

A close-up photograph of a hand holding a black laser pointer. The device is tilted downwards, and a bright red laser beam is emitted from the lens, curving slightly. The background is dark, making the red light stand out. The text is overlaid on the upper portion of the image.

# Биологическое использование лазеров. Способы применения лазерного излучения

Выполнила: студентка гр. Ф-46пр  
Державская Татьяна

# Биологическое использование лазеров

Почти одновременно с созданием первых лазеров началось изучение биологического действия лазерного излучения. Некоторые возможные биолого-медицинские аспекты его использования были намечены Ч. Таунсом (1962). В последующем оказалось, что возможная сфера применения лазерного излучения шире. Биолого-медицинские эффекты лазерного излучения связаны не только с высокой плотностью потока излучения и возможностью фокусировки луча на самых малых площадях, но, по-видимому, и с др. его характеристиками (монохроматичностью, длиной волны, когерентностью, степенью поляризации), а также с режимом излучения. Один из важных вопросов при использовании лазерного излучения в биологии и медицине — дозиметрия лазерного излучения. Определение энергии, поглощённой единицей массы биообъекта, связано с большими трудностями.

Различные ткани неодинаково поглощают и отражают лазерного излучения. Кроме того, лазерное излучения в разных областях спектра оказывает не одинаковое, а подчас и антагонистическое действие на биообъект. Поэтому и невозможно ввести при оценке эффекта лазерного излучения коэффициент качества

Характер эффекта лазерного излучения определяется прежде всего его интенсивностью, или плотностью потока излучения. В случае импульсных излучателей важны также длительность импульсов и частота их следования. Из-за избирательности поглощения лазерного излучения биологическая эффективность может не соответствовать энергетическим характеристикам лазерного излучения. Условно различают термические и нетермические эффекты лазерного излучения.; переход от нетермических к термическим эффектам лежит в диапазоне  $0,5—1$  Вт/см<sup>2</sup>. При плотностях потока излучения, превышающих указанные, происходит поглощение лазерного излучения молекулами воды, что приводит к их испарению и последующей коагуляции молекул белка. Наблюдаемые при этом структурные изменения аналогичны результатам обычного термического воздействия.

При импульсных термических воздействиях ввиду очень короткого времени воздействия и быстрого испарения воды наблюдается так называемый взрывной эффект: возникает султан выброса, состоящий из частиц ткани и паров воды; этому сопутствует возникновение ударной волны, воздействующей на организм в целом.

Лазерное излучения с меньшей плотностью потока излучения вызывает в биообъекте изменения, механизм которых не полностью выяснен. Это сдвиг в активности ферментов, структуре пигментов, нуклеиновых кислот и др. важных в биологическом отношении веществ. Нетермические эффекты лазерного излучения вызывают сложный комплекс вторичных физиологических изменений в организме, чему, возможно, способствуют резонансные явления, протекающие в биосубстрате на молекулярном уровне. Нетермические эффекты лазерного излучения сопровождаются реакциями со стороны нервной, кровеносной и др. систем организма. Избирательность поглощения лазерного излучения и возможность фокусирования луча на площадях порядка  $1 \text{ мкм}^2$  особенно заинтересовали исследователей внутриклеточных структур и процессов, использующих лазерное излучения. в качестве «скальпеля», позволяющего избирательно разрушать ядро, митохондрии или

Как при термических, так и при нетермических воздействиях лазерного излучения наиболее выраженной способностью к его поглощению обладают пигментированные ткани. Прижизненное окрашивание специфическими красителями позволяет разрушать и прозрачные для данного лазерного излучения структуры. В установках для внутриклеточных воздействий используют лазерного излучения с длиной волны как видимого спектра, так и ультрафиолетового и инфракрасного диапазонов, в непрерывном и импульсном режимах.

