (ДУФ)</b>	400 нм — 315 нм	3.10 — 3.94 эВ
Ультрафиолет В (средний диапазон)	<b>UVB (СУФ)</b>	315 нм — 280 нм	3.94 — 4.43 эВ
Ультрафиолет С, коротковолновой, гермицидный диапазон	<b>UVC (КУФ)</b>	280 нм — 100 нм	4.43 — 12.4 эВ

Ближний ультрафиолетовый диапазон часто называют «чёрным светом», так как он не распознаётся человеческим глазом, но при отражении от некоторых материалов спектр переходит в область фиолетового видимого излучения.

Основной источник ультрафиолетового излучения на Земле — Солнце (9% его излучения приходится на УФ область).

Соотношение интенсивности излучения ДУФ и СУФ, общее количество ультрафиолетовых лучей, достигающих поверхности Земли, зависит от следующих факторов:

- от концентрации атмосферного озона над земной поверхностью
- от высоты Солнца над горизонтом
- от высоты над уровнем моря
- от атмосферного рассеивания
- от состояния облачного покрова
- от степени отражения УФ-лучей от поверхности (воды, почвы)



# Биологические эффекты ультрафиолетового излучения в трёх спектральных участках существенно различаются:

- ДУФ** – пигментообразующее действие (лечение псориаза в сочетании с фотосенсибилизирующими препаратами;
- СУФ** – эритемообразующее и антирахитическое действие;
- КУФ** – бактерицидное действие.

## Положительные эффекты действия УФ (диапазоны ДУФ и СУФ)

- повышает тонус симпатико-адреналиновой системы,
- активизирует защитные механизмы,
- повышает уровень неспецифического иммунитета,
- увеличивает секрецию ряда гормонов,
- образуются гистамин и подобные ему вещества, которые обладают сосудорасширяющим действием, повышают проницаемость кожных сосудов,
- изменяется углеводный и белковый обмен веществ в организме,
- изменяет легочную вентиляцию — частоту и ритм дыхания;
- повышается газообмен, потребление кислорода, активизируется деятельность эндокринной системы,
- образование в организме витамина Д, укрепляющего костно-мышечную систему и обладающего антирахитным действием.



## Ультрафиолетовые облучатели



**Ультрафиолетовый  
облучатель ОУФб-04  
"Солнышко"**

Показания к применению:

-пневмонии, бронхиты, бронхиальная астма, ревматоидный артрит, рожистое воспаление кожи, невриты, радикулиты, инфицированные раны, ожоги, закаливание, профилактика рахита.



## Искусственные источники

УФ источники излучения, как правило, имеют селективный спектр, рассчитанный на достижение максимально возможного эффекта для определенного фотобиологического процесса.



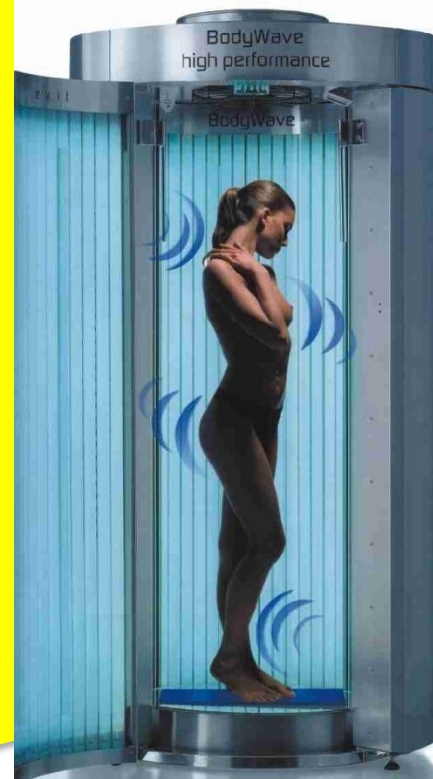
**Эритемные лампы (ЛЭ30, ЛЭР40)** были разработаны в 60-х годах прошлого века для компенсации «УФ недостаточности» естественного излучения, интенсификации процесса фотохимического синтеза витамина D<sub>3</sub> в коже человека («антирахитное действие»).

**Лампа ЛЭ 30**  
люминесцентная  
эритемная  
(люминисцентная),  
ртутная, низкого  
давления,  
терапевтическая,  
медицинская

Обладая хорошим «антирахитным действием», излучение эритемных ламп с максимумом в диапазоне 305—315 нм оказывает одновременно сильное повреждающее воздействие на конъюнктиву (слизистую оболочку глаза).



«Искусственный солярий», в которых используются УФ - источники, вызывающие достаточно быстрое образование загара. В их спектре преобладает «мягкое» излучение в зоне УФА. Доля УФВ строго регламентируется, зависит от вида установок и типа кожи (в Европе различают 4 типа человеческой кожи от «кельтского» до «средиземноморского») и составляет 1-5 % от общего УФ излучения.



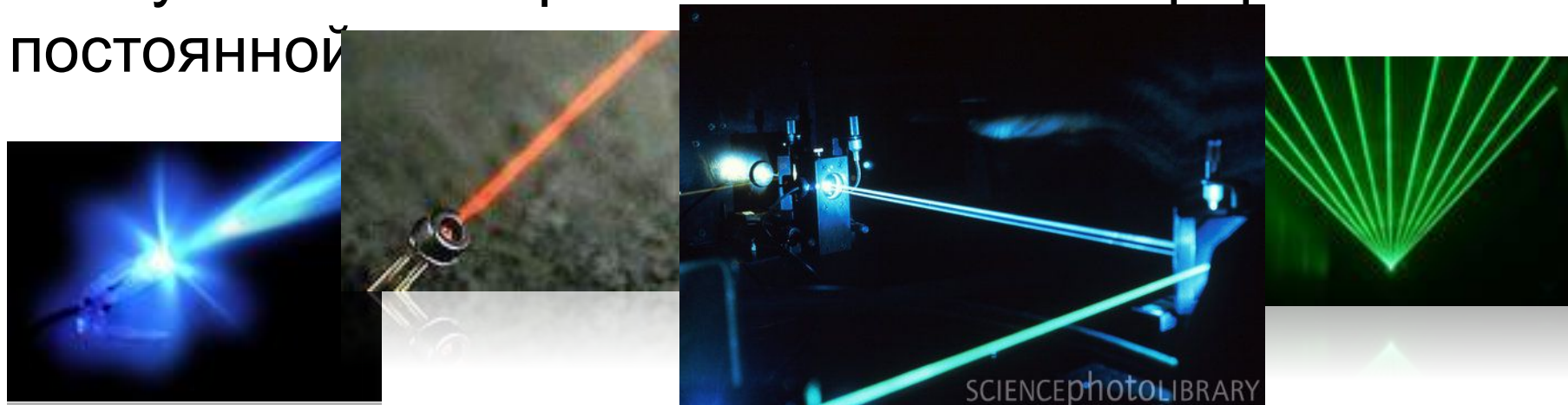


Кварцевая лампа "Солнышко"  
(мини-солярий) Лампы дают  
мягкий ультрафиолет,  
идеальный для загара.

