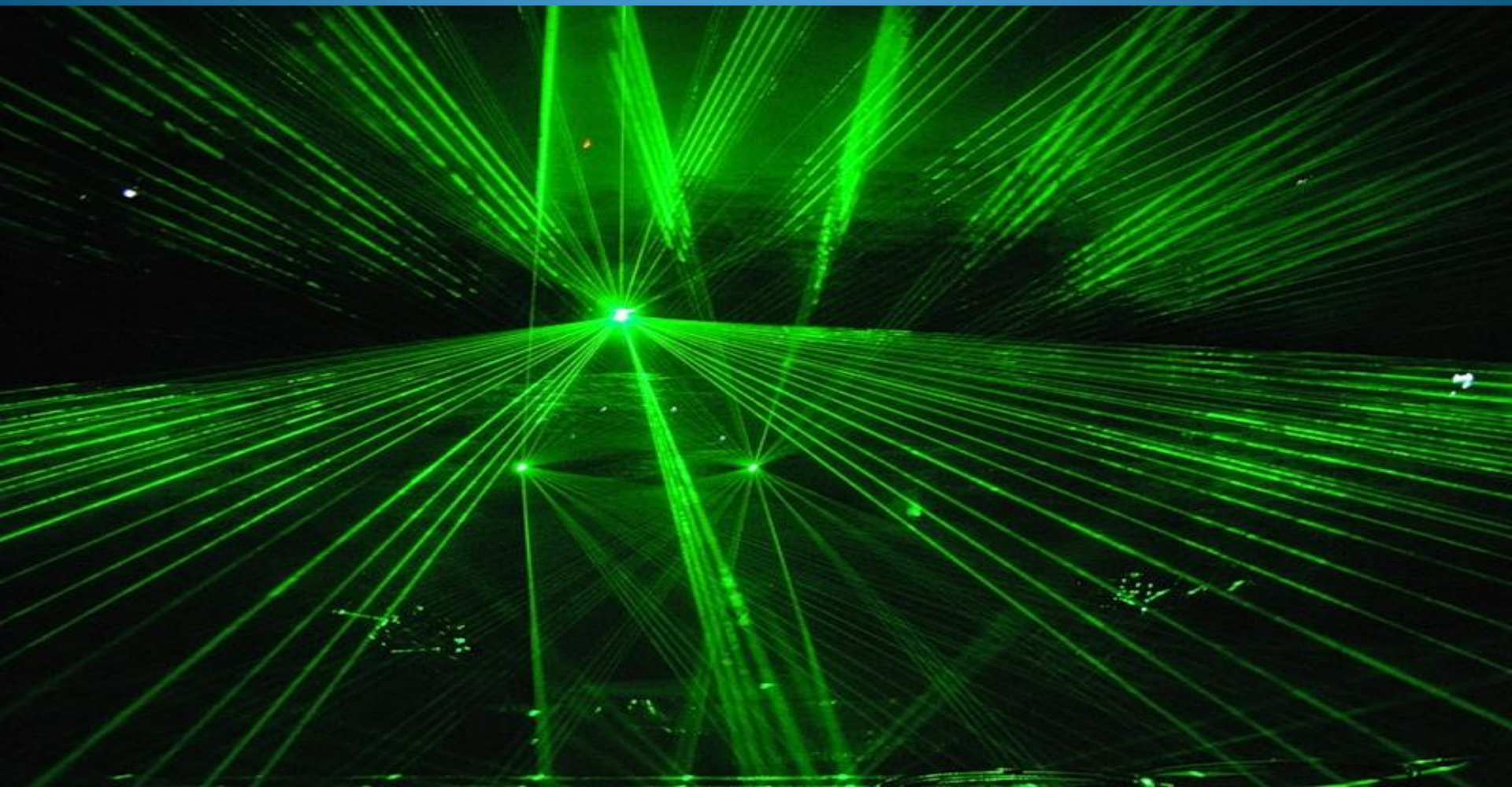


Лазер



Лáзер

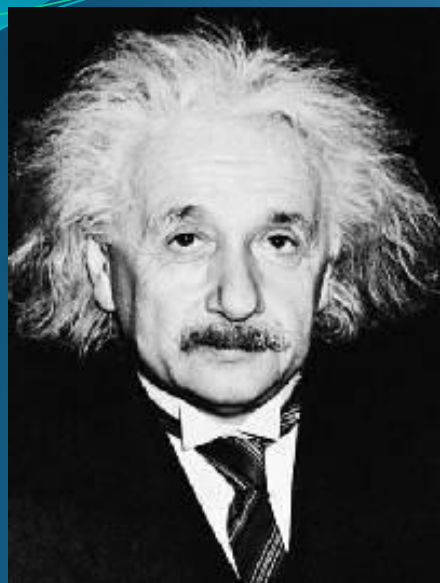
(англ. laser, акроним от *light amplification by stimulated emission of radiation*

