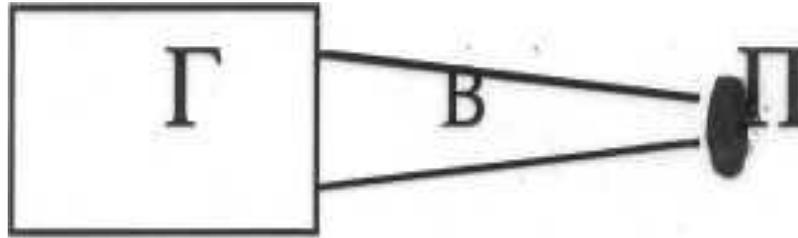


Медицинская
физиотерапевтическая
аппаратура
(продолжение)

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.

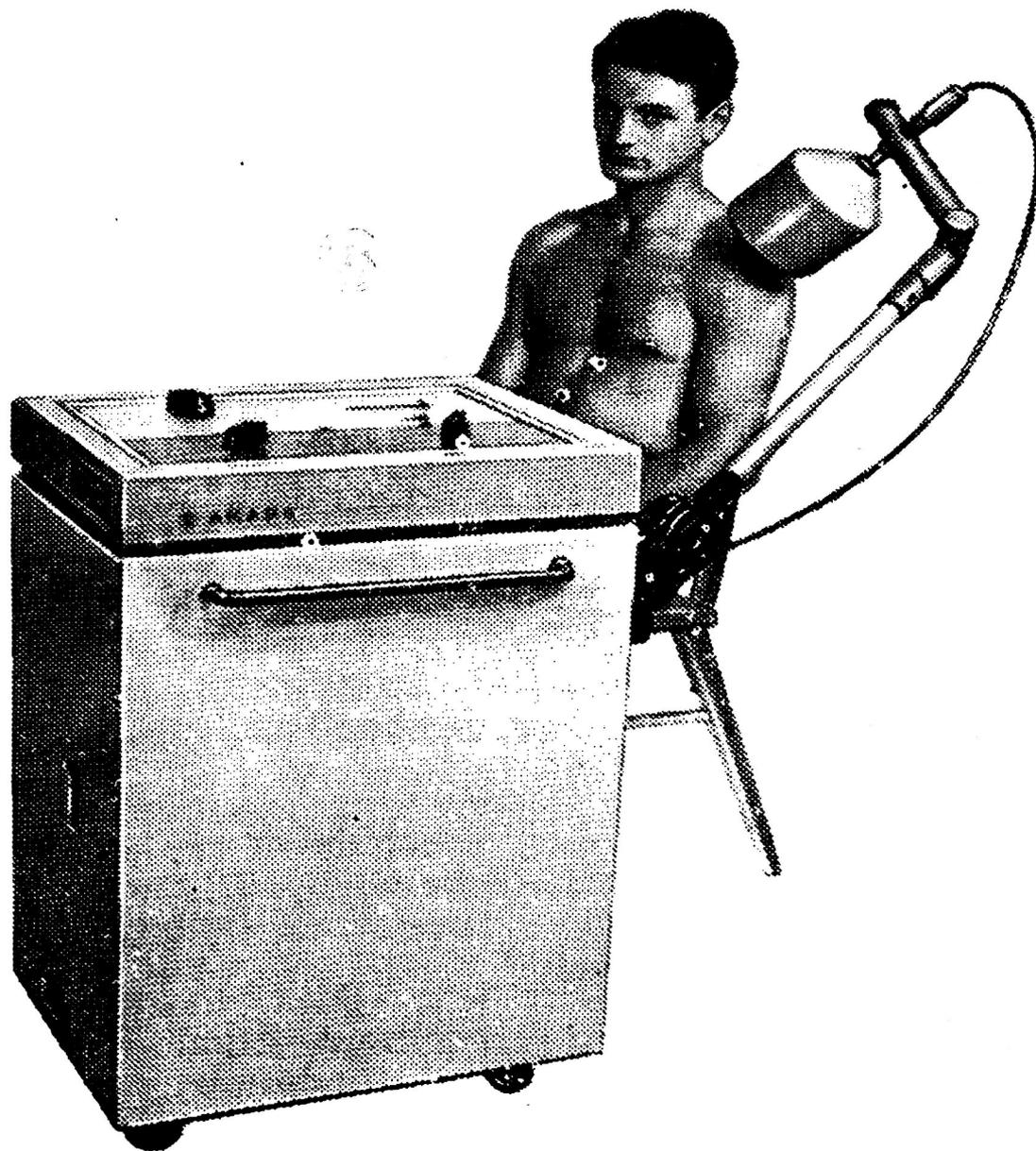
Количество выделяемой теплоты в диэлектрике:

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

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

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

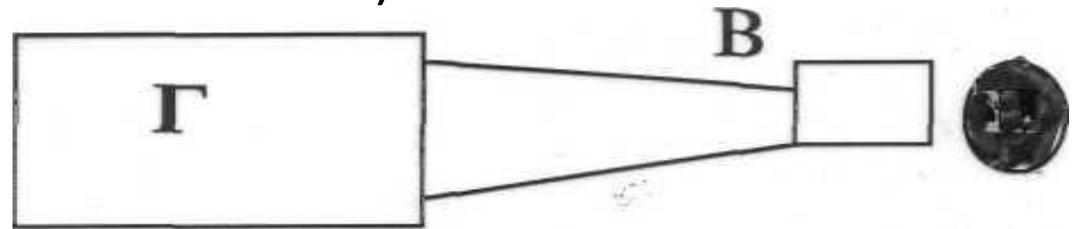
СВЧ-терапия



КВЧ-терапия



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

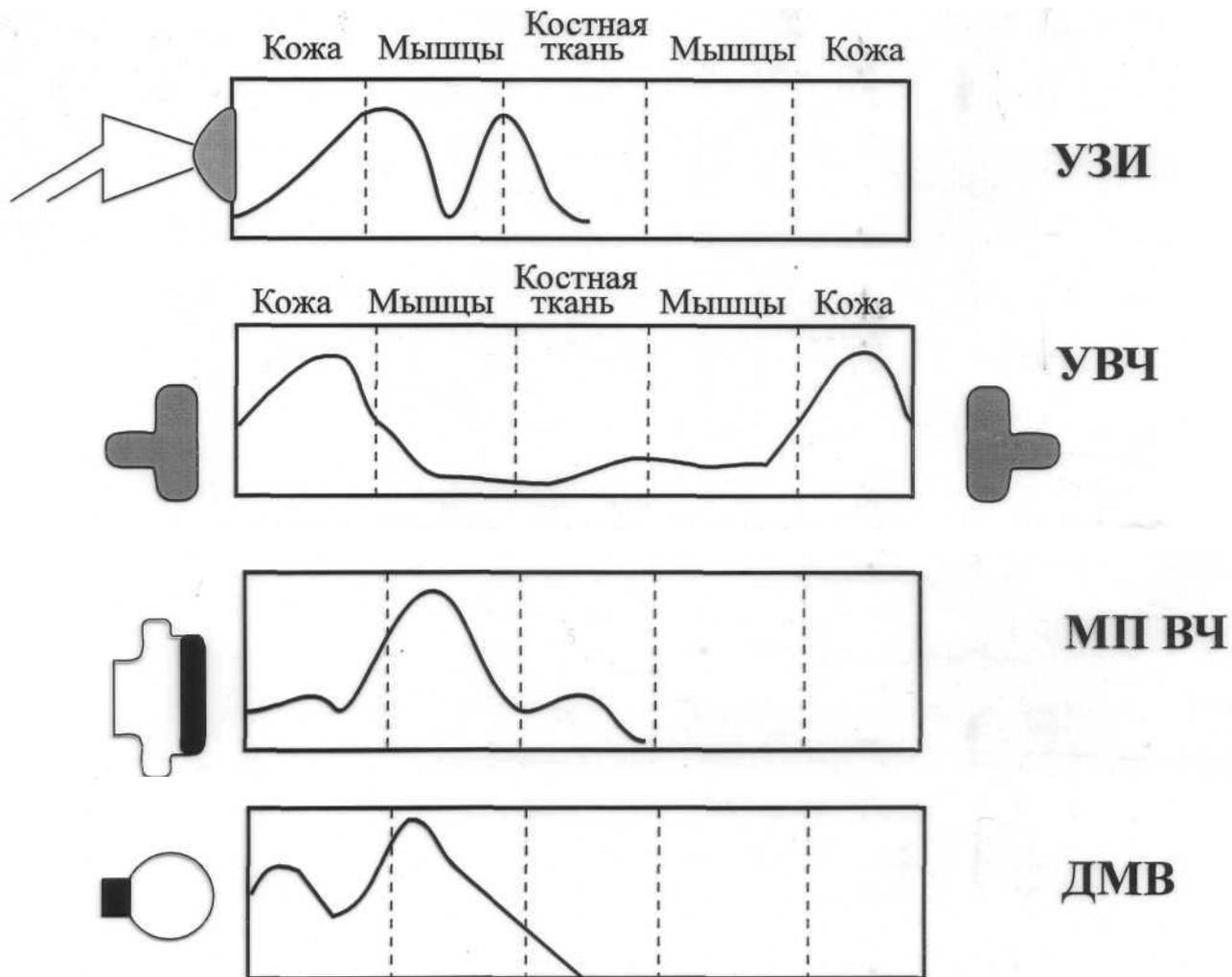


Действующий фактор - миллиметровые электромагнитные волны.

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

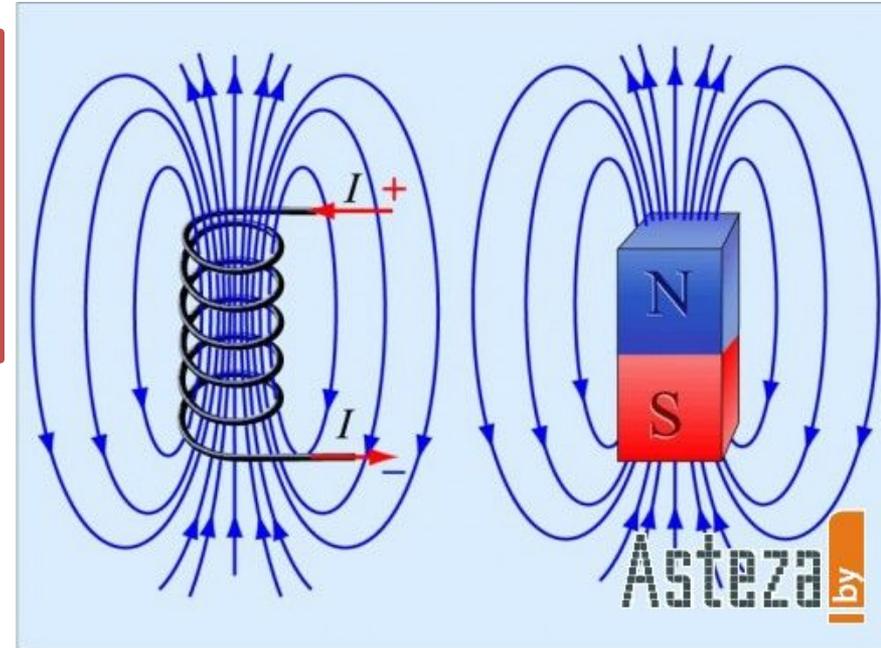
Первичный физический эффект - специфическая биоинформационная функция, связанная с резонансным поглощением энергии, запуском автоколебательных процессов и конформационной перестройкой в биологических системах; управление процессами приспособления; активация рефлексогенных зон и биологически активных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



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
физиотерапевтич
еских кабинетах
лечебных
учреждений.

Средневолновая область ИК – излучения.

Лечебное применение: кванты с $\lambda = 3-4 \text{ мкм} \Rightarrow$ небольшая энергия \Rightarrow только тепловой эффект.

Глубина проникновения – 2-3 см $\Rightarrow \text{gradT} \Rightarrow$

1. \uparrow обмен, кровотока
 2. \uparrow фагоцитарная активность лейкоцитов
 3. Транквилизирующее и болеутоляющее действие.
- \Rightarrow 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».



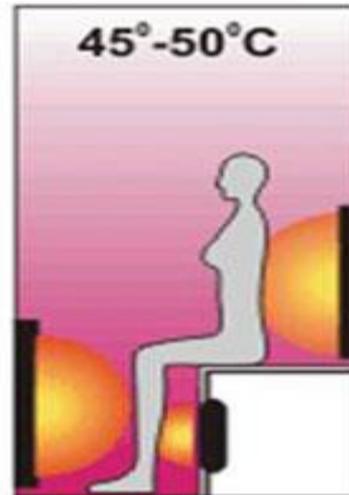
Воздействуя на организм человека в длинноволновой части инфракрасного диапазона, можно получить явление, называемое «**резонансным поглощением**», при котором внешняя энергия будет активно поглощаться организмом, вызывая при этом улучшение микроциркуляции крови и повышая скорость окислительно-восстановительных 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