Установлено, что ряд физиологических изменений происходит в организме животных под действием излучения гелий-неоновых лазеров малой мощности. При этом отмечают стимуляция кроветворения, регенерация соединительной ткани, сдвиги артериального давления, изменения проводимости нервного волокна и др. Как при непосредственном облучении гелий-неоновыми лазерами растительных тканей, так и при предпосевном облучении семян выявлено стимулирующее влияние лазерного излучения на ряд биохимических процессов, рост и развитие растений

По механизму воздействия современные методы медико-биологического использования лазеров могут быть разделены на три основные направления:

**1. воздействие на ткани** патологического очага импульсным или непрерывным лазерным излучением при плотности мощности, недостаточной для глубокого обезвоживания, испарения тканей и возникновения в них дефекта. Этому типу воздействия соответствует применение лазеров в дерматологии и онкологии для облучения патологических тканевых образований, которое приводит к их коагуляции;

**2. рассечение тканей**, когда под влиянием излучения лазера непрерывного или частотно-периодического действия часть ткани испаряется и в ней возникает дефект. В этом случае плотность мощности излучения может превосходить используемую при коагуляции на два порядка и более. Этому типу воздействия соответствует хирургическое применение лазеров;

**3. влияние на ткани и органы** низкоэнергетического излучения, обычно не вызывающего явных морфологических изменений, но приводящего к определенным биохимическим и физиологическим сдвигам в организме, т.е. воздействие типа физиотерапевтического. Сюда же следует включить применение гелий-неонового лазера в целях биостимуляции при вяло текущих раневых процессах, трофических язв и др.

Несмотря на всю условность разделения понятно, что при рассечении тканей наблюдается одновременно гибель части клеток, рассечение и коагуляция тканей сопровождается определенными физиолого-биохимическими изменениями.

Задача исследований по механизму биологического действия лазерной радиации сводится к изучению тех процессов, которые лежат в основе интегральных эффектов, вызываемых облучением — коагуляции тканей, их испарения, биостимуляционных сдвигов в организме.

# Медицинские лазеры

**Медицинские лазеры** - это современные приборы, которые применяются для лечения различных болезней. Область применения медицинских аппаратов простирается от лечения простой простуды с помощью терапевтических лазерных аппаратов, заканчивая сложнейшими операциями на глазах при помощи хирургических лазеров. Лазерные аппараты в медицине используют излучение различных характеристик.

## Типы медицинских лазеров

**Хирургические лазеры** используют высокоинтенсивное излучение, способное разрезать или испарять ткань при проведении хирургической операции или процедуры. В зависимости от типа активной среды, генерирующей излучение, хирургические лазеры подразделяются на СО<sub>2</sub> лазеры, неодимовые лазеры, гольмиевые лазеры, эрбиевые лазеры и диодные лазеры.

СО<sub>2</sub>-лазер используется в дерматологии, кожно-пластической и косметической хирургии, в гинекологии, отоларингологии и в общей хирургии.

Неодимовые лазеры применяются при объемной и глубокой коагуляции в урологии, гинекологии, при онкологических опухолях и внутренних кровотечениях.

Гольмиевые лазеры используются в урологии, гинекологии, отоларингологии, гастроэнтерологии, нейрохирургии, пульмонологии и в общей хирургии.

Эрбиевые лазеры оказывают поверхностное воздействие. Поэтому он используется для микрошлифовки кожи, перфорации кожи для взятия проб крови, для испарения твердых тканей зуба и испарения поверхности роговицы глаза при операции на глазах.

Диодные лазеры используются в гинекологии, офтальмологии, косметологии и т.д.

## Диодный хирургический лазер ДИОМАКС

Уникальный аппарат для амбулаторного и почти безболезненного лечения варикоза. Диодный лазер МАРТИН с длиной волны 980 нанометров.



## Лазер MultiPulse - CO2

Мощность 30 Вт, длина волны 10 600 нм.

Фракционное абляционное омоложение, лазерная шлифовка, удаление новообразований, удаление рубцов, удаление шрамов, удаление стрий.



**Терапевтические лазеры** используют низкоинтенсивное лазерное излучение. Терапевтические лазеры, в отличие от хирургических, воздействуют на органы и ткани мягко, улучшая метаболизм, убирая воспаление и отеки, восстанавливая крово- и лимфообращение. Использование терапевтических лазеров помогает излечиться от многих болезней внутренних органов, восстановить состояние позвоночника и суставов, вылечить некоторые инфекционные заболевания, кожные заболевания и много других.