(предназначен для местного лечения горла, уха, носа от воспалений различного рода. Лампа ДРТ-240 в этом "Солнышке" обладает мощным бактерицидным и вируцидным действием, которое помогает организму быстрее справиться с инфекцией)

**Лáзер** (англ. *laser*, акроним от англ. *light amplification by stimulated emission of radiation* — усиление света посредством вынужденного излучения), **оптический квантовый генератор** — устройство, преобразующее энергию накачки (световую, электрическую, тепловую, химическую и др.) в энергию когерентного, монохроматического, поляризованного и узконаправленного потока излучения.

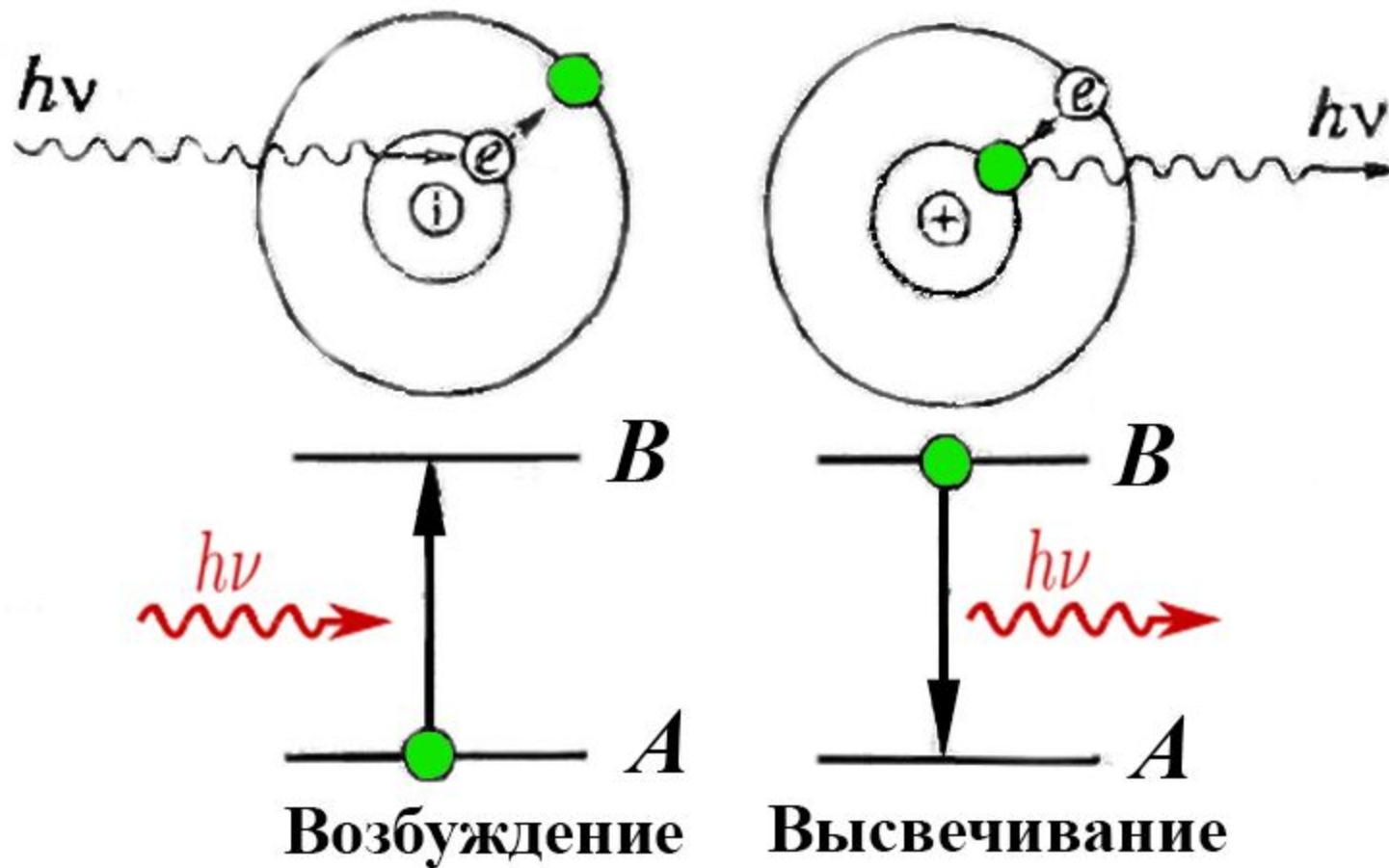
Излучение лазера может быть непрерывным с постоянной



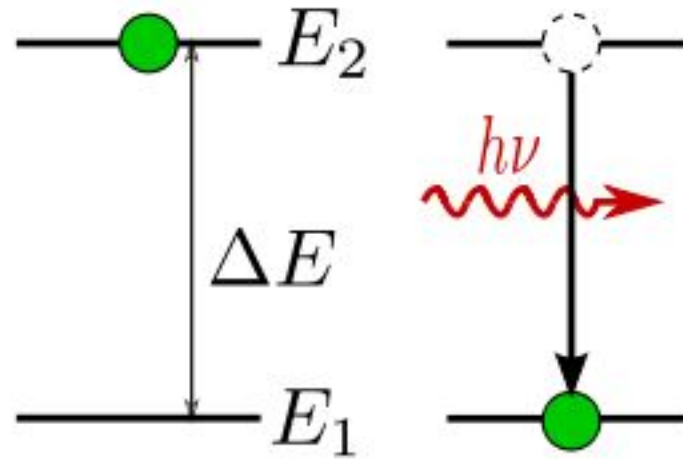
# Фундаментальные физические идеи для создания лазеров

- Вынужденное излучение
- Среда с инверсной заселённостью уровней.
- Использование положительной обратной связи (оптического резонатора)