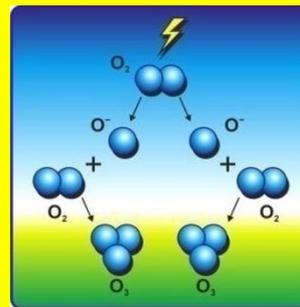
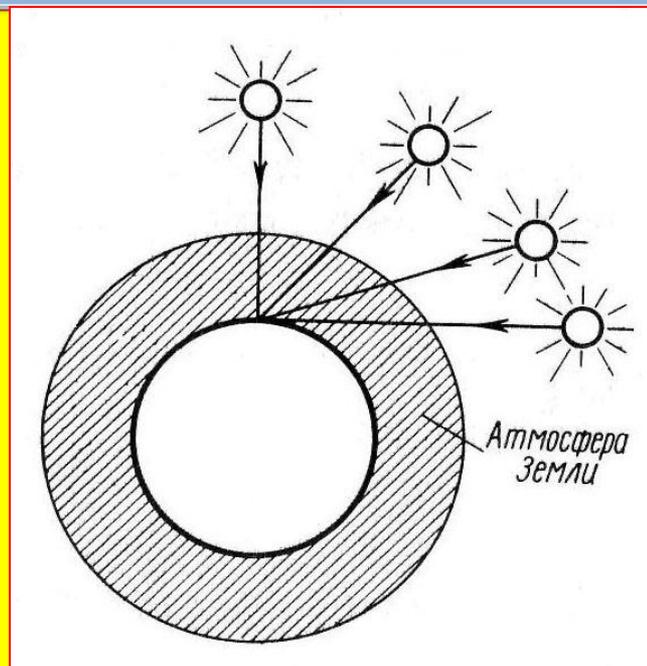
Наименование	Аббревиатура	Длина волны в нанометрах	Количество энергии на фотон
Ближний	NUV	400 нм — 300 нм	3.10 — 4.13 эВ
Средний	MUV	300 нм — 200 нм	4.13 — 6.20 эВ
Дальний	FUV	200 нм — 122 нм	6.20 — 10.2 эВ
Экстремальный	EUV, XUV	121 нм — 10 нм	10.2 — 124 эВ
Вакуумный	VUV	200 нм — 10 нм	6.20 — 124 эВ
Ультрафиолет А, длинноволновой диапазон, Чёрный свет	UVA (ДУФ)	400 нм — 315 нм	3.10 — 3.94 эВ
Ультрафиолет В (средний диапазон)	UVB (СУФ)	315 нм — 280 нм	3.94 — 4.43 эВ
Ультрафиолет С, коротковолновой, гермицидный диапазон	UVC (КУФ)	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 D₃ 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.



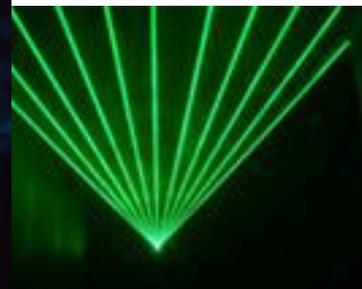
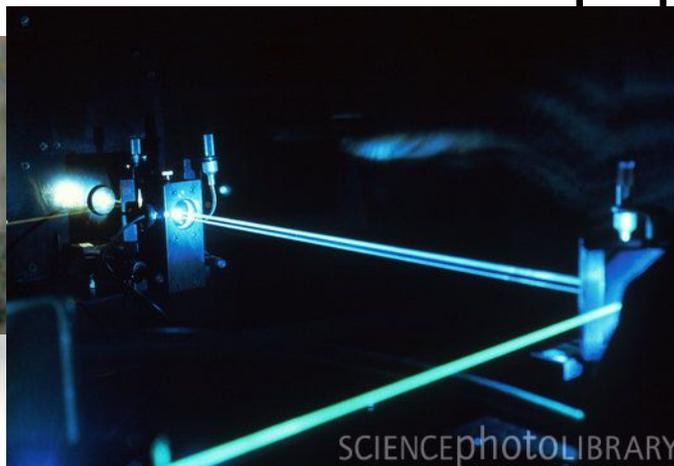


Кварцевая лампа "Солнышко"
(мини-солярий) Лампы дают
мягкий ультрафиолет,
идеальный для загара.

(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.

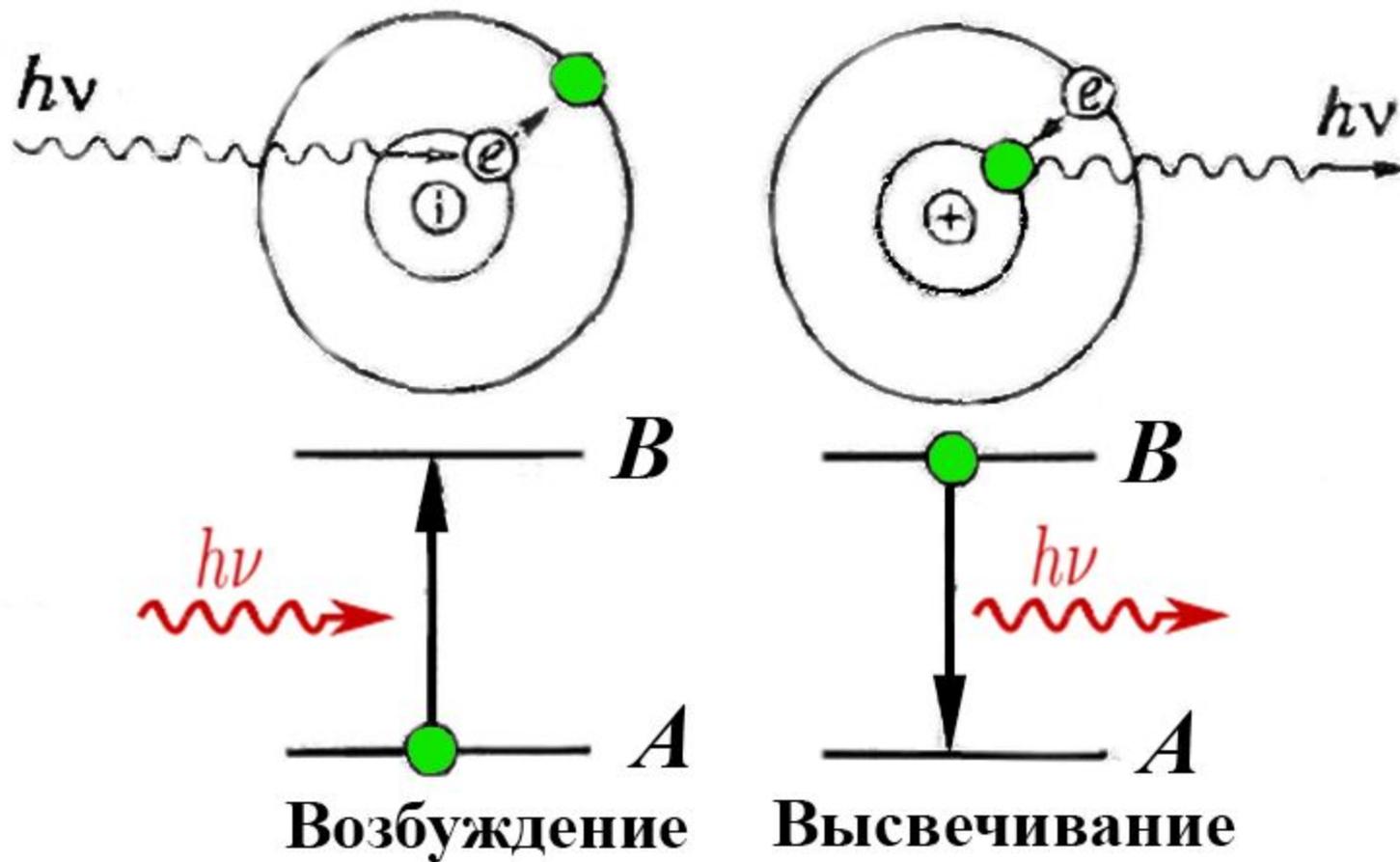
Излучение лазера может быть непрерывным с постоянной



