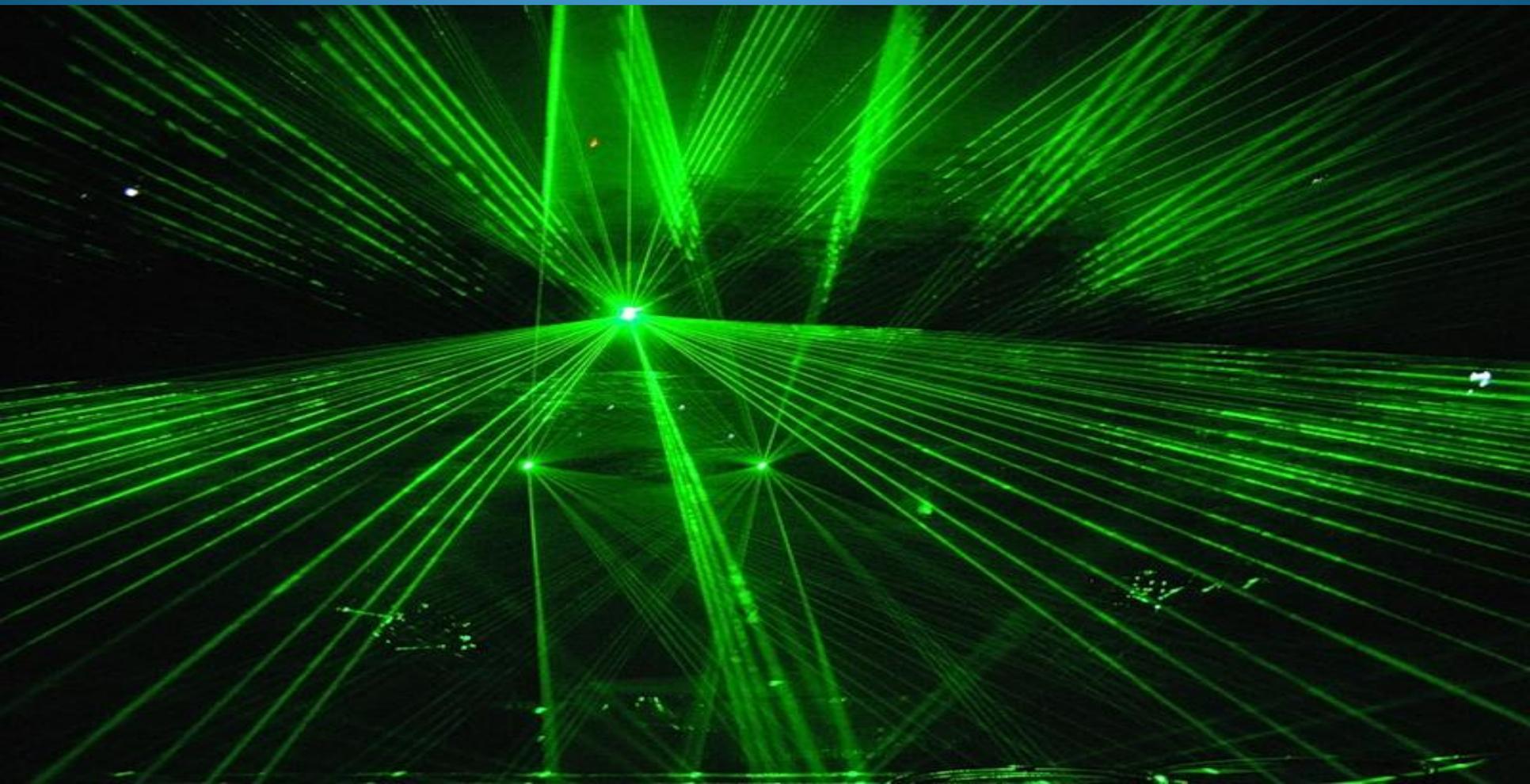


# Лазер



# Лáзер

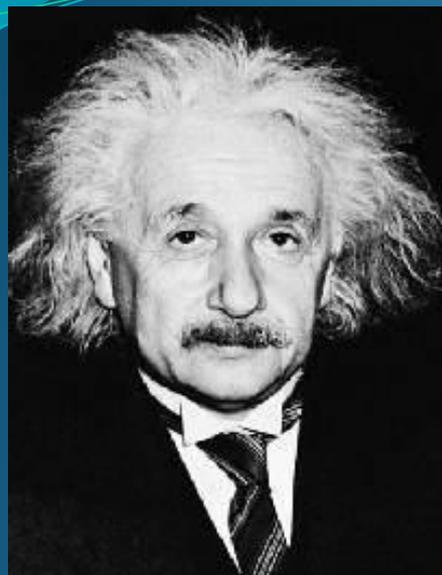
(англ. *laser*, акроним от *light amplification by stimulated emission of radiation*