«усиление света посредством вынужденного излучения»), или опти́ческий квантовый генерáтор — это устройство, преобразующее энергию накачки (световую, электрическую, тепловую, химическую и др.) в энергию когерентного, монохроматического, поляризованного и узконаправленного потока излучения.



Физической основой работы лазера служит квантовомеханическое явление вынужденного (индуцированного) излучения. Излучение лазера может быть непрерывным, с постоянной мощностью, или импульсным, достигающим предельно больших пиковых мощностей.

лазеров



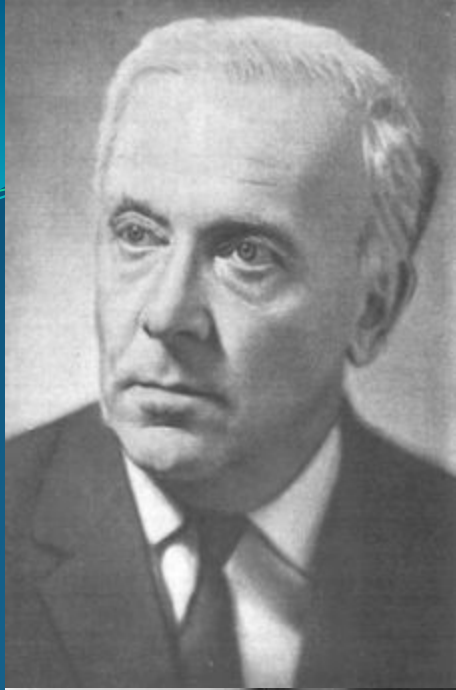
1916 год: А. Эйнштейн предсказывает существование явления вынужденного излучения — физической основы работы любого лазера

Строгое теоретическое обоснование в рамках квантовой механики это явление получило в работах П. Дирака в 1927 — 1930 гг.

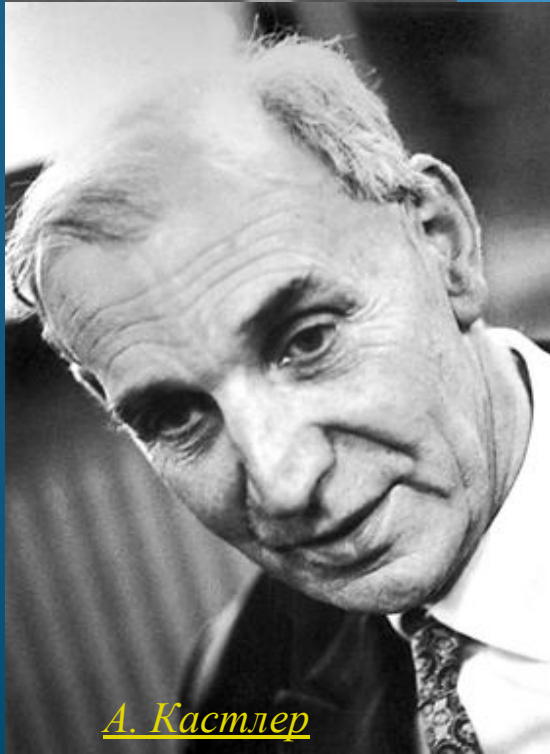
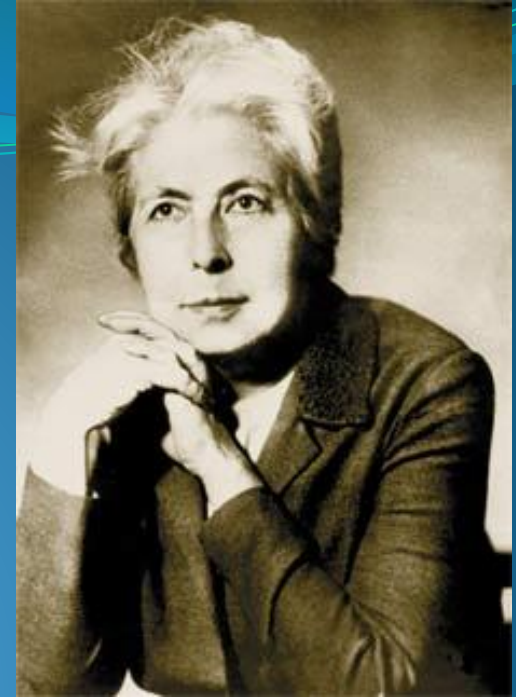


1928 год:
экспериментальное подтверждение
Р. Ладенбургом и
Г. Копферманном
существования
вынужденного
излучения.