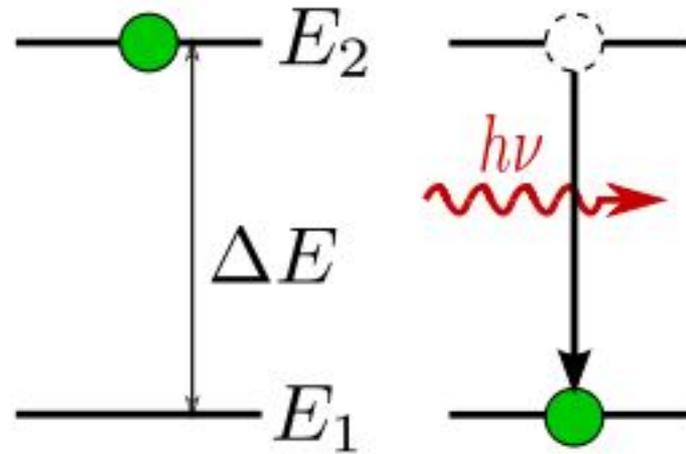
Фундаментальные физические идеи для создания лазеров

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

Поглощение и излучение электромагнитных квантов

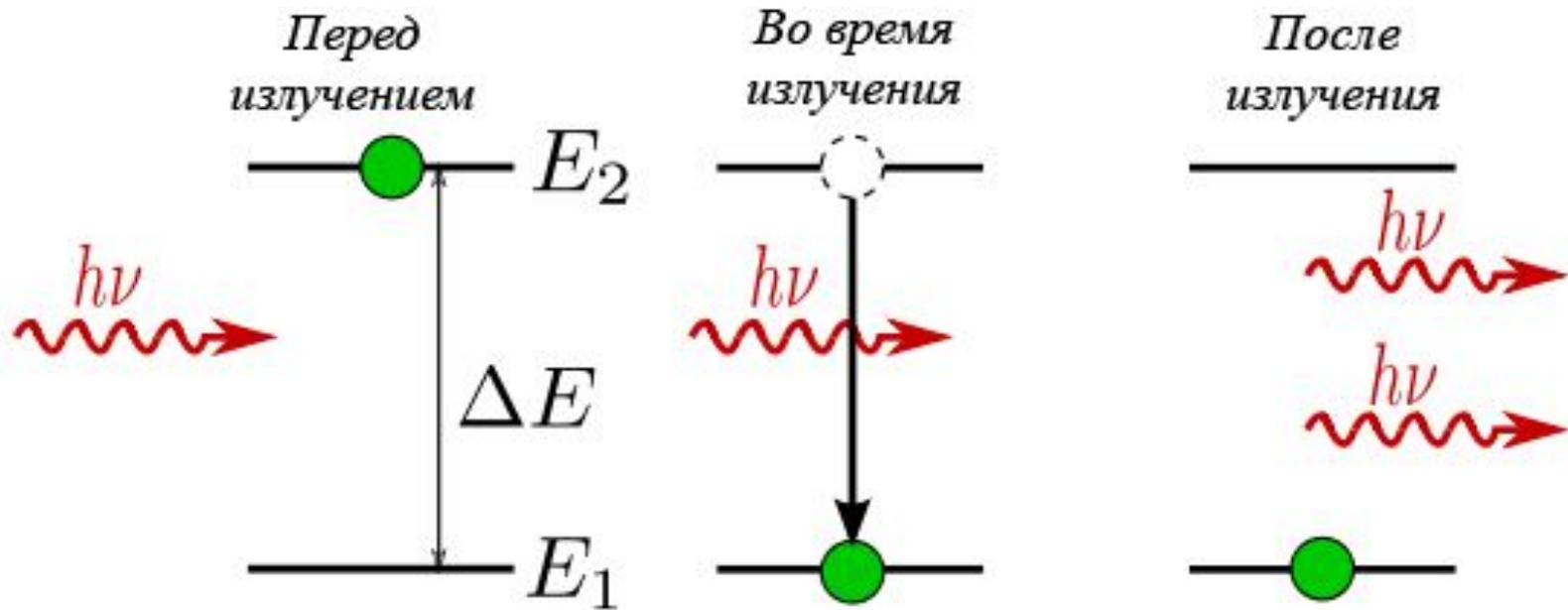


Спонтанное излучение