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



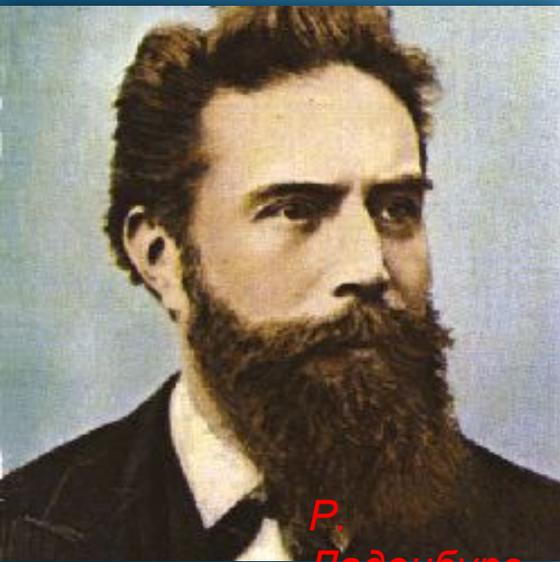
Физической основой работы лазера служит квантовомеханическое явление вынужденного (индуцированного) излучения. Излучение лазера может быть непрерывным, с постоянной мощностью, или импульсным, достигающим предельно больших пиковых мощностей.

# лазеров



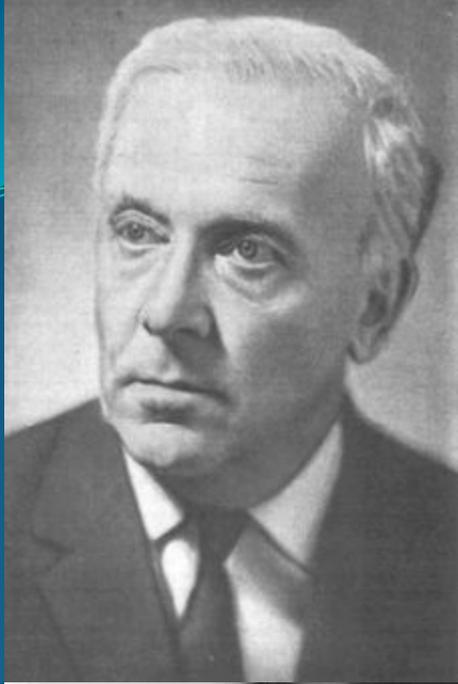
1916 год: А. Эйнштейн предсказывает существование явления вынужденного излучения — физической основы работы любого лазера

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

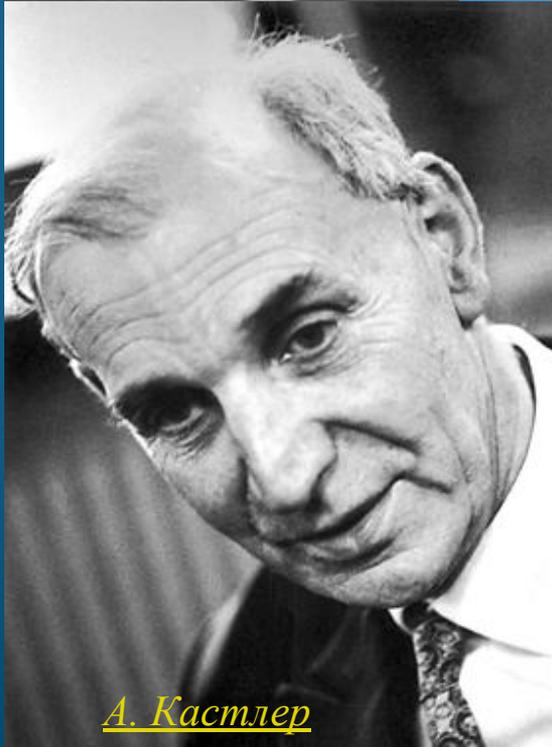
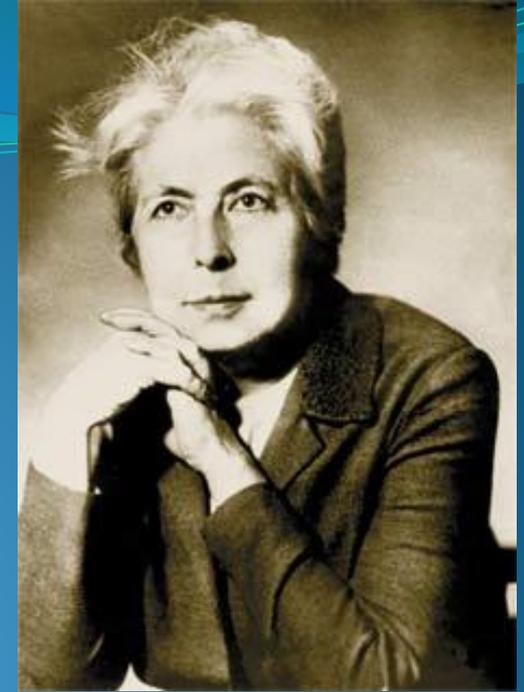