### Терапевтический диодный лазер

Принцип работы лазера – фотоактивируемая дезинфекция полости рта. Длина волны 635 нм.



**Лазеры в косметологии** применяются в основном для устранения дефектов кожи. При поглощении лазерного излучения тканями (корни волос при эпиляции, сосудистые и пигментные дефекты кожи, татуировки при удалении) они нагреваются и происходит их разрушение. Лазер при процедуре также воздействует на прилегающие области. И для того, чтобы исключить разрушительное воздействие косметологического лазера на них, необходимо правильно подбирать характеристики лазера.

AlexTriVantage™ - новое поколение всемирно известного аппарата для лазерного удаления татуировок. С длиной волны 532 нм и 1064 нм, делая возможным эффективное удаление татуировок всех цветов. Кроме того, новый длинноимпульсный режим делает более эффективным удаление пигментированных поражений.



# Способы применения лазерного излучения

## *Лазер в офтальмологии.*

В настоящее время интенсивно развивается новое направление в медицине - лазерная микрохирургия глаза. Исследования в этой области ведутся в Одесском Институте глазных болезней имени В. П. Филатова, в Московском НИИ микрохирургии глаза и во многих других “глазных центрах” стран содружества

Первое применение лазеров в офтальмологии было связано с лечением отслоения сетчатки. Внутрь глаза через зрачок посылаются световые импульсы от рубинового лазера (энергия импульса 0,01 - 0,1 Дж, длительность порядка - 0,1 с.) Они свободно проникают сквозь прозрачное стекловидное тело и поглощаются сетчаткой. Фокусируя излучение на отслоившемся участке, последнюю “приваривают” к главному дну за счет коагуляции. Операция проходит быстро и совершенно безболезненно.

Вообще, из наиболее серьезных заболеваний глаза, приводящих к слепоте, выделяют пять. Это глаукома, катаракта, отслоение сетчатки, диабетическая ретинопатия и злокачественная опухоль. Сегодня все эти заболевания успешно лечатся при помощи лазеров, причем только для лечения опухолей разработано и используется три метода:

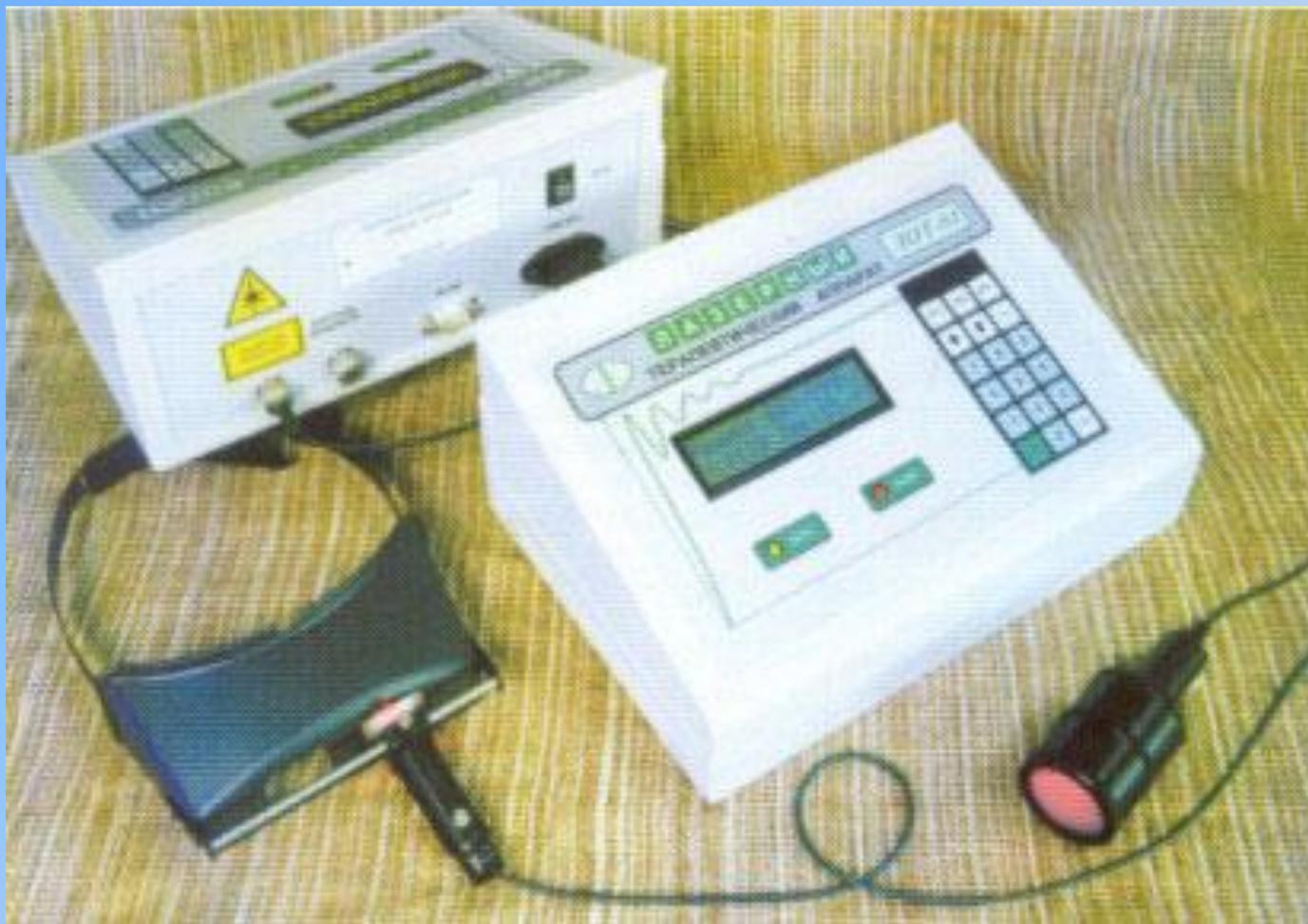
**Лазерное облучение** - облучение опухоли расфокусированным лазерным лучом, приводящее к гибели раковых клеток, потери ими способности к размножению