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

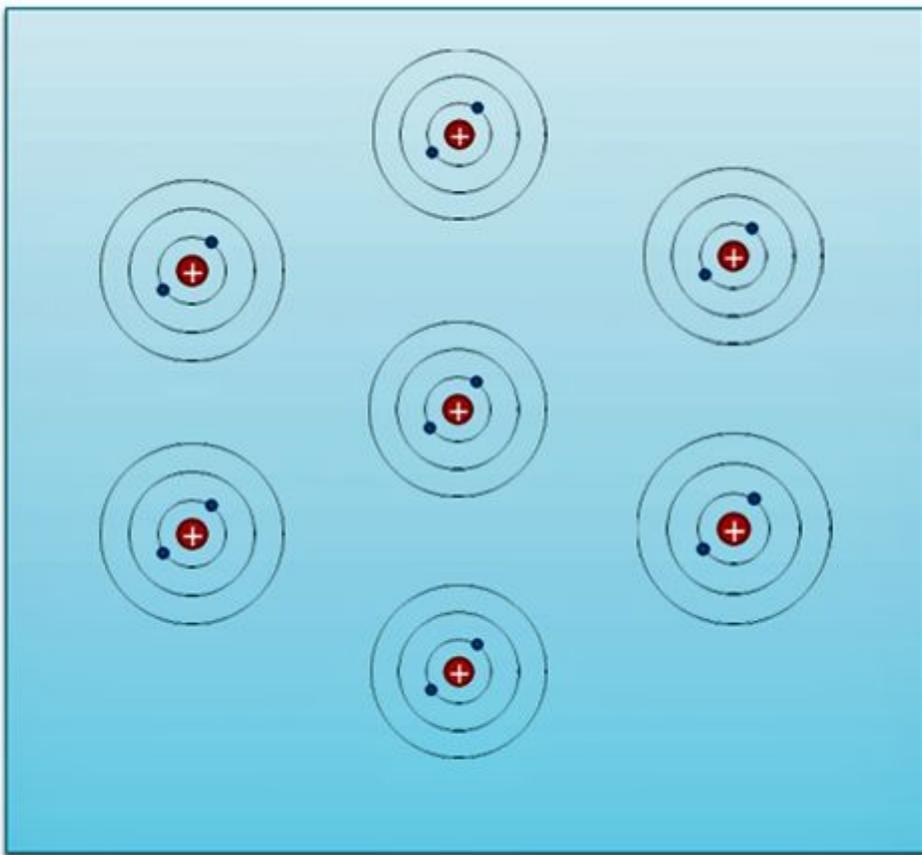
Вынужденное излучение



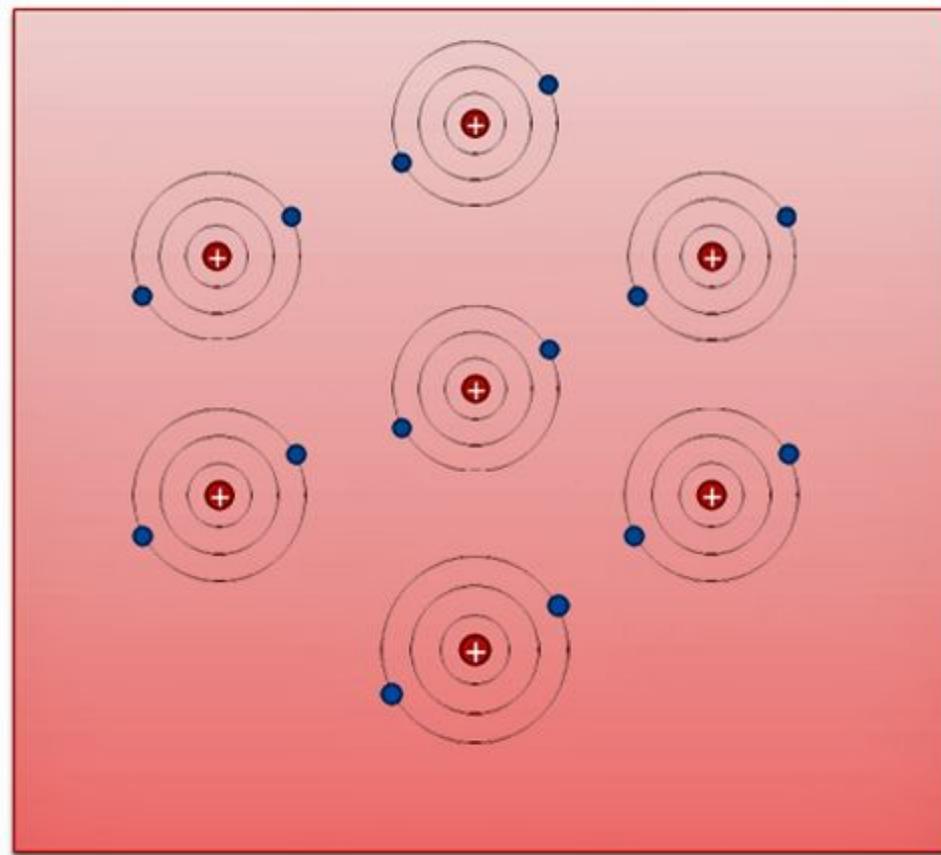
$$E_2 - E_1 = \Delta E = h\nu$$

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



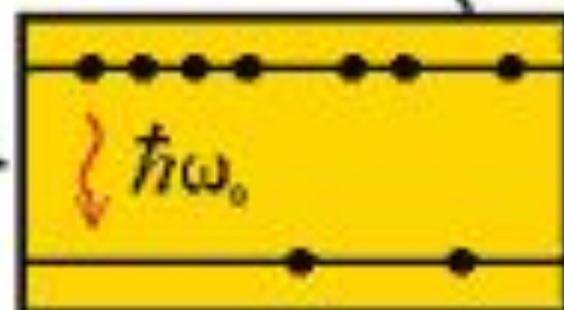
Выходной
сигнал



E