1928 год: экспериментальное подтверждение Р. Ладенбургом и Г. Копферманном существования вынужденного излучения.





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

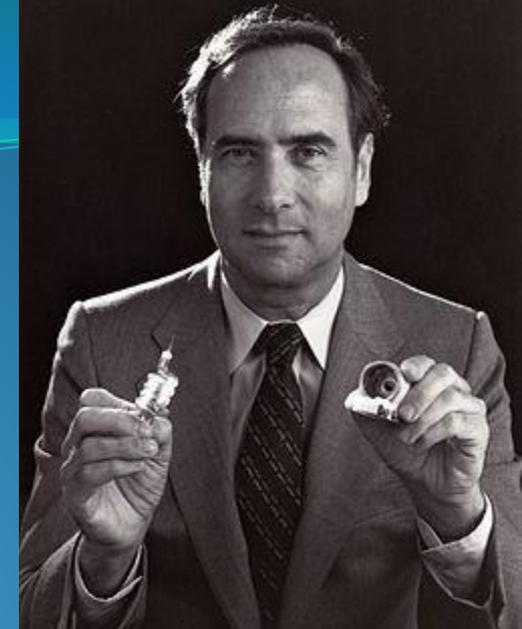
1960 год: 16 мая

Т. Мейман продемонстрировал работу первого оптического квантового генератора — лазера

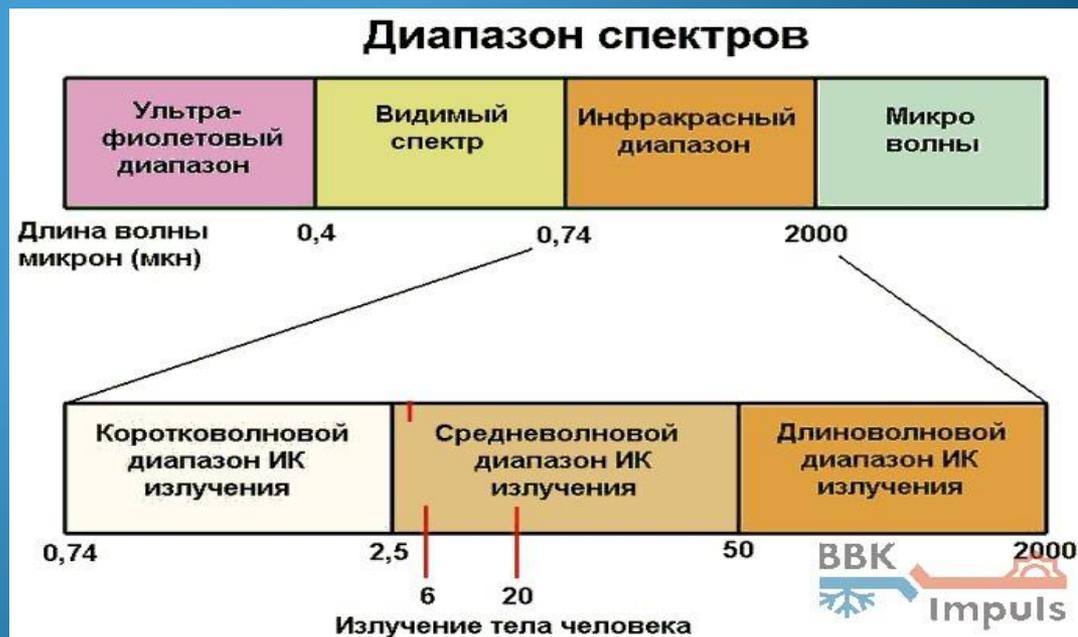
В качестве активной среды использовался кристалл искусственного рубина