**Лазерная коагуляция** - разрушение опухоли умеренно сфокусированным излучением.

**Лазерная хирургия** - наиболее радикальный метод. Заключается в иссечении опухоли вместе с прилегающими тканями сфокусированным излучением.

# ЛАЗЕРНЫЙ ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКИЙ ТЕРАПЕВТИЧЕСКИЙ АППАРАТ ЛОТ-01

Аппарат предназначен для профилактики и лечения широкого спектра патологий зрительного анализатора



# ***Лазеры в вычислительной технике.***

Принципиально достигнутые малые времена переключения делают возможным применение лазеров и комбинаций с лазерами, включая интеграцию в микроэлектронных переключательных схемах (оптоэлектроника):

- в качестве логических элементов(да - нет);
- для ввода и считывания из запоминающих устройств в вычислительных машинах.

В этих целях рассматриваются исключительно инжекционные лазеры

Преимущества таких элементов: малые времена переключения и считывания, очень маленькие размеры элементов, интеграция оптических и электрических систем.

Достижимым оказывается времена переключения примерно  $10^{-10}$ с(соответственно этому быстрые времена вычисления); емкости запоминающего устройства  $10^7$  бит/см<sup>2</sup> и скорости считывания  $10^9$  бит/с

# ***Лазерный принтер.***

Для печати в вычислительной технике и в других случаях часто применяется лазерное излучение. Преимущество их в более высокой скорости печати, по сравнению с обычными способами печати.

Принцип действия их такой: поступающий от считываемого оригинала свет преобразуется в ФЭУ в электрические сигналы, которые соответствующим образом обрабатываются в электронном устройстве вместе с управляющими сигналами (для определения высоты шрифта, состава краски и т. д.) и служат для модуляции лазерного излучения. С помощью записывающей головки экспонируется расположенная на валике пленка. При этом лазерное излучение разделяется на ряд равных по интенсивности частичных лучей (6 или больше), которые посредством модуляции при данных условиях подключаются или отключаются.

Применяемые лазеры: ионный аргоновый лазер (мощность не более 10 мВт), инжекторный лазер.