# Поглощение и излучение электромагнитных квантов



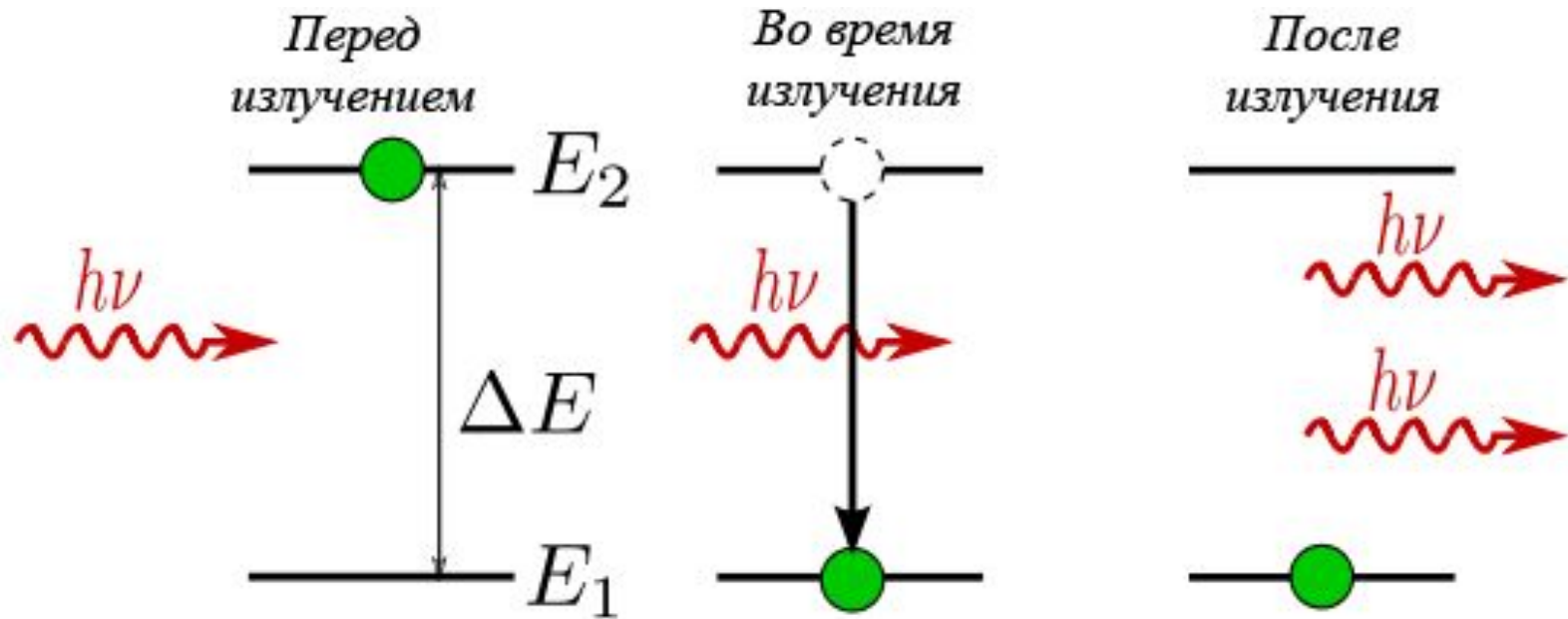
# Спонтанное излучение



Спонтанное излучение – случайно и хаотично по времени, частоте, направлению распространения и поляризации.