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

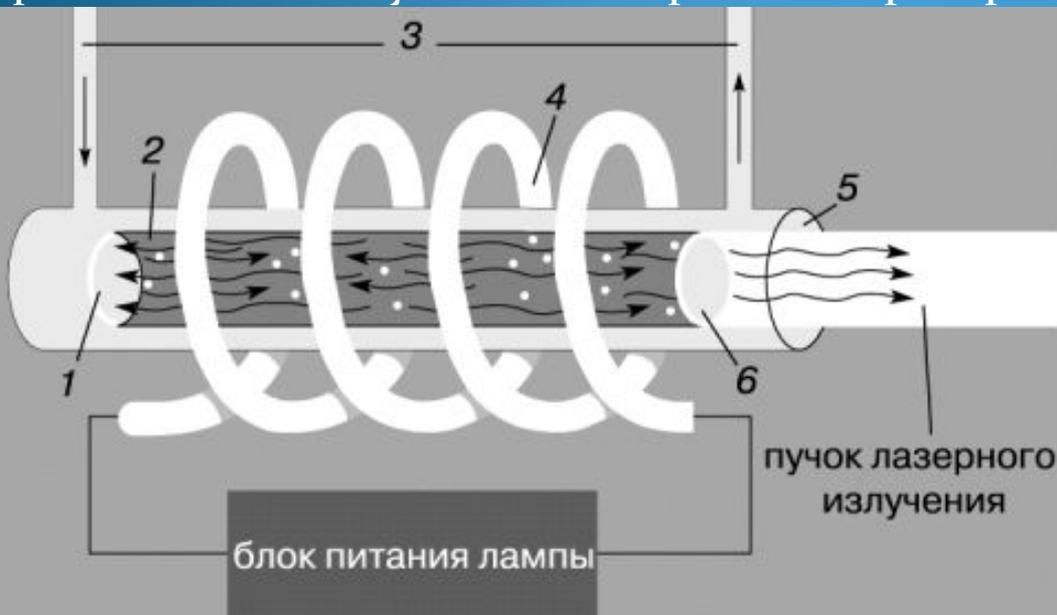


Физика лазеров и по сей день интенсивно развивается. С момента изобретения лазера почти каждый год появлялись всё новые его виды, приспособленные для различных целей

# 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

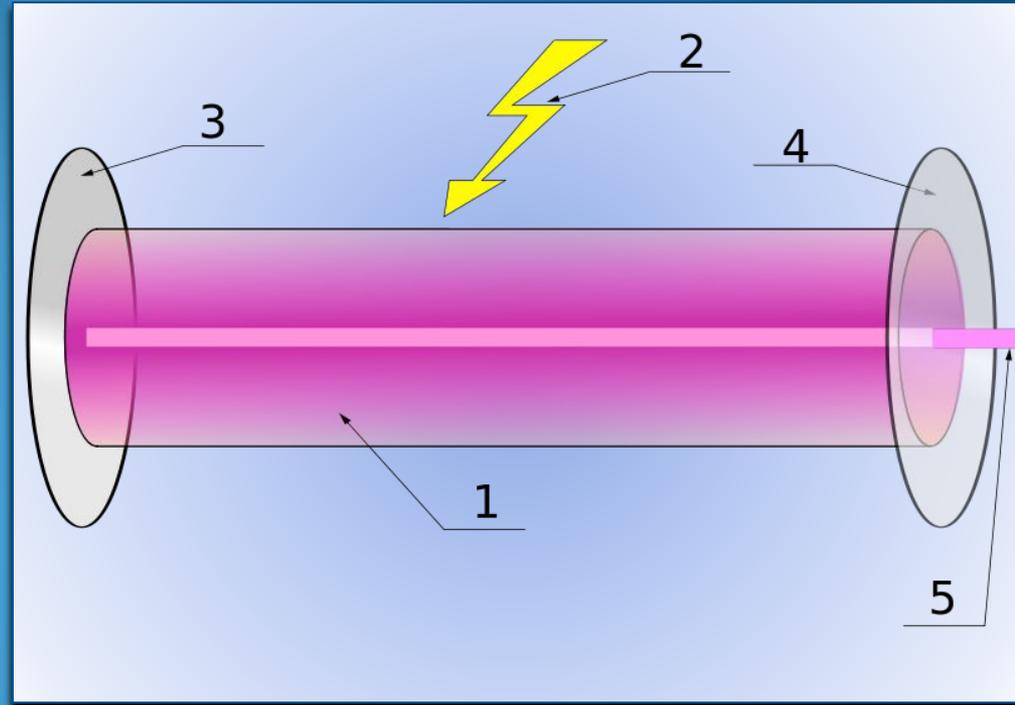
Все лазеры состоят из трёх основных частей:

□ 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.

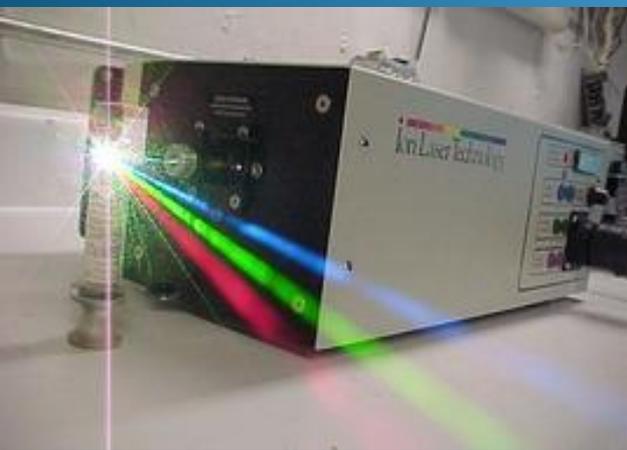
В настоящее время в качестве рабочей среды лазера используются различные агрегатные состояния вещества: твёрдое, жидкое, газообразное, плазма

# 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 кристалле граната с неодимом

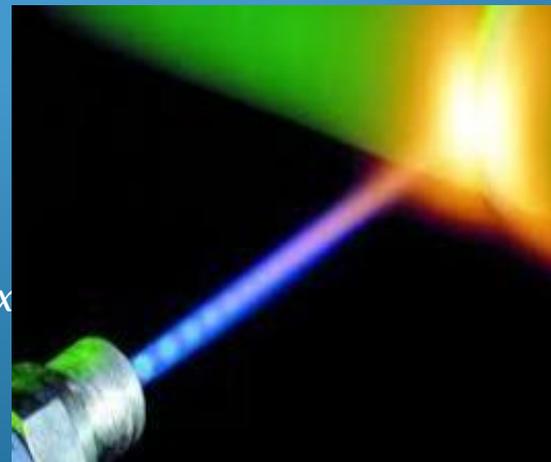


Одна из наиболее часто используемых систем лазера, которые обеспечивают генерацию излучения в ближней инфракрасной области