В 1940 г. В. Фабрикантом и Ф. Бутаевой была предсказана возможность использования вынужденного излучения среды с инверсией населённостей для усиления электромагнитного излучения



1950 год: А. Кастлер (Нобелевская премия по физике 1966 года) предлагает метод оптической накачки среды для создания в ней инверсной населённости

До создания квантового генератора оставался один шаг: ввести в среду положительную обратную связь, то есть поместить эту среду в резонатор



А. Кастлер

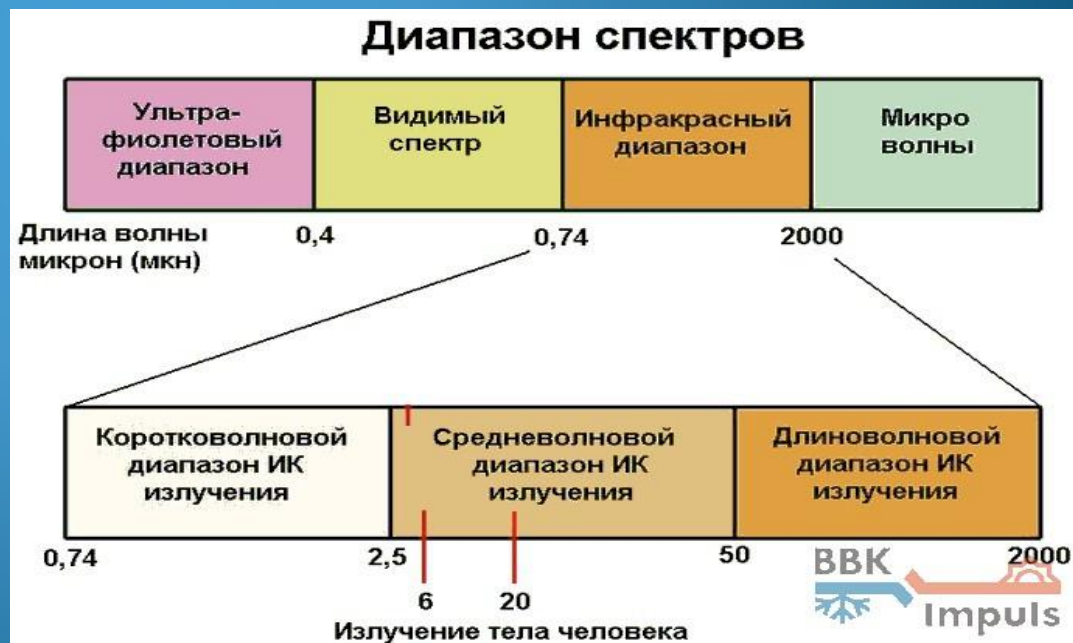
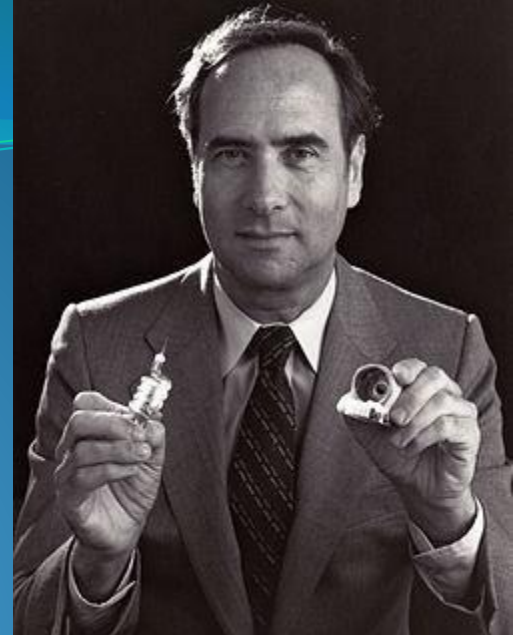
1960 год: 16 мая

Т. Мейман продемонстрировал работу первого оптического квантового генератора — лазера