## Лазерный принтер

Лазерный принтер — один из видов принтеров, позволяющий быстро изготавливать высококачественные отпечатки текста и графики на обычной (не специальной) бумаге

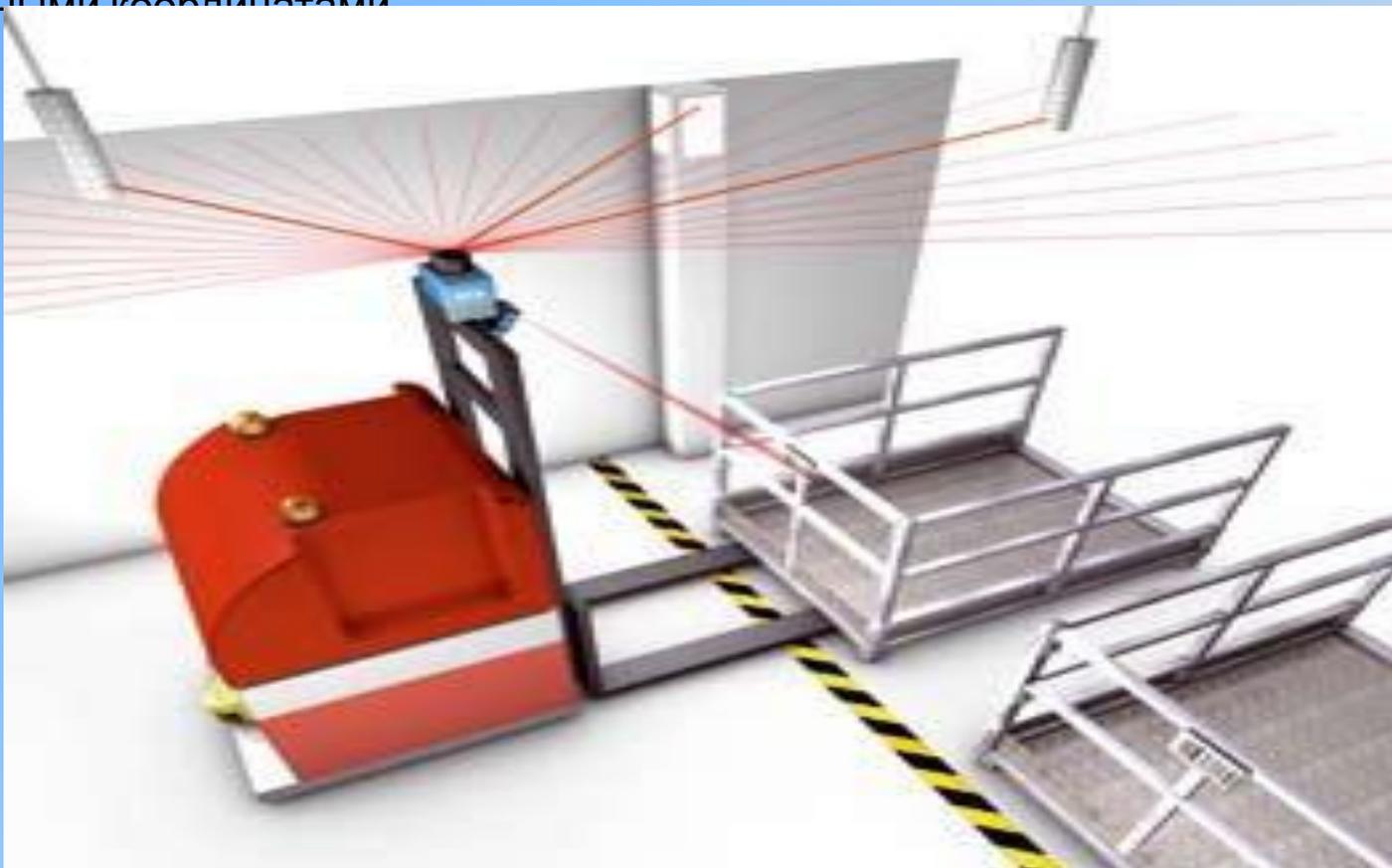


# ***Лазерные системы навигации и обеспечения безопасности полетов.***

Одним из основных элементов инерциальных систем навигации, широко используемых в авиации, являются гироскопы, которые в основном и определяют точность системы. Лазерные гироскопы обладают достаточно высокой точностью, большим диапазоном измерения угловых скоростей, малым собственным дрейфом, невосприимчивостью к линейным перегрузкам. Лазеры успешно применяются как измерители скорости полета (воздушной и путевой), высотомеры. Лазерные курсо-гладные системы обеспечивают безопасность полетов, связанную с увеличением точности систем посадки, снижения ограничения по метеоусловиям, обеспечением больших удобств работы экипажа при выполнении такого ответственного участка полета, как посадка. Вблизи взлетно-посадочного полотна установленные лазерные лучи создают геометрическую картину, позволяющую судить о правильности выдерживания траектории посадки.

## Лазерные системы для навигации

Лазерная навигационная система NAV200 состоит из оптической головки и лазерного сканера с электронной системой обработки данных. Устройство устанавливается на высокую часть транспортного средства и работает по принципу оптического радара. Измерение пространства осуществляется посредством сканирования отражающих маркеров, расположенных по периметру помещения на расстоянии до 30 м, и определения присутствующих в рабочей зоне объектов. Положение транспортного средства определяется методом сравнения угла и расстояния до отражающей метки с абсолютными координатами.



# Лазерные системы управления оружием.

Лазерные системы управления оружием резко повысили точность попадания. Лазерная полуактивная система состоит из лазерного целеуказателя и боеприпаса с лазерной головкой самонаведения.

## Авиационная лазерная система

Боинг YAL-1— экспериментальный боевой самолёт, способный с помощью мощного бортового лазера уничтожать различные объекты врага. К слову, преимуществом данного оборонного комплекса стало то, что теперь появилась возможность уничтожать баллистические ракеты еще на старте или на ее начальном участке полета, что создает еще более безопасную обстановку, а также дает возможность полного контроля над оружием противника.