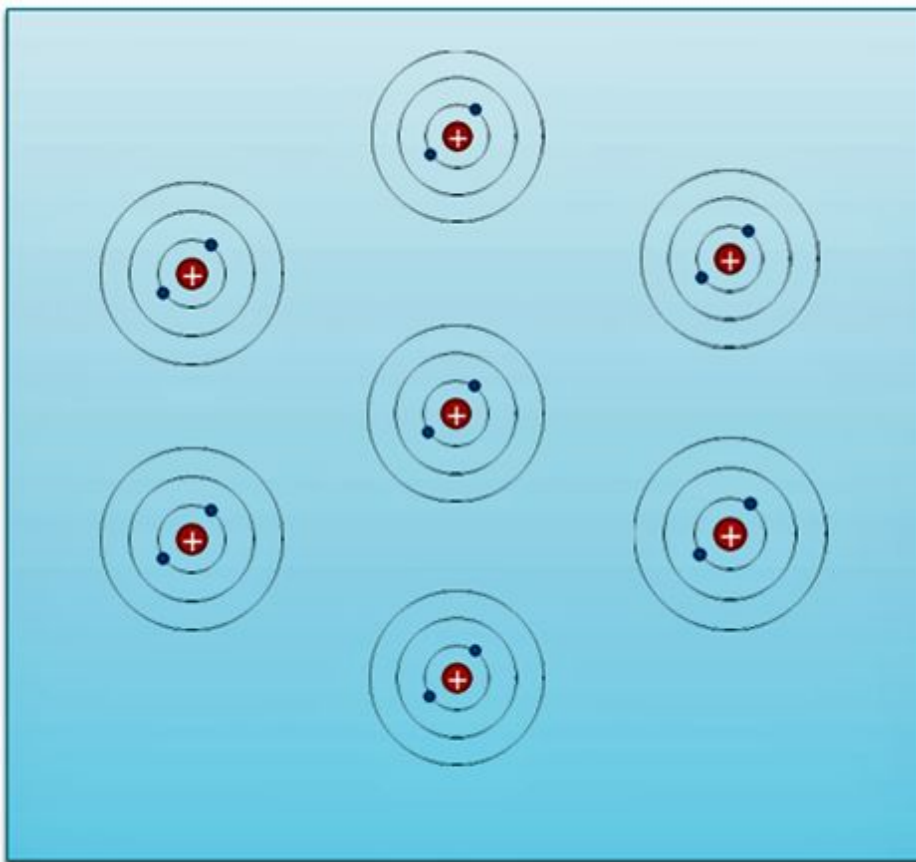
# Вынужденное излучение



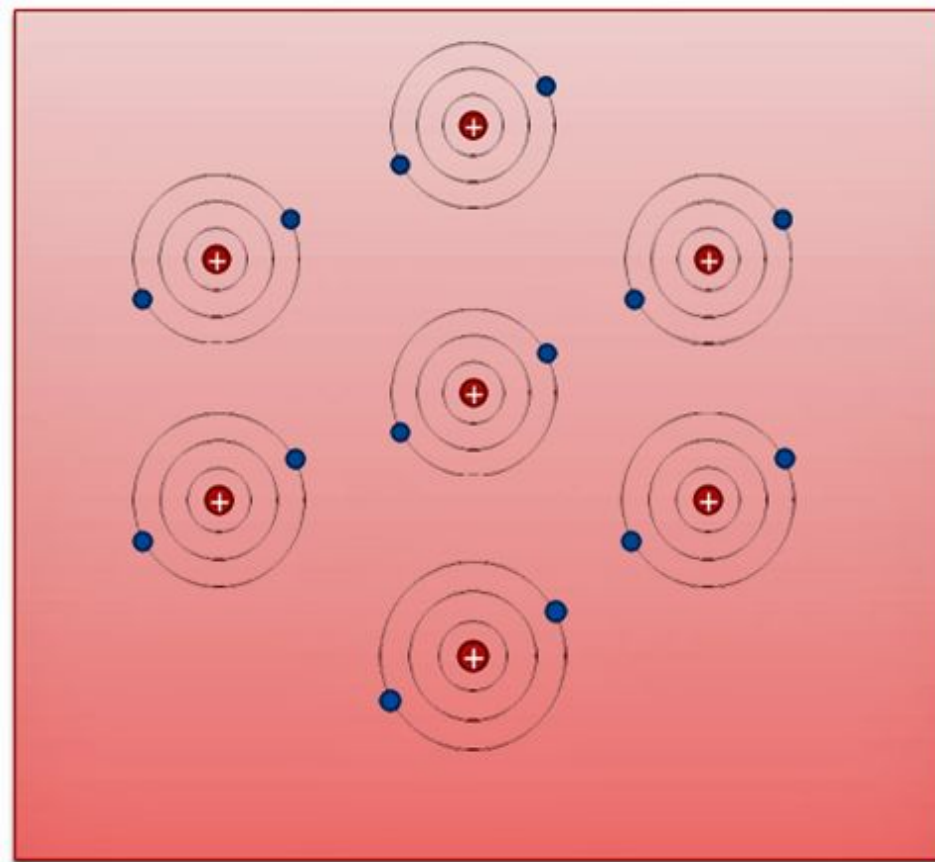
$$E_2 - E_1 = \Delta E = h\nu$$

Вынужденное (индуцированное) излучение – возникает при взаимодействии фотона с возбужденным атомом, если энергия фотона равна разности соответствующих уровней энергии атома. Кванты вынужденного излучения имеют одинаковую частоту и поляризацию.

# Активная усиливающая среда- среда с инверсной заселённостью энергетических уровней:



*Нормальная*  
заселённость уровней:  
нижние заняты, верхние  
свободны



*Инверсная*  
заселённость уровней:  
верхние заняты, нижние  
свободны

Процесс перевода среды из нормального состояния в инверсное называется **накачкой**.