В качестве активной среды использовался кристалл искусственного рубина



В декабре того же года был создан гелий-неоновый лазер, излучающий в непрерывном режиме



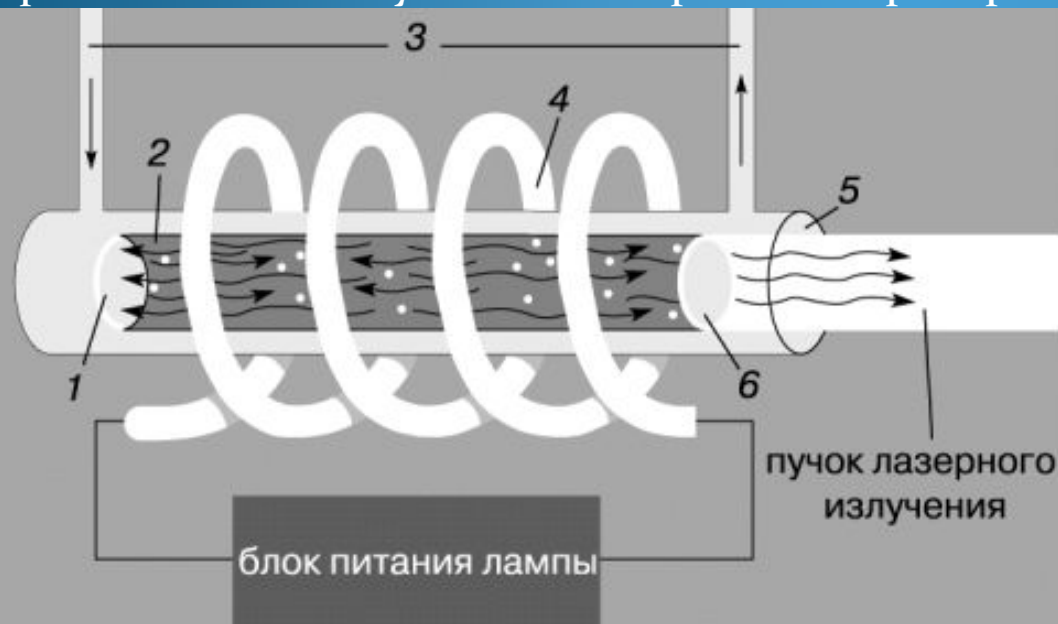
Изначально лазер работал в инфракрасном диапазоне, затем был модифицирован для излучения видимого красного света с длиной волны 632,8 нм

Физика лазеров и по сей день интенсивно развивается. С момента изобретения лазера почти каждый год появлялись всё новые его виды, приспособленные для различных целей

Принцип действия

Физической основой работы лазера служит явление вынужденного (индуцированного) излучения. Суть явления состоит в том, что возбуждённый атом способен излучить фотон под действием другого фотона без его поглощения, если энергия последнего равняется разности энергий уровней атома до и после излучения. При этом излучённый фотон когерентен фотону, вызвавшему излучение (является его «точной копией»). Таким образом происходит усиление света.

Этим явление отличается от спонтанного излучения, в котором излучаемые фотоны имеют случайные направления распространения, поляризацию и фазу.