## Лазер на неодимовом стекле



## 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



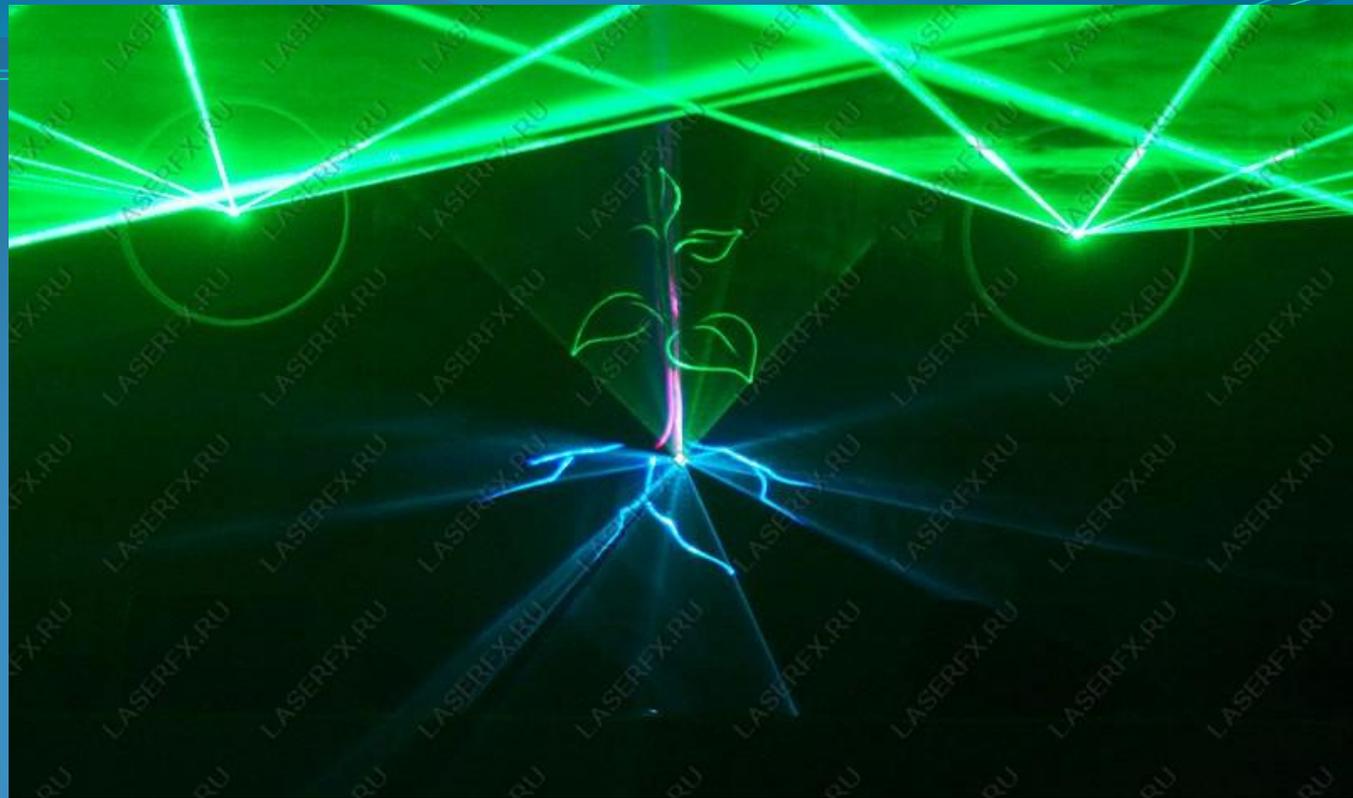
лазерные считыватели штрих-кодов



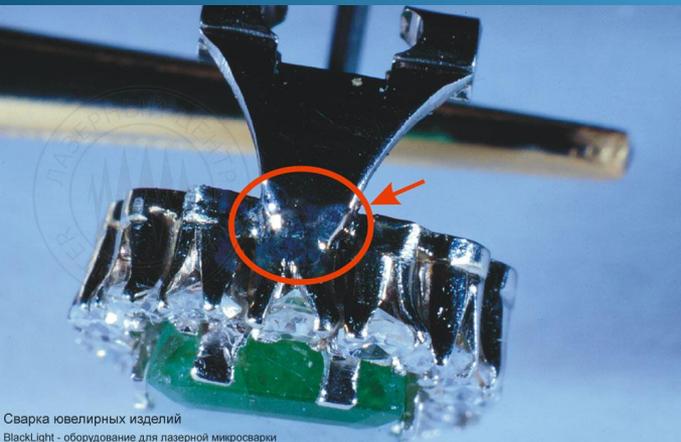
лазерные принтеры



лазерные указки



Лазерное сопровождение музыкальных представлений (лазерное шоу)