### Основные виды накачки:

- Оптическая
- Электрическая

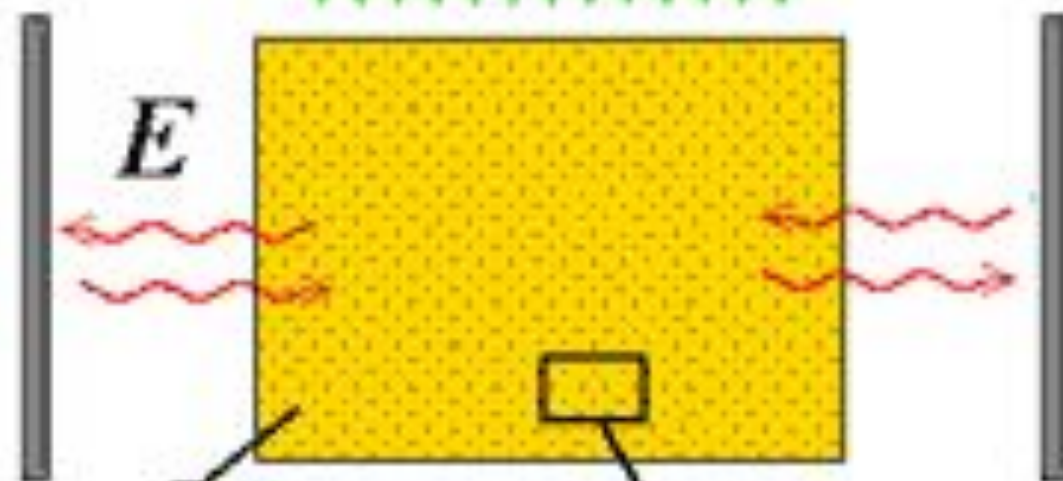
Накачка



Выходной  
сигнал



$E$

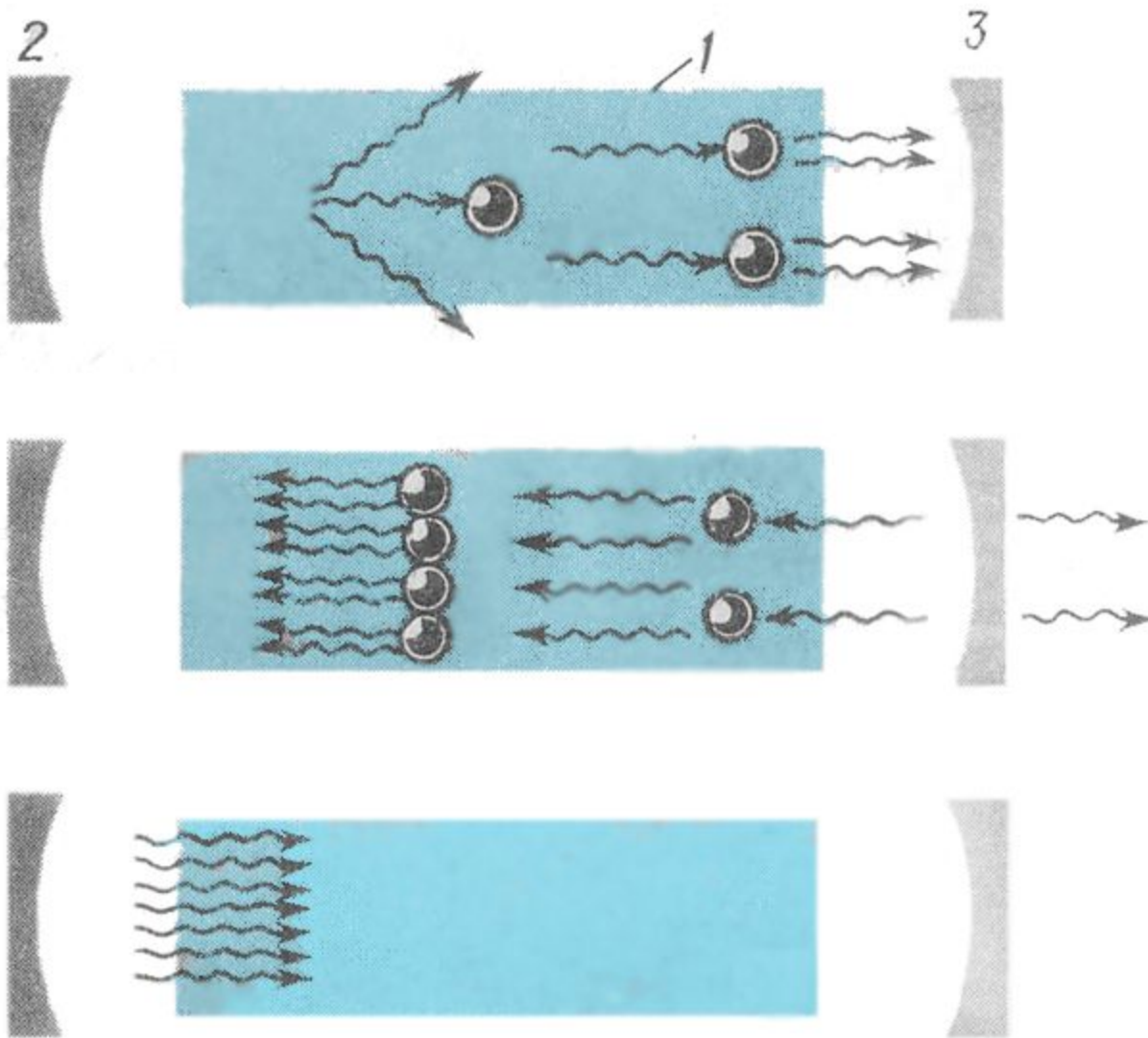


Активная  
среда



Лазер

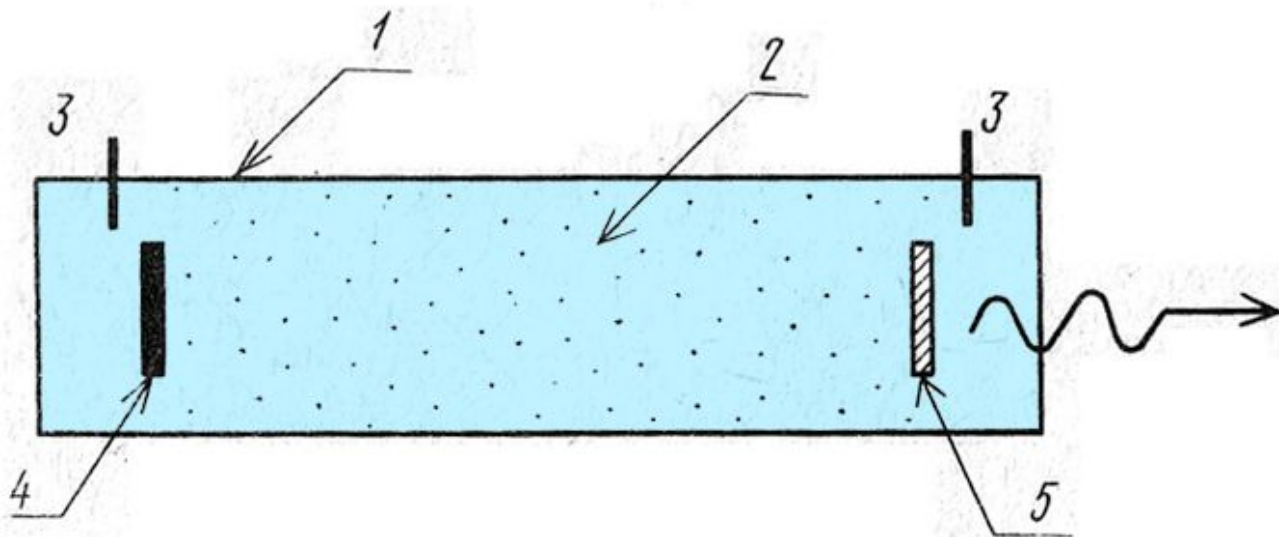
# Оптический резонатор



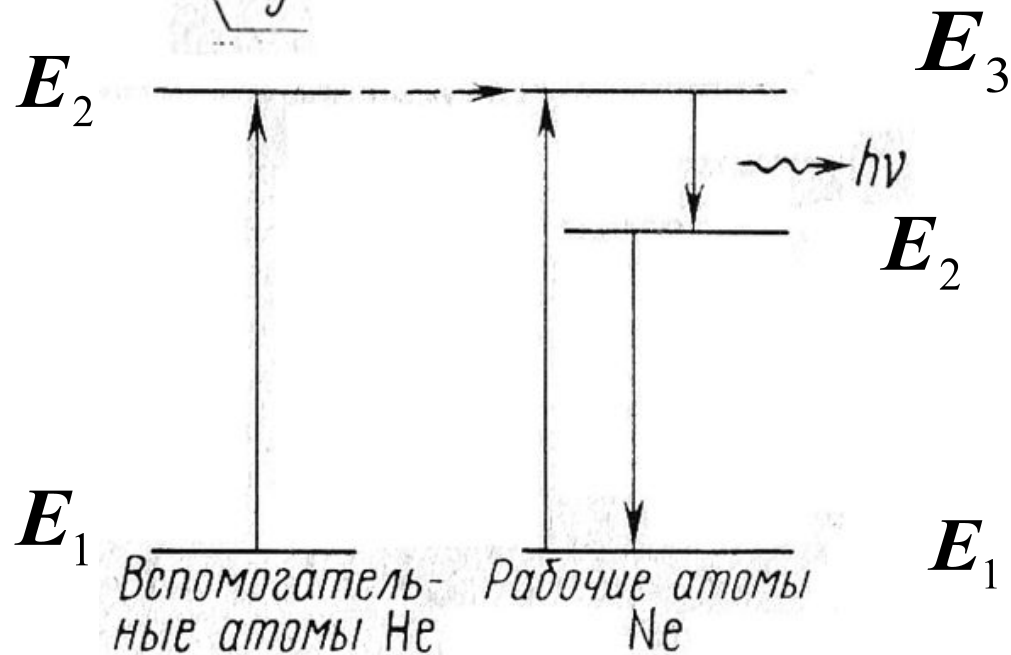
Состоит из двух зеркал, подобранных так, что возникающее излучение многократно усиливается проходя через активную среду.