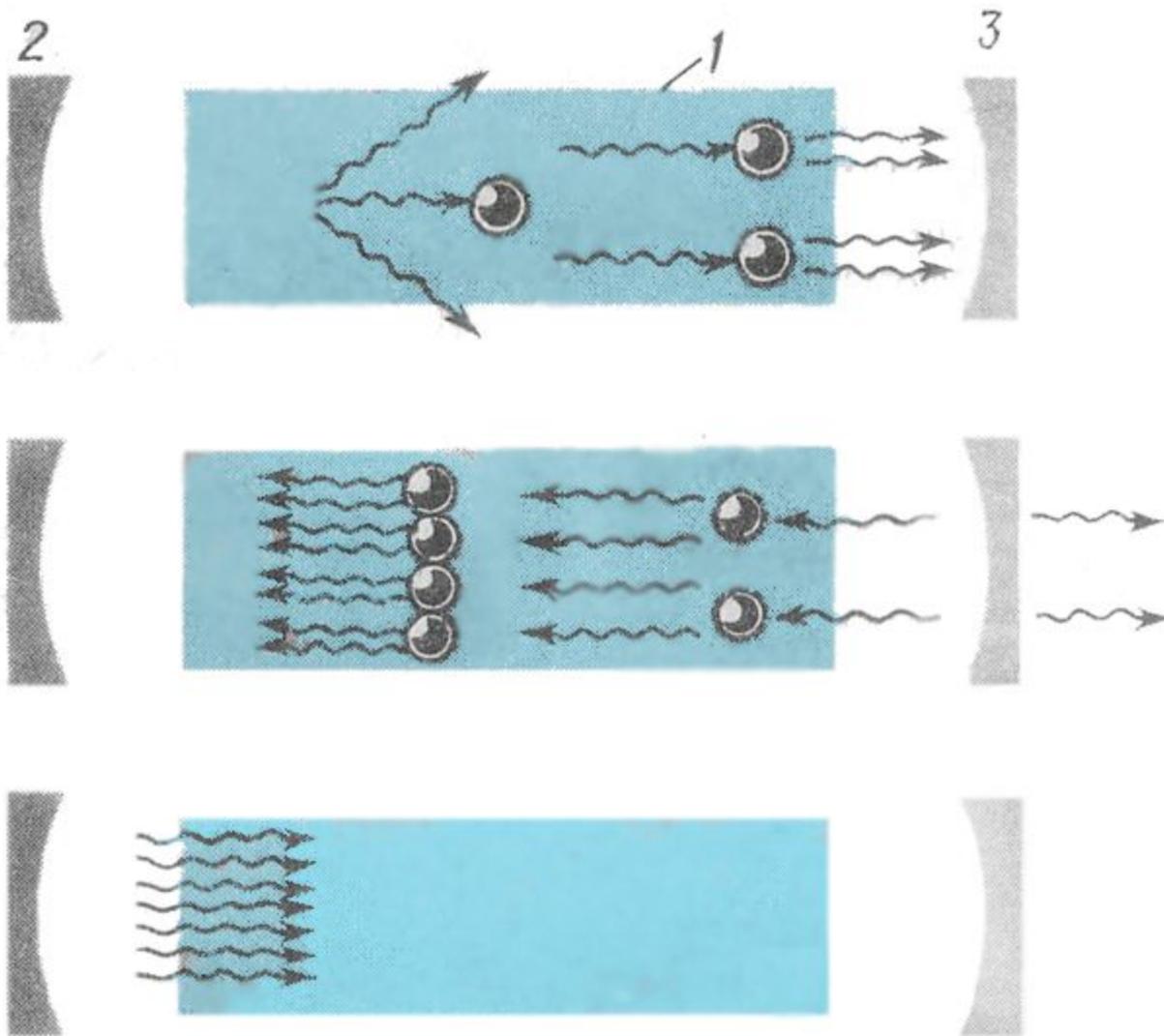


Активная
среда



Лазер

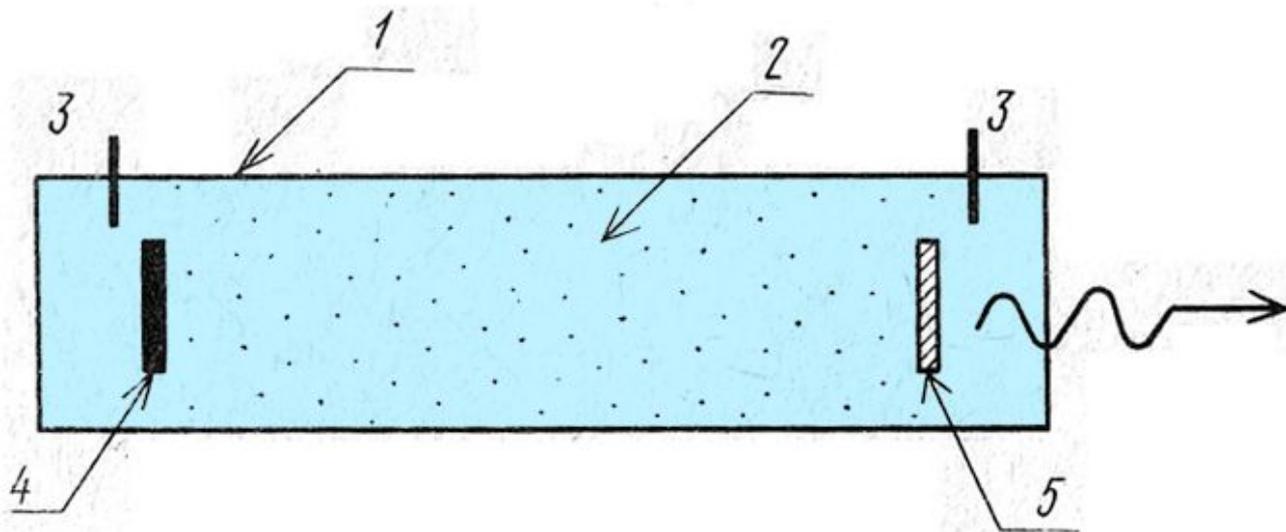
Оптический резонатор



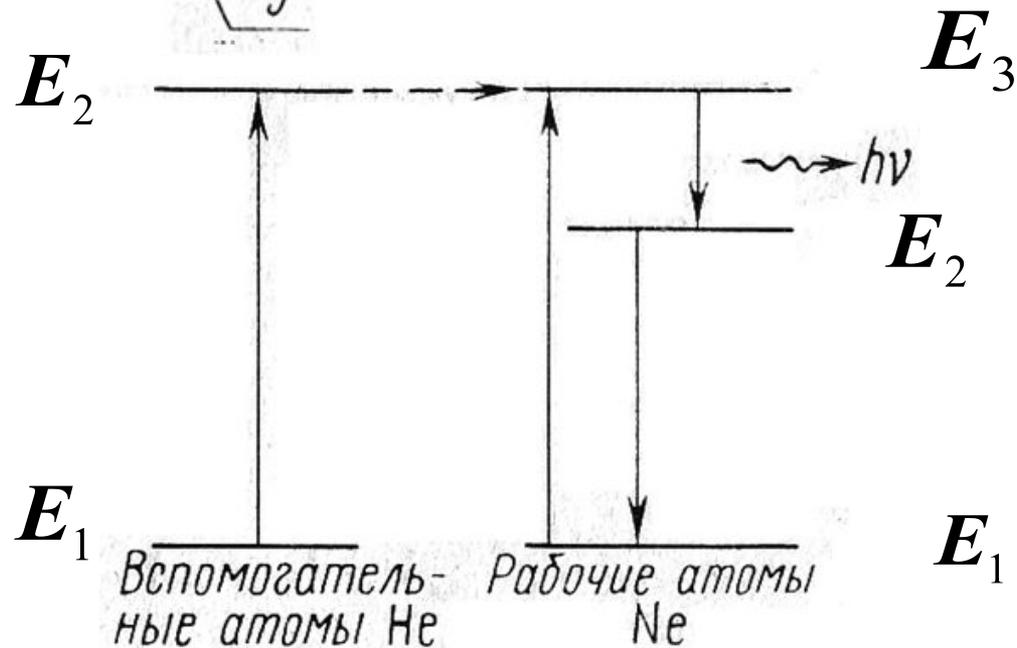
Состоит из двух зеркал, подобранных так, что возникающее излучение многократно усиливается проходя через активную среду.