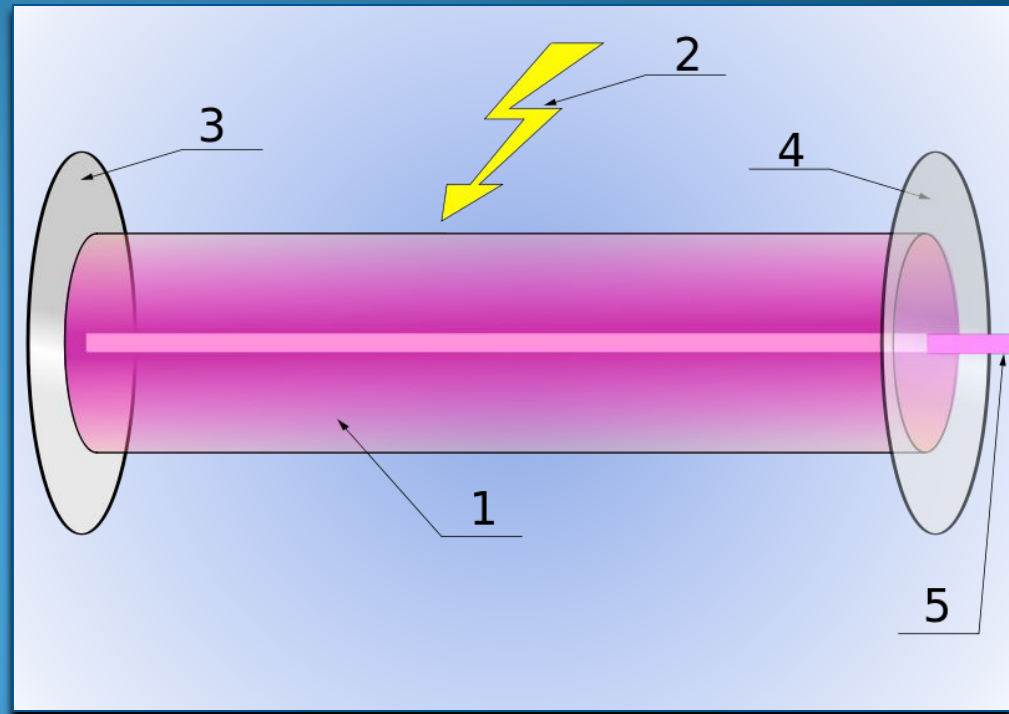
Фотон – элементарная частица, лишенная массы покоя и электрического заряда, но обладающая энергией и импульсом. Это квант электромагнитного поля, которое осуществляет взаимодействие между заряженными частицами.

Устройство лазера

Все лазеры состоят из трёх основных частей:

- активной (рабочей) среды;
- системы накачки (источник энергии);
- оптического резонатора (может отсутствовать, если лазер работает в режиме усилителя).

Каждая из них обеспечивает для работы лазера выполнение своих определённых функций.



1 — активная среда; 2 — энергия накачки лазера; 3 — непрозрачное зеркало; 4 — полупрозрачное зеркало; 5 — лазерный луч.

В настоящее время в качестве рабочей среды лазера используются различные агрегатные состояния вещества: твёрдое, жидкое, газообразное, плазма

Виды Лазеров

В качестве активных элементов для лазеров в настоящее время используется множество веществ. По *активной среде* лазеры подразделяются на четыре группы:

- ❖ твердотельные лазеры (на активированных стеклах, ионных кристаллах, флюоритах активированными редкоземельными элементами);
- ❖ газовые (атомарные, молекулярные, газодинамические, ионные, на парах металлов, химические, плазменные);
- ❖ жидкостные лазеры (на растворе неорганических соединений, органических соединений);
- ❖ полупроводниковые (инжекционные, гетероструктурные с распределенной обратной связью).

Ионный аргоновый лазер



Один из самых эффективных широко используемых лазеров в настоящее время.

Гелий неоновый лазер



Первый лазер непрерывного действия

Лазер на двуокиси углерода



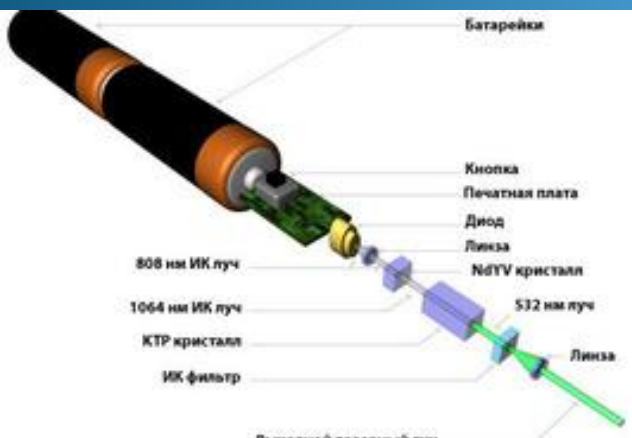
Такие лазеры могут излучать большое количество энергии и в лабораторном исполнении с длиной газоразрядной трубки несколько метров могут давать излучение в несколько киловатт

Лазер на неодимовом стекле

Одна из наиболее часто используемых систем лазера, которые обеспечивают генерацию излучения в ближней инфракрасной области



Лазер на кристалле граната с неодимом



Рубиновый лазер



Впервые лазерное излучение было получено на рубине ($\lambda=694,3$ нм). До сих пор это один из наиболее часто используемых лазерных материалов

Применяют чаще всего в технологических системах для испарения тонких пленок., прошивки отверстий, обработки полупроводниковых кристаллов

Применение лазеров

С момента своего изобретения лазеры зарекомендовали себя как «готовые решения ещё неизвестных проблем»