1 – активная среда;  
2 – непрозрачное зеркало;  
3 – полупрозрачное зеркало.

# Гелий-неоновый лазер

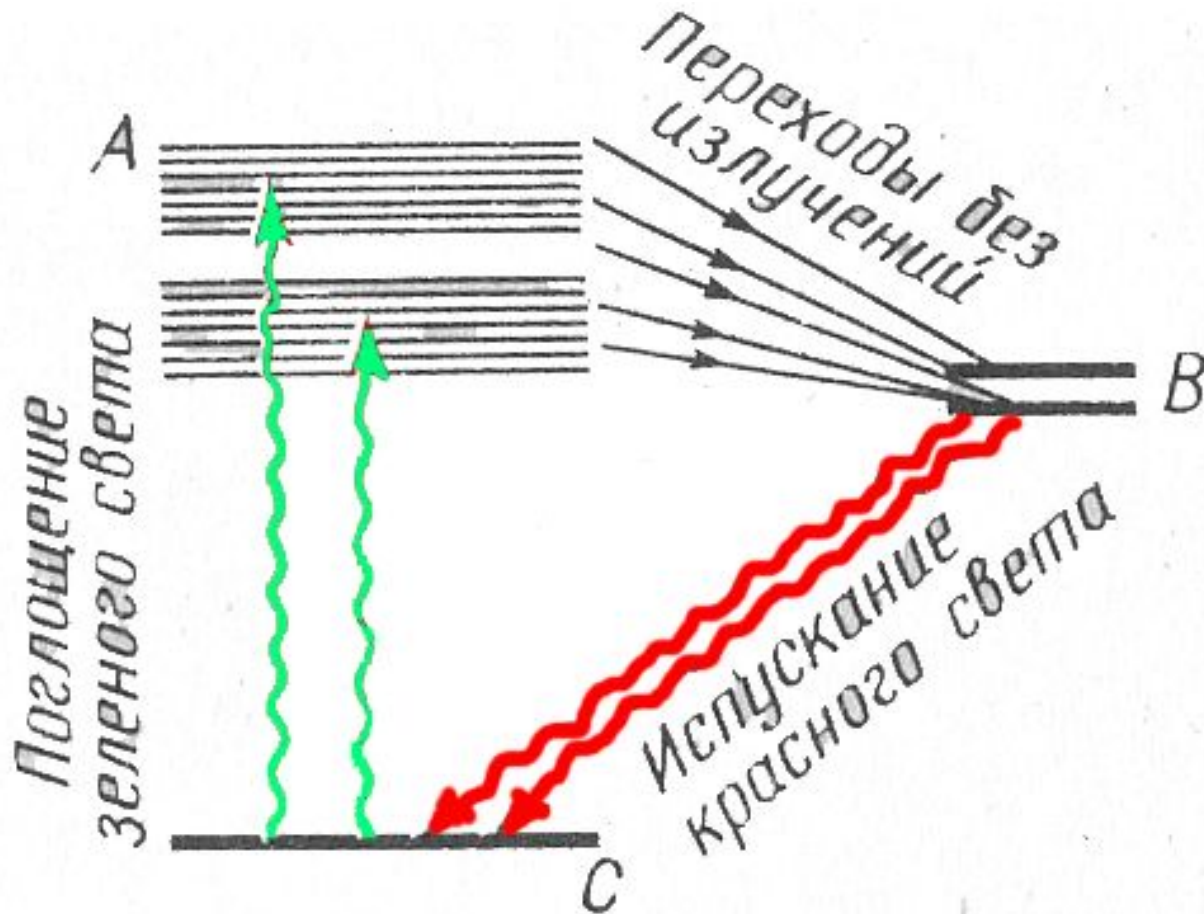


- 1- газоразрядная трубка, кварцевая  $d \approx 7\text{мм}$
- 2- смесь гелия и неона (He : Ne = 10:1),  $P = 150\text{ Па}$
- 3- электроды
- 4- непрозрачное зеркало
- 5- полупрозрачное зеркало





# Красный рубиновый лазер



# Свойства лазерного излучения

- Монохроматичность
- Узость пучка
- Когерентность
- Возможность получать различные мощности

# Монохроматичность

Излучение лазера имеет одну строго определенную длину волны ( $\Delta\lambda \approx 0,01$  нм).



**Длина волны:** зеленый 532нм, красный 650нм, пурпурный 405нм.

# Лазер

## Применение лазера медицине

в качестве **инструмента**  
**исследования:**

- Спектральных исследованиях
- лазерной микроскопии
- голографии
- др.

в качестве **инструмента**  
**воздействия** на  
биологические объекты:

- Дерматологии.
- Онкологии.
- Хирургии.
- Миостимуляции при вяло текущих раневых процессах, трофических язвах.
- Офтальмологии
- др.

# Различные мощности лазерного излучения

```
graph TD; A[Различные мощности лазерного излучения] --> B[Терапевтические лазеры]; A --> C[Хирургические лазеры]; B --- D[Низкая интенсивность: ≤10 Вт/см²]; C --- E[Высокая интенсивность: до 10⁶ Вт/см²];
```