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

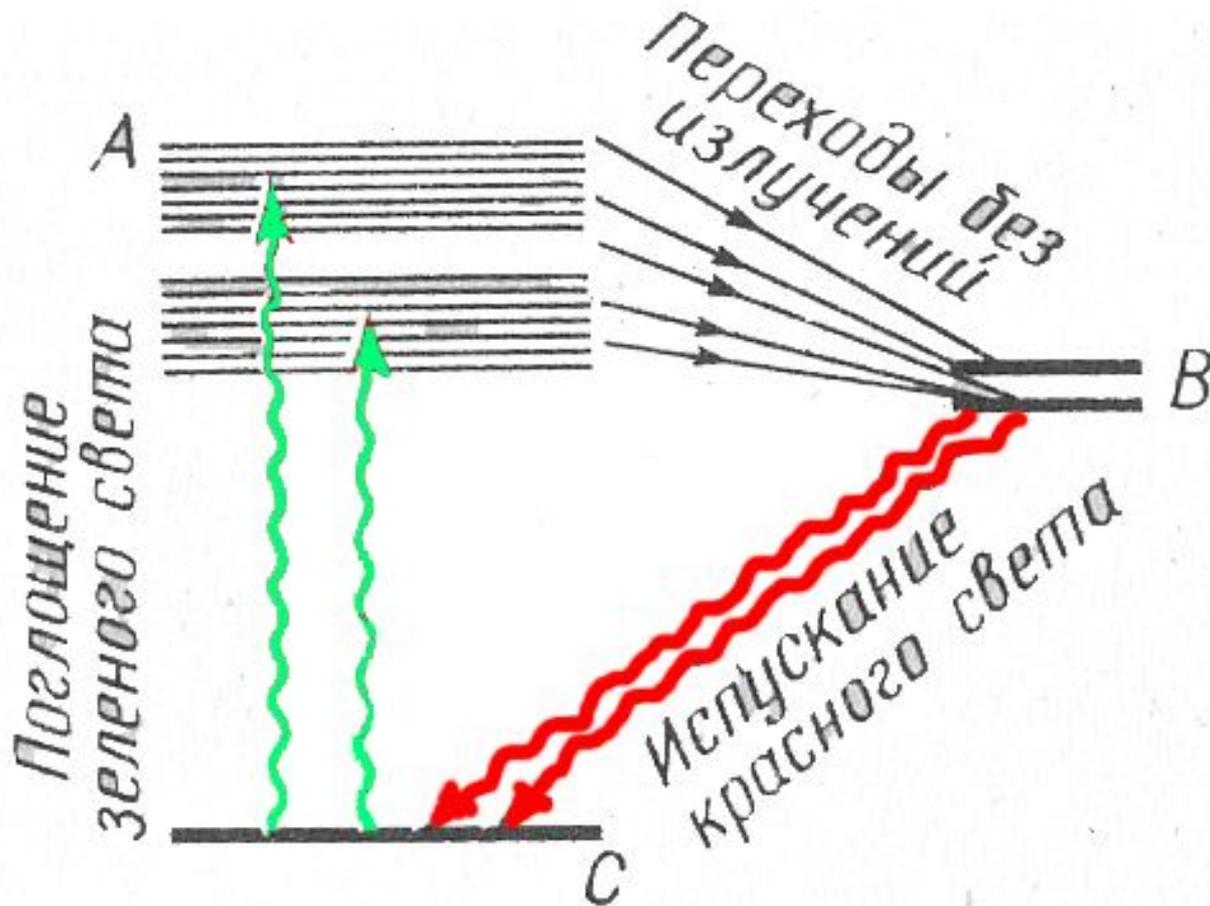
Гелий-неоновый лазер



- 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

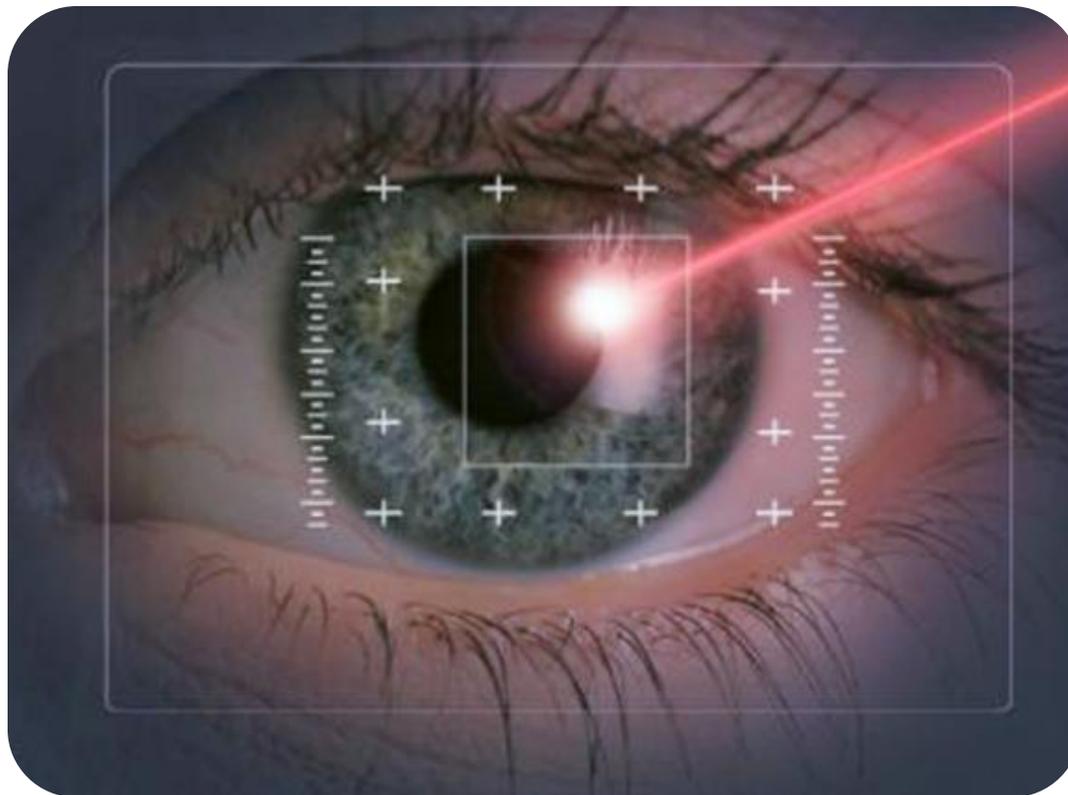
Низкая интенсивность:
 $\leq 10 \text{ Вт/см}^2$

Хирургические лазеры

Высокая интенсивность:
до 10^6 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.