В силу уникальных свойств излучения лазеров, они широко применяются во многих отраслях науки и техники, а также в быту



проигрыватели компакт-дисков



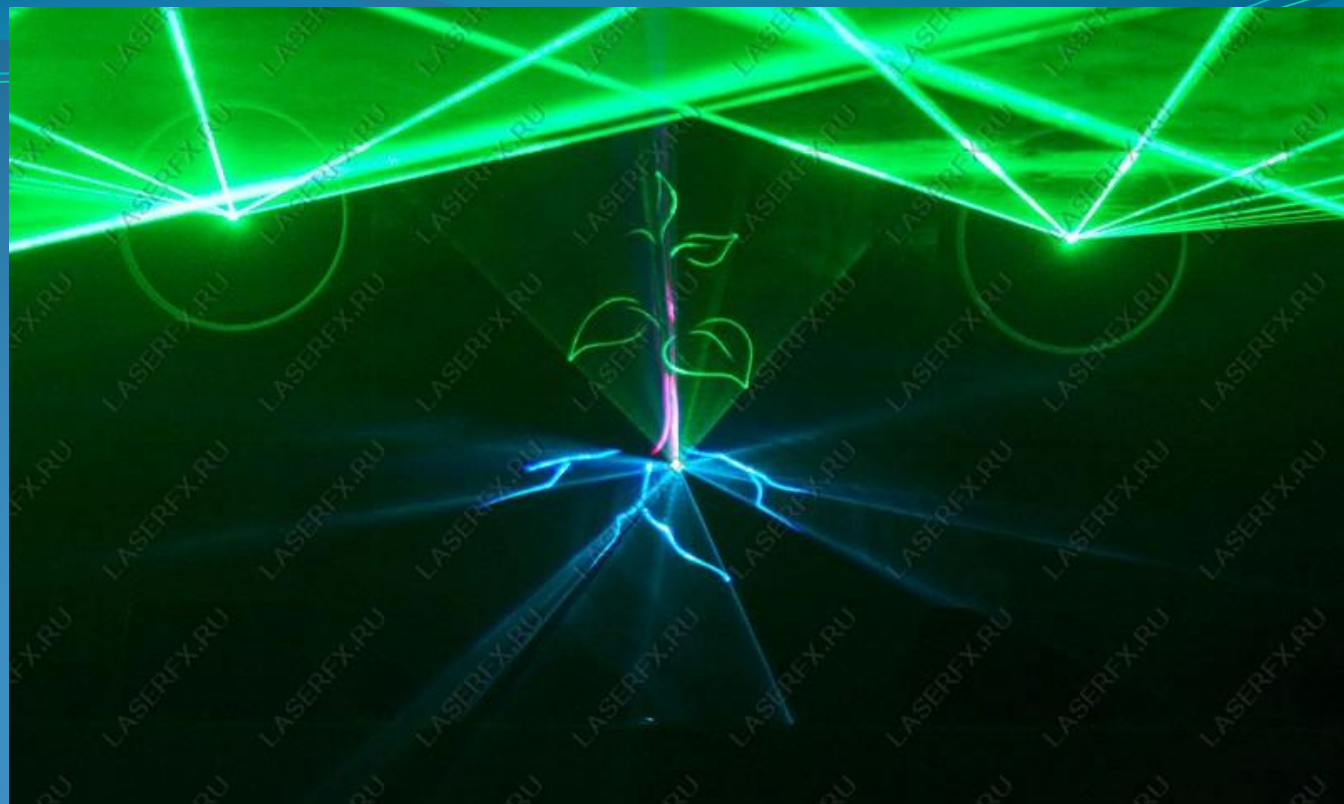
лазерные считыватели штрих-кодов



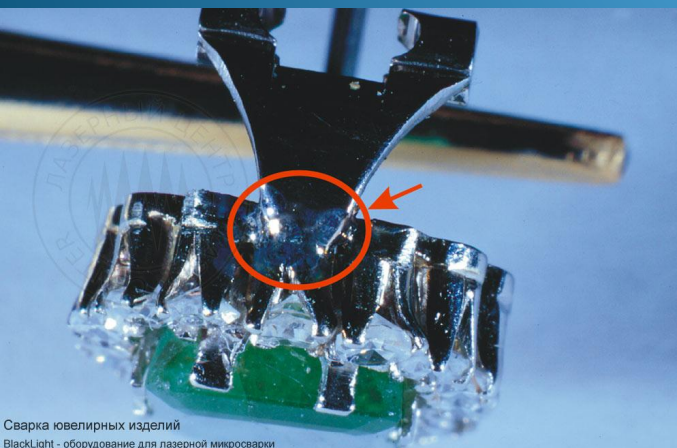
лазерные принтеры



лазерные указки



Лазерное сопровождение музыкальных представлений (лазерное шоу)