Терапевтические лазеры

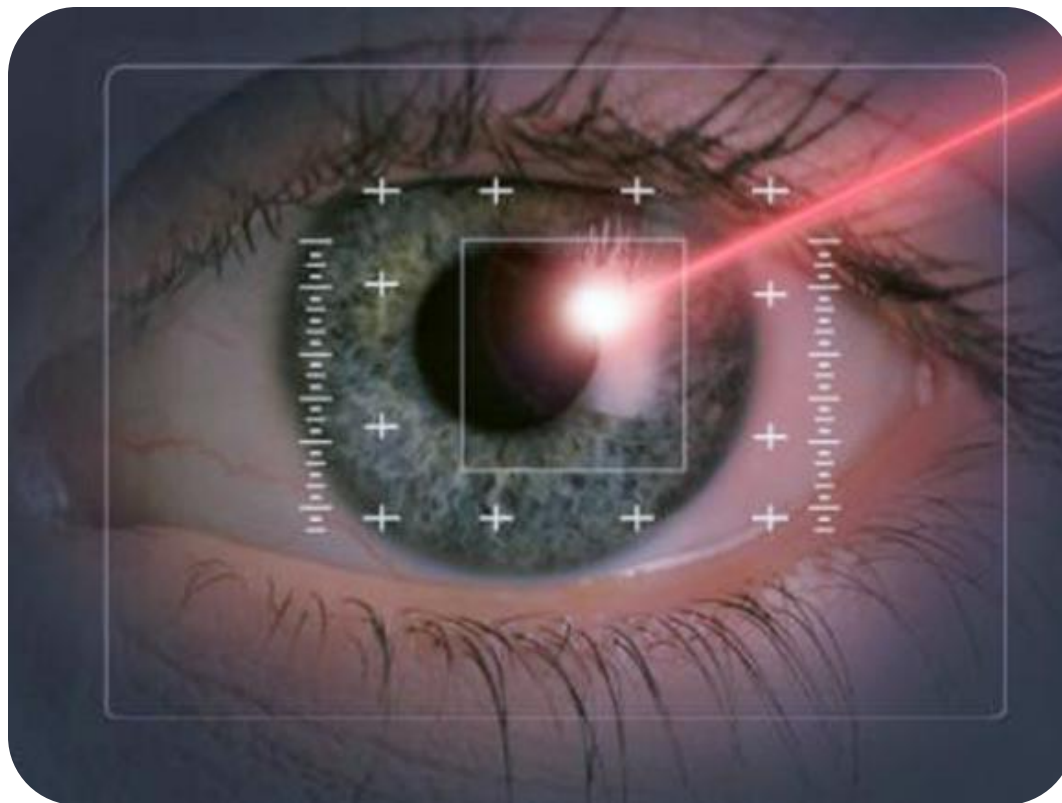
Низкая интенсивность:  
 $\leq 10 \text{ Вт/см}^2$

Хирургические лазеры

Высокая интенсивность:  
до  $10^6 \text{ Вт/см}^2$

# Узость пучка

Лечение глаукомы, посредством «прокалывания» лазером отверстий размером 50-100 мкм для оттока внутриглазной жидкости.





# Когерентность

Излучаемая лазером электромагнитная волна является когерентной : ее амплитуда, частота, фаза, направление распространения и поляризация постоянны или изменяются упорядоченно.

На основе гелий-неонового лазера с использованием волоконной оптики разработаны гастроскопы, формирующие голографическое объёмное изображение внутренней полости желудка.



# Действие лазерного излучения на биоткани

- *На клеточном уровне:* изменение активности клеточных мембран; активация ядерного аппарата клеток и систем ДНК-РНК-белок; окислительно-восстановительных реакций, различных ферментативных систем, и т.д.
- *На тканевом уровне:* снижение рецепторной чувствительности, снижение длительности фаз воспалительного процесса, отека, и напряжения тканей; усиление поглощения тканями кислорода, увеличение скорости кровотока, активация транспорта веществ через сосудистую стенку и др. Глубина проникновения до 2 мм.

# Действие лазерного излучения на организм в зависимости от поглощенной дозы

- высокие дозы – разрушающее
- средние дозы – угнетающее
- малые дозы – стимулирующее
- очень маленькие – отсутствие действия.

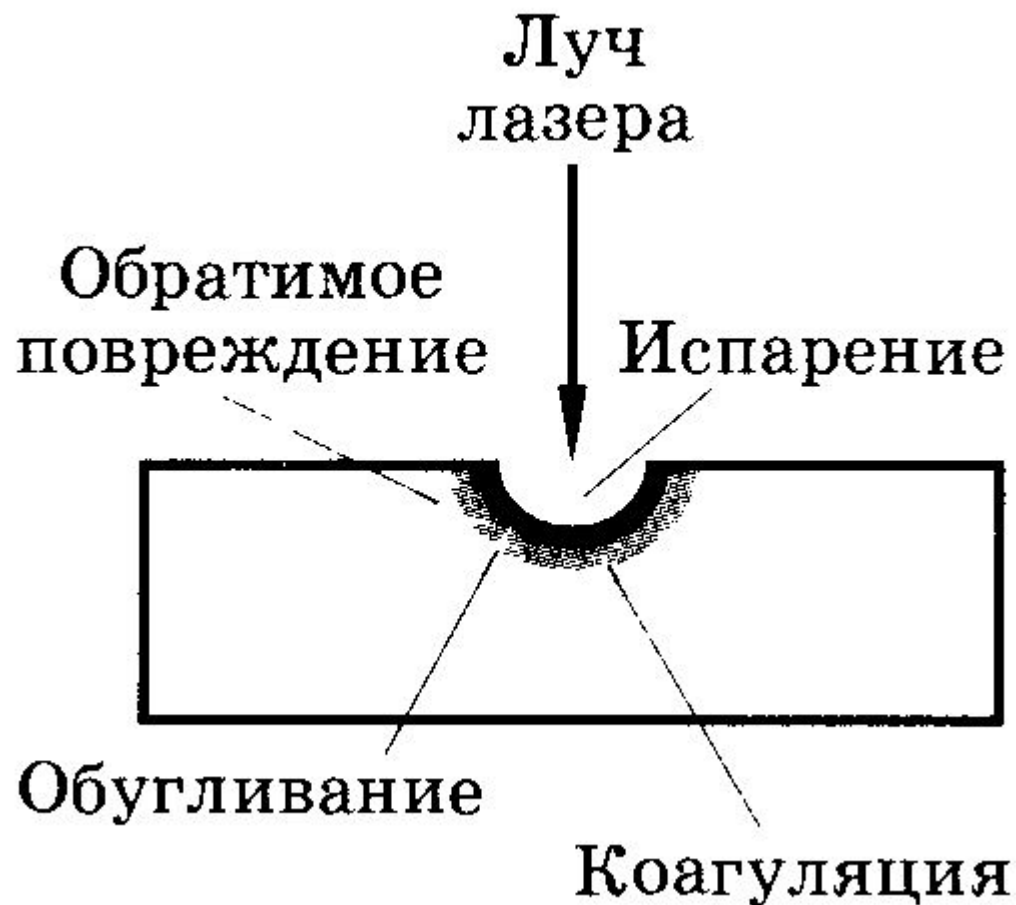
# Применение в медицине

1. Безоперационное лечение отслойки сетчатки. Применяется специальный прибор – офтальмокоагулятор.
2. Световой бескровный нож (не нуждается в стерилизации).
3. Лечение глаукомы, посредством «прокалывания» лазером отверстий размером 50-100мкм.
4. Уничтожение раковых клеток.
5. Разрушение дентина при лечении зубов.
6. Получение голографических изображений, позволяющих с помощью волоконной оптики получить объёмное изображение внутренних полостей.
7. При лечении трофических язв, послеоперационных швов.
8. При лечении ишемической болезни сердца и др.