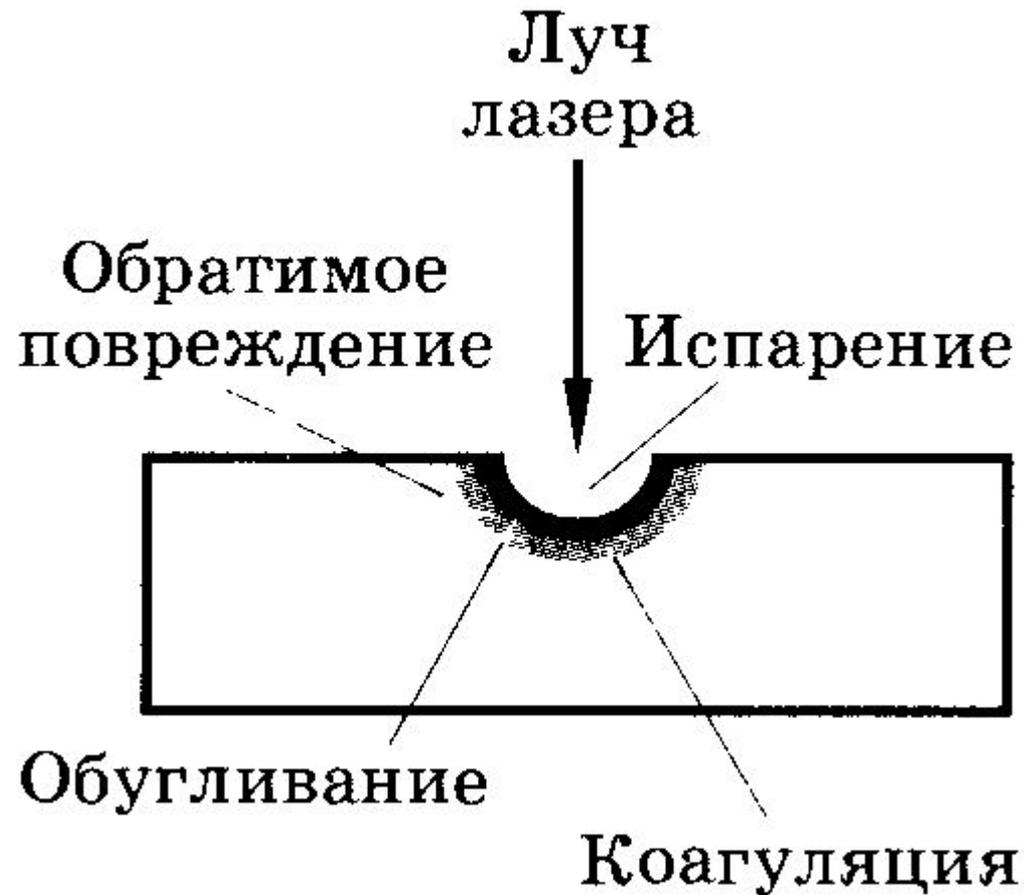
Применение в медицине

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

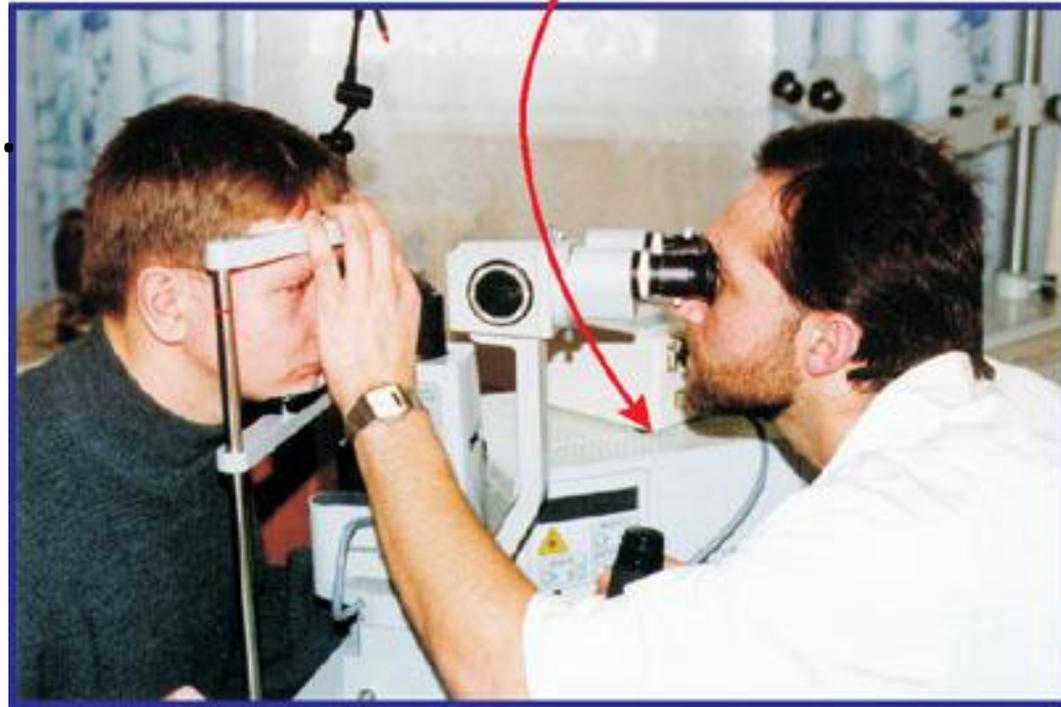
- бескровный разрез из-за фотокоагуляции
- надежность в работе (не сломается об косточку)
- прозрачный, что расширяет поле зрения хирурга
- абсолютная стерильность (луч + убивает микробы вследствие высокой температуры)
- локальность
- анальгетический эффект
- быстрое ранозаживление

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 изъязвлений, 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°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.



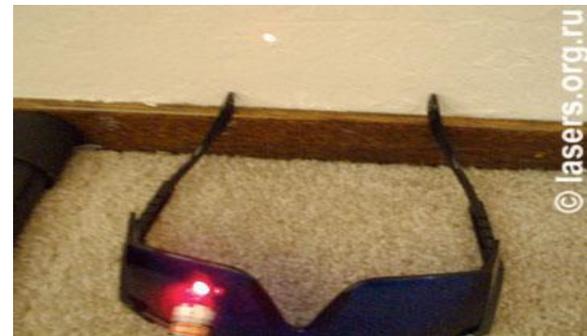
Техника безопасности при работе с лазерами

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.**