Сварка ювелирных изделий  
BlackLight - оборудование для лазерной микросварки

лазерная сварка

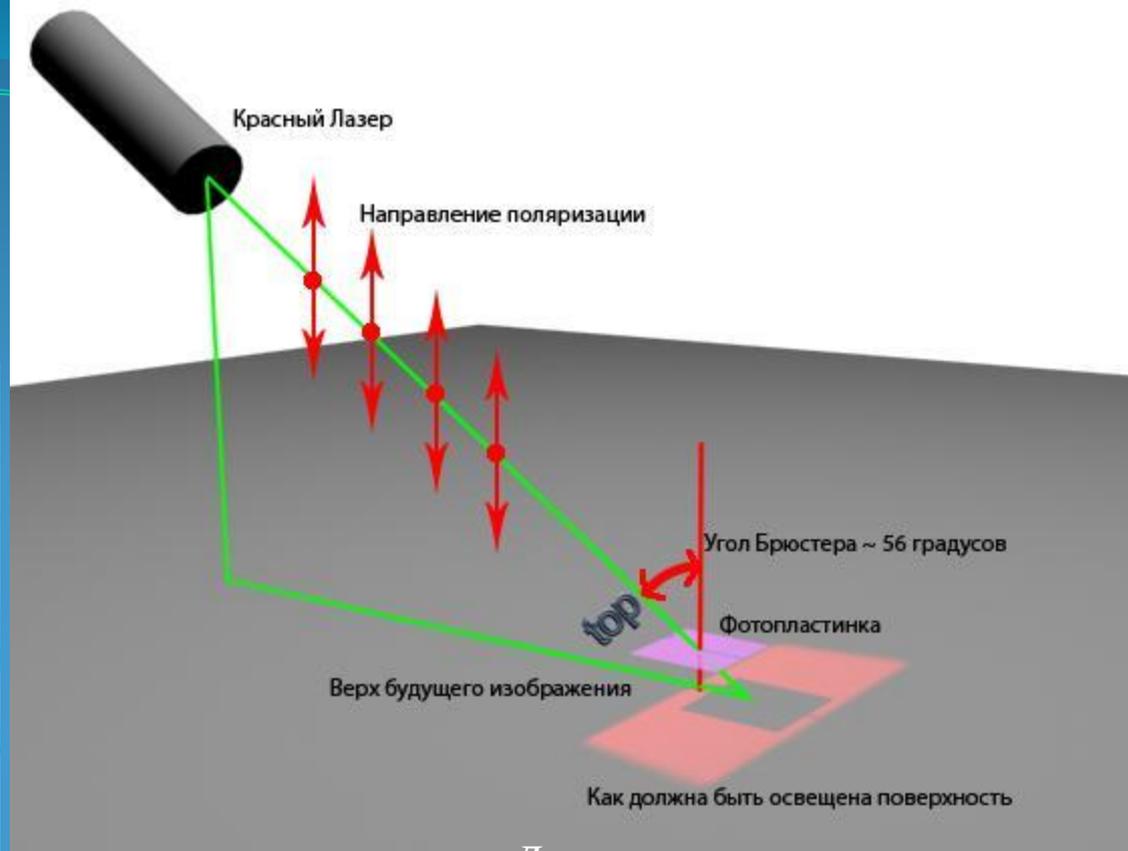
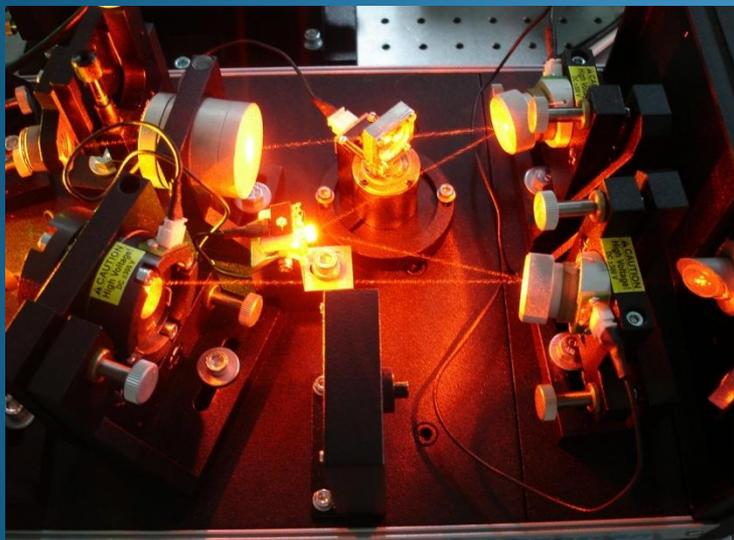