# Лазерный скальпель

- бескровный разрез из-за фотокоагуляции
- надежность в работе (не сломается об косточку)
- прозрачный, что расширяет поле зрения хирурга
- абсолютная стерильность (луч + убивает микробы вследствие высокой температуры)
- локальность
- анальгетический эффект
- быстрое ранозаживление

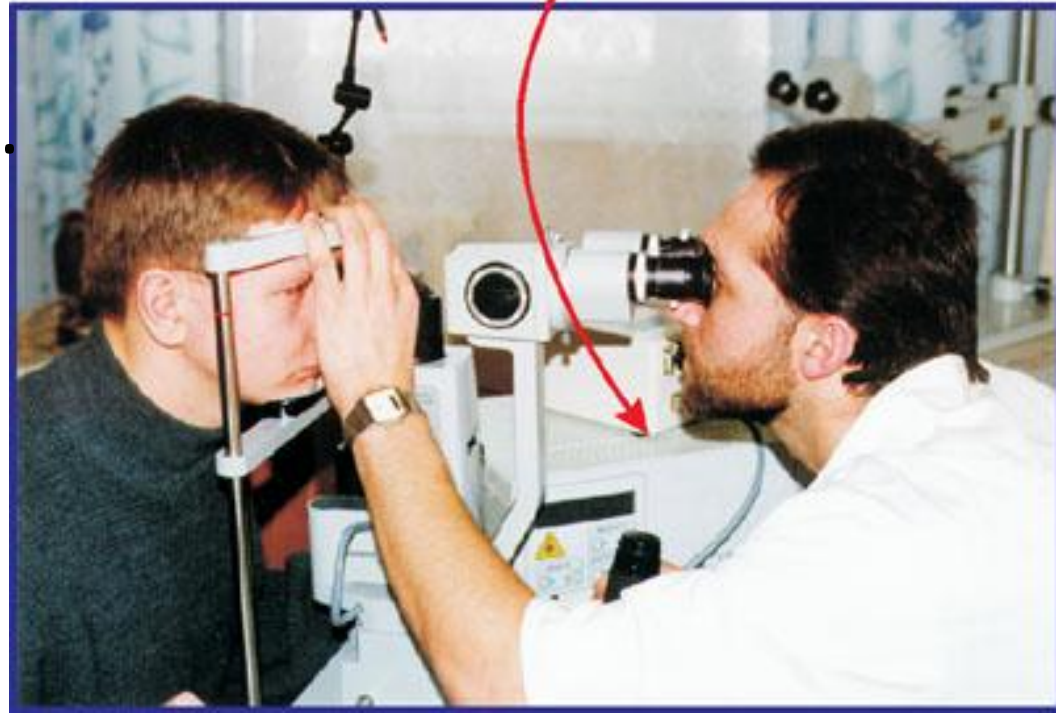
# Локальность действия на биологическую ткань





# Применение лазеров в офтальмологии

Безоперационное  
лечение отслойки  
сетчатки.  
Применяется  
специальный прибор  
–  
офтальмокоагулятор.



# Применение лазера в эндоскопии

Применяют для: остановки кровотечений из язв, опухолей и других источников; ликвидация новообразований, гемангиом, телеангиэктазий; ускорение регенерации хронических язв. Лазерный луч проводят по кварцевому световоду. Для наведения невидимого лазерного луча, используемого для деструкции, используют видимый (красный) луч гелий-неонового лазера.

Деструкция тканей происходит в результате генерации в них тепла и нагревания их до  $1000^{\circ}\text{C}$ .

Положительными качествами фотокоагуляции является отсутствие контакта инструмента с тканями, небольшая (до 2 мм) зона коагуляции, гемостатический эффект, эпителизация дефектов без образования рубцов.

Безопасность применения лазерного излучения в эндоскопии обеспечивается концентрацией энергии в поверхностных слоях ткани, направленным воздействием, регулируемой экспозицией.



# Применение лазеров в стоматологии

Лазерная стоматология — высокоэффективный современный метод лечения заболеваний слизистой оболочки рта и пародонта.

Лазер не затрагивает ткани зуба, а выпаривает воду, в них содержащуюся. При этом гибнут бактерии, уплотняется зубная эмаль. Лазерная стоматология универсальна и применяется при: болезни дёсен, отбеливании зубов, протезировании и установке брекетов, а также при вживлении имплантатов.



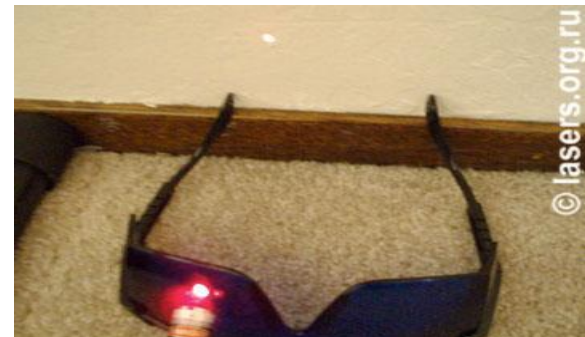
# Техника безопасности при работе с лазерами

**Первое правило лазерной безопасности: НИКОГДА НИ ПРИ КАКИХ ОБСТОЯТЕЛЬСТВАХ НЕ СМОТРИТЕ ГЛАЗАМИ НА ЛАЗЕРНЫЙ ЛУЧ!**

- Матовые поверхности стен и оборудования во избежание отражения лазерного луча
- Персонал должен быть обеспечен лазерозащитными очками
- Наладка и ремонт лазерной системы могут проводиться исключительно специально обученным персоналом.



Солнцезащитные очки не защищают от лазерного излучения



Лазерозащитные очки

# Лазер в онкологии

Внутривенно вводится фотосенсибилизатор, который избирательно фиксируется на мембранах опухолевых клеток и митохондриях. При облучении фотосенсибилизированной опухолевой ткани лазерным излучением происходит переход нетоксичного триплетного кислорода в синглетный кислород, обладающий выраженным цитотоксичным действием, что приводит к разрушению клеточных мембран опухолевых клеток.

**Применяют для  
лечения  
эндобронхиального  
рака, рака пищевода,  
гортани,  
поверхностного рака  
мочевого пузыря  
и шейки матки.**