## Твердотельный лазер

Благодаря твердотельному лазеру можно защищать воздушное пространство государства на небольших дистанциях до 10 миль, что весьма полезно при нападениях мнимых или явных врагов.



# Способы применения лазерного излучения

Существуют несколько способов применения лазерного излучения в клинике:

- **дистанционный** - излучатель (конец световода или насад) располагается на расстоянии от облучаемого объекта;
- **контактный** - излучатель (световод, насадка) находится на облучаемом объекте;
- **контактный с компрессией** - излучатель (световод, насадка) плотно прижимают к облучаемому объекту и создают ту или иную степень давления на него;
- **контактно-зеркальный** - при котором используют специальные отражатели, что позволяет максимально использовать энергию лазерного аппарата в процессе лечения и исключить воздействие этого физического фактора на медицинский персонал;
- **внутрисосудистый** - световод находится в просвете артериального или венозного кровеносного сосуда;
- **внутриорганный** - световод находится внутри просвета полого органа (сердце, пищевод, желудок, кишка, трахея, бронхи, желчный пузырь, желчные протоки, уретра, мочевого

- **внутриполостной** - световод находится внутри естественной полости- грудной ( плевральной ), брюшной;
- **способ введения** излучателя ( световода, насадки ) в патологическую полость, например кисту или абсцесс;
- **экстракорпоральный** - облучение медикаментов, кровезаменителей, инфузионных сред, ауто- и донорской крови;
- **Дистанционный способ** лазерной терапии рекомендуется для лечения заболеваний слизистых оболочек полости рта, кожных заболеваний, трофических язв и гнойных ран, нередко заболевания наружных половых органов.

При **контактном способе** практически вся лазерная энергия поглощается тканями объекта, в которых распространяется по законам нелинейной оптики вследствие их неоднородности, различного соотношения протеинов, жировой ткани, воды и электролитов. Этот способ применяют для лазерного воздействия на ткани и органы, располагающиеся глубже кожи, в том числе и на внутренние органы, а также на биологически активные точки. 3. При компрессии кожи излучателем ( насадкой, концом световода ) ткани уплотняются и становятся более проницаемыми для лазерного излучения, тем самым достигается более глубокое его проникновение, а также уменьшается степень дивергенции лазерного пучка.

**Спасибо за внимание!**