лазерная гравировка



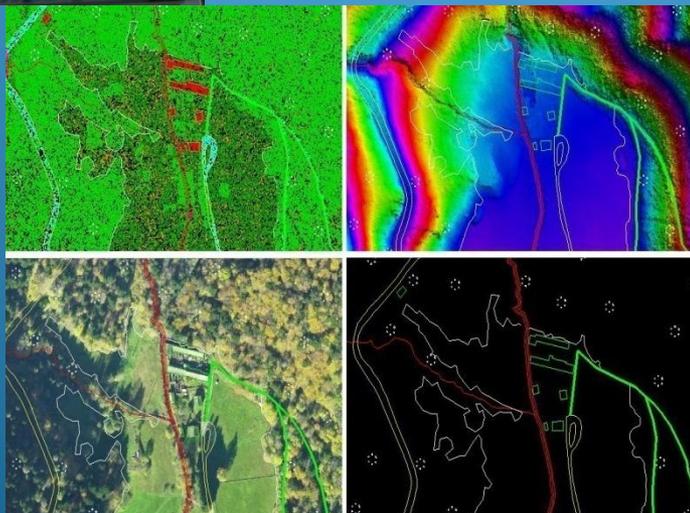
лазерная резка

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



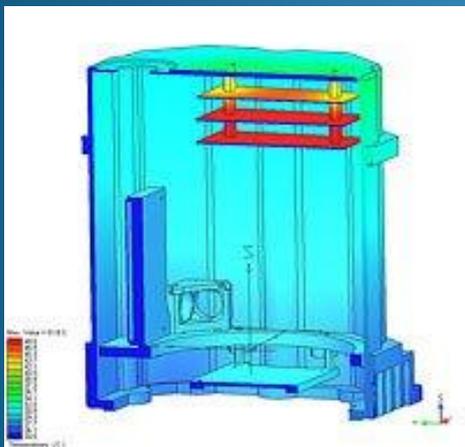
лазер в спектроскопии

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



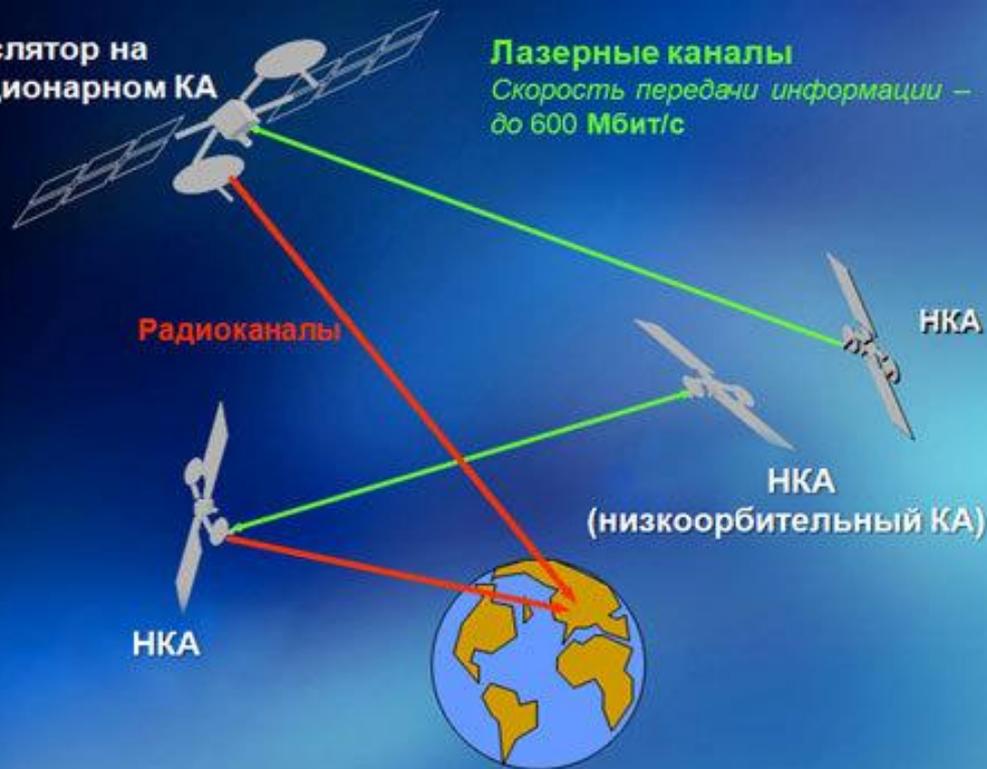
*В настоящее время бурно развивается так называемая лазерная связь*



Ретранслятор на  
Геостационарном КА

**Лазерные каналы**

Скорость передачи информации –  
до 600 Мбит/с



Радиоканалы

НКА

НКА

(низкоорбитальный КА)

НКА



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