

Лазер

ы



Лáзер

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

«усиление света посредством вынужденног
о 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

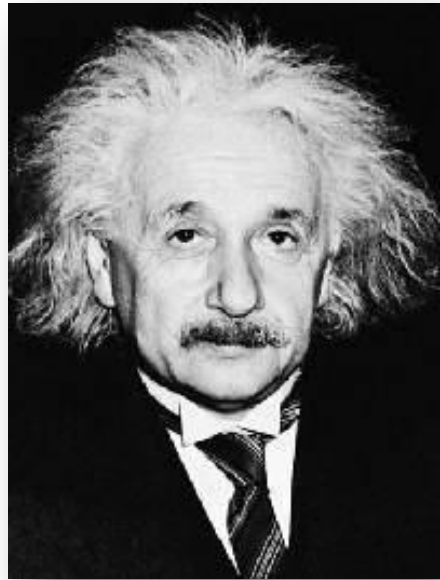
ИСТОРИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

ЛАЗЕРОВ

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

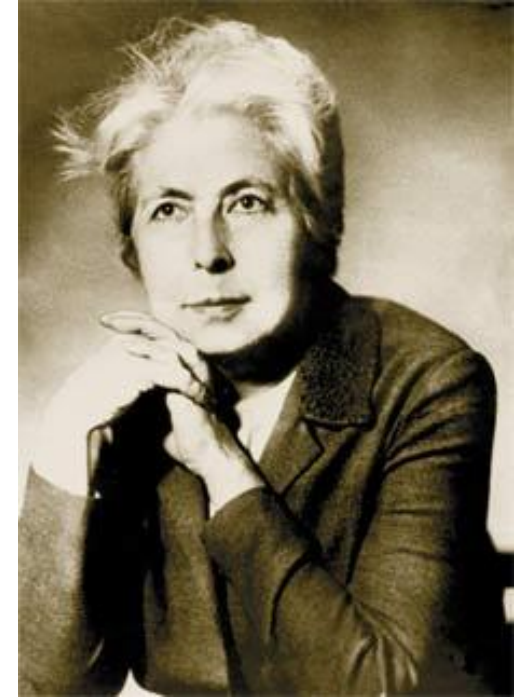
Строгое теоретическое обоснование в рамках квантовой механики это явление получило в работах П. Дирака в 1927 — 1930 гг.

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

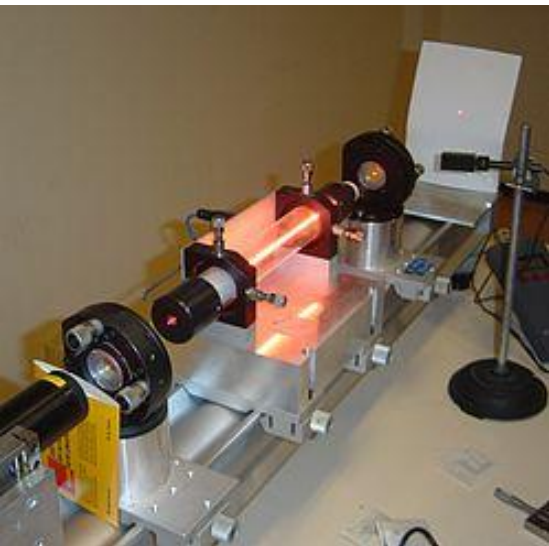


А. Кастлер

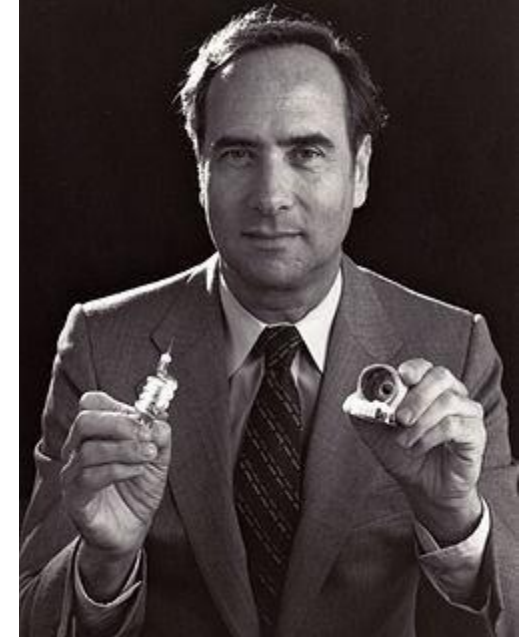
1960 год: 16 мая

Т. Мейман продемонстрировал работу первого оптического квантового генератора — лазера

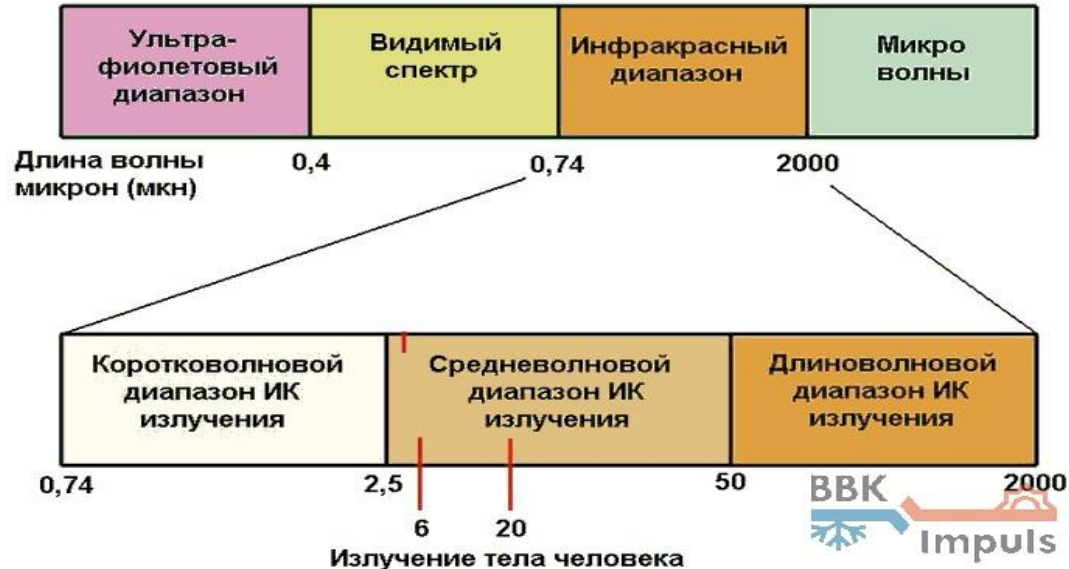
В качестве активной среды использовался кристалл искусственного рубина



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



Диапазон спектров



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

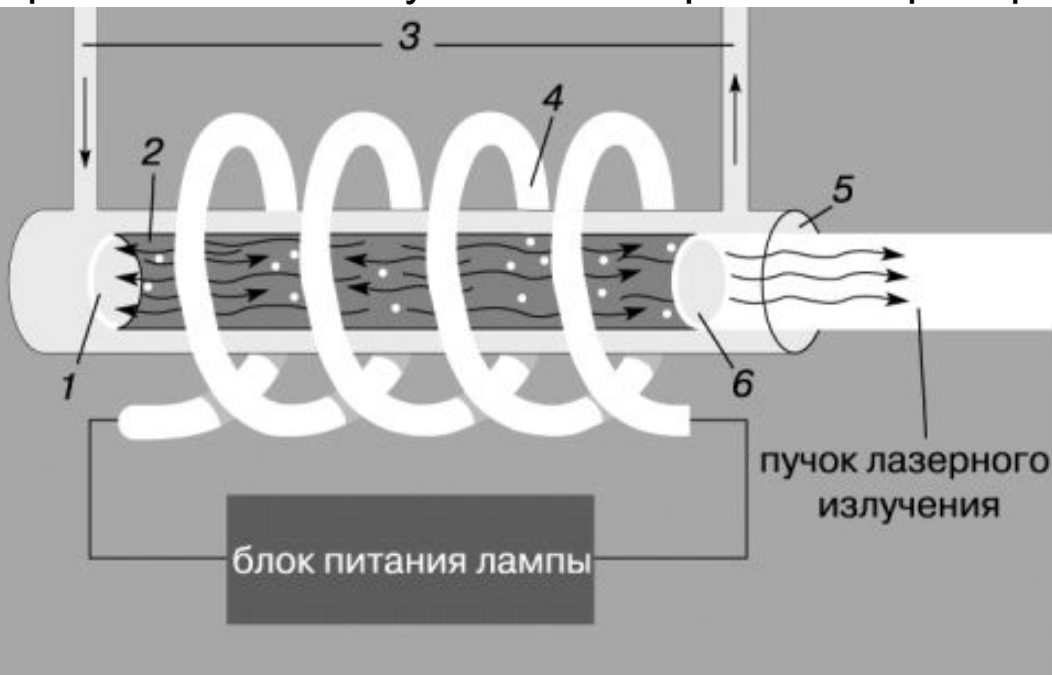
Физика лазеров и по сей день интенсивно развивается. С момента изобретения лазера почти каждый год появлялись всё новые его виды, приспособленные для различных целей

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



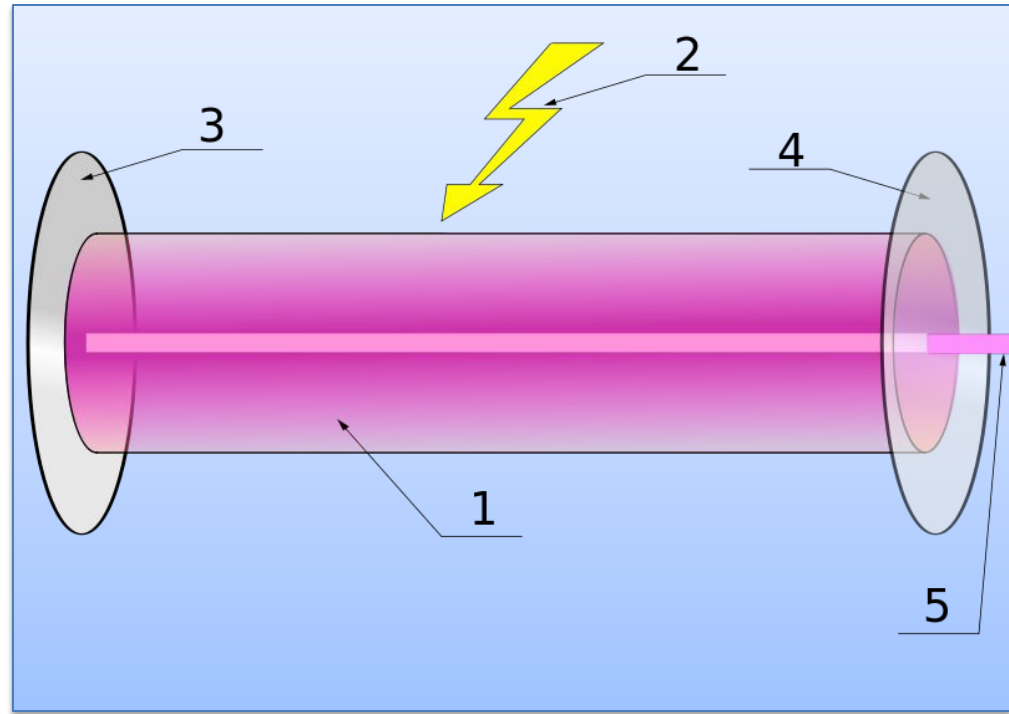
Фотон – элементарная частица, лишенная массы покоя и электрического заряда, но обладающая энергией и импульсом. Это квант электромагнитного поля, которое осуществляет взаимодействие между заряженными частицами.

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



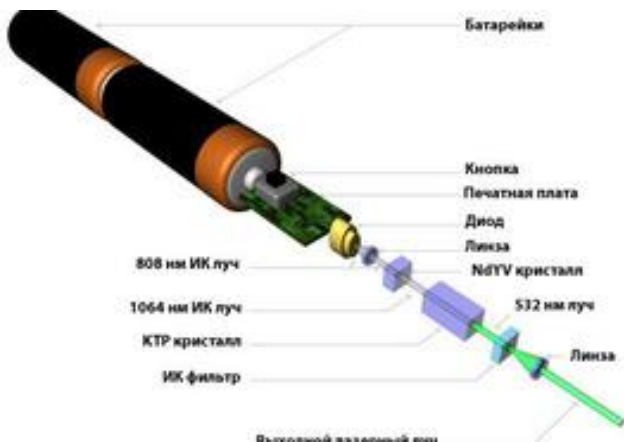
Первый лазер непрерывного действия

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



Лазер на неодимовом стекле

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



Рубиновый



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

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

Применение

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

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



лазерные считыватели штрих-кодов



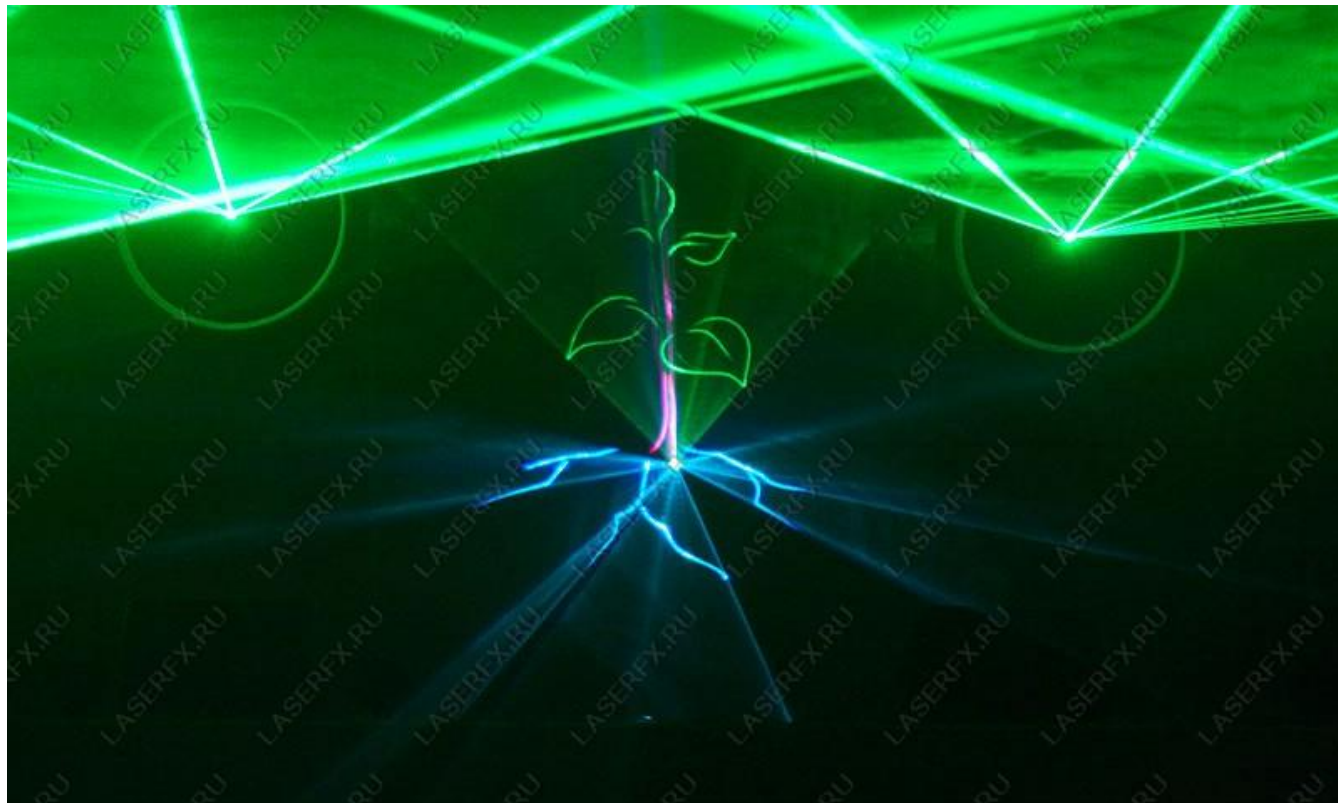
проигрыватели компакт-дисков



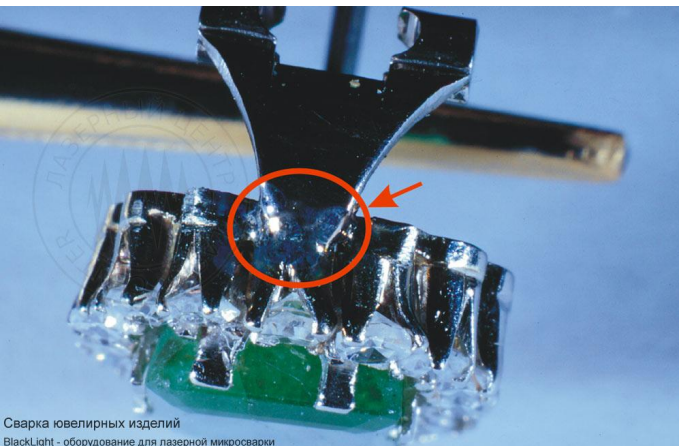
лазерные принтеры



лазерные



Лазерное сопровождение музыкальных представлений (лазерное шоу)



Сварка ювелирных изделий
BlackLight - оборудование для лазерной микросварки

лазерная

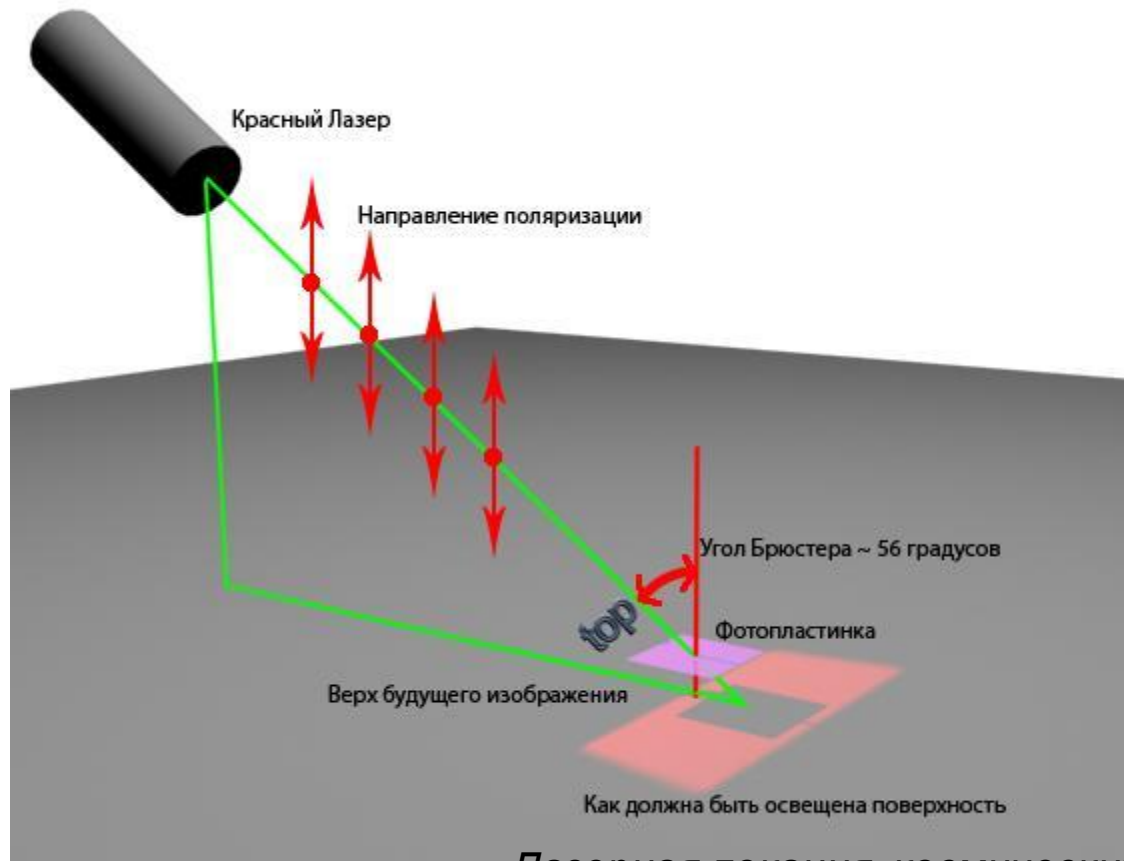
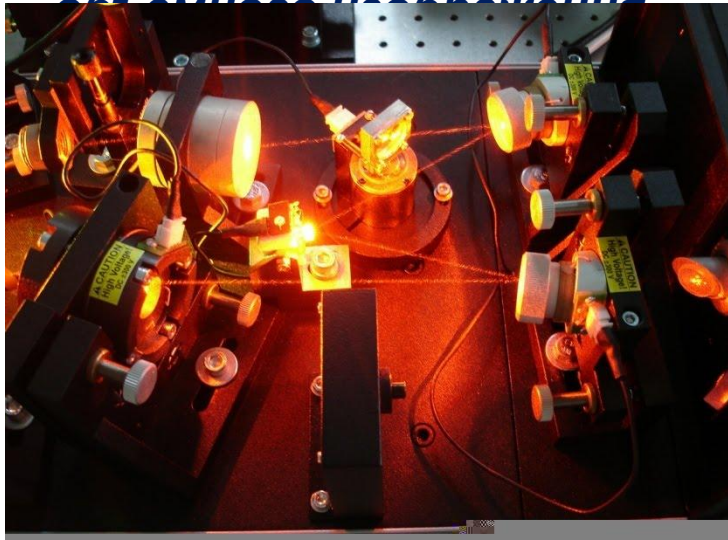


лазерная