Сварка ювелирных изделий
BlackLight - оборудование для лазерной микросварки

лазерная сварка

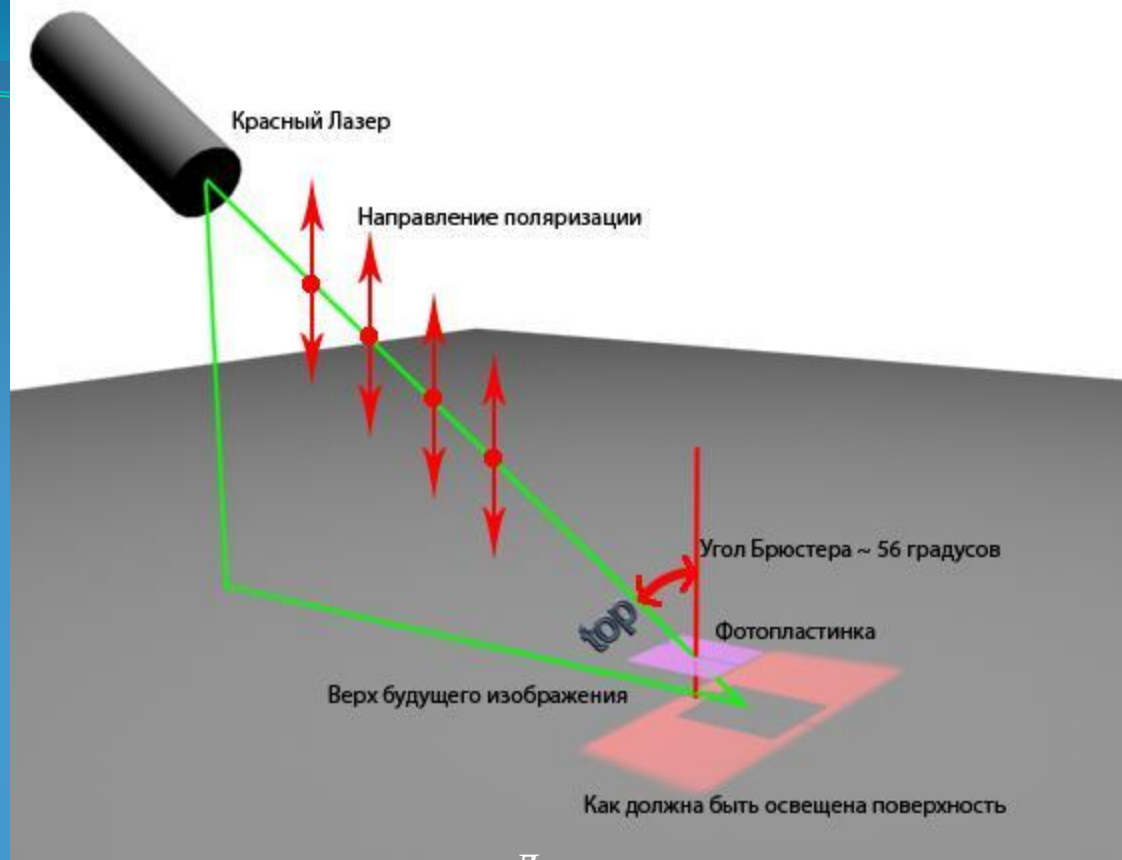
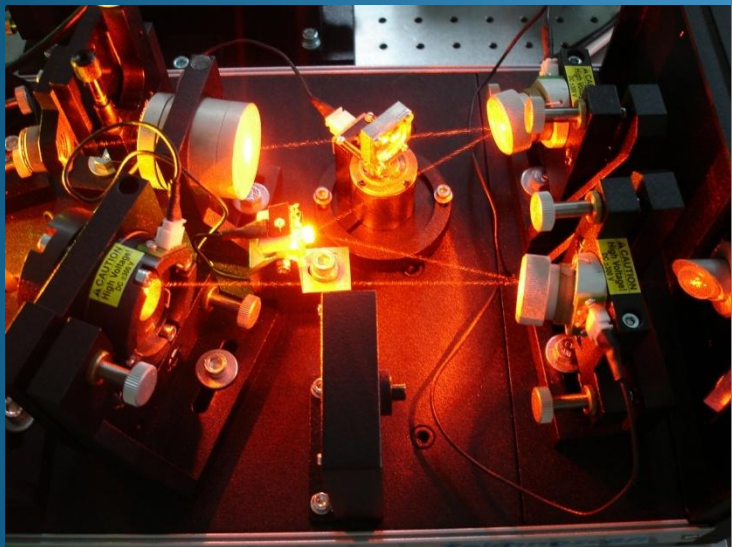


лазерная гравировка



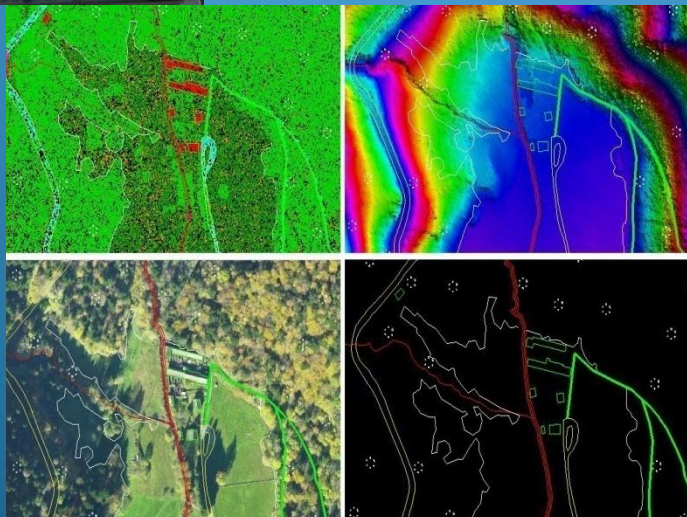
лазерная резка

*Лазеры применяются
в голографии для создания
самых голограмм и получения
голографического объёмного
изображения*



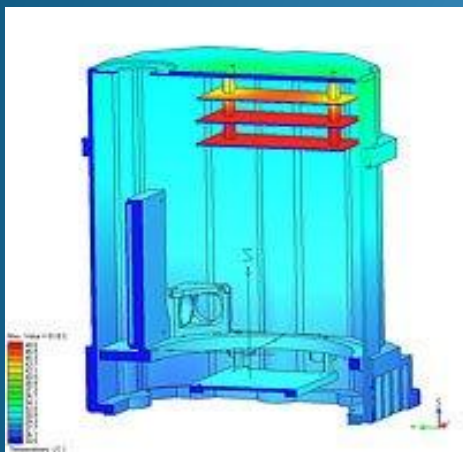
лазер в спектроскопии

**Применение
монохроматического
излучения лазеров
позволяет стимулировать
квантовые переходы между
вполне определёнными
уровнями энергии
атомов и молекул**



Лазерная локация космических
объектов уточнила значения
ряда фундаментальных
астрономических постоянных
и способствовала уточнению
параметров космической
навигации, расширила
представления о строении
атмосферы и поверхности
планет Солнечной системы

Применение лазеров в метрологии и измерительной технике не ограничивается измерением расстояний. Лазеры находят здесь разнообразнейшее применение: для измерения времени, давления, температуры, скорости потоков жидкостей и газов, угловой скорости, концентрации веществ, оптической плотности, разнообразных оптических параметров и характеристик, в виброметрии и др.



лазерный гироскоп



Лазеры
для измерения времени



лазерный термометр



Сверхкороткие импульсы
лазерного излучения
используются в лазерной химии
для запуска и анализа
химических реакций

В медицине лазеры применяются как бескровные скальпели, используются при лечении офтальмологических заболеваний (катаракта, отслоение сетчатки, лазерная коррекция зрения и др.). Широкое применение получили также в косметологии (лазерная эпиляция, лечение сосудистых и пигментных дефектов кожи, лазерный пилинг, удаление татуировок и пигментных пятен)



В настоящее время бурно развивается так называемая лазерная связь



Ретранслятор на
Геостационарном КА

Лазерные каналы

Скорость передачи информации –
до 600 Мбит/с

Радиоканалы

НКА

НКА

НКА
(низкоорбитальный КА)



Для изучения взаимодействия лазерного излучения с веществом и получения управляемого термоядерного синтеза строят большие лазерные комплексы, мощность которых может превосходить 1 ПВт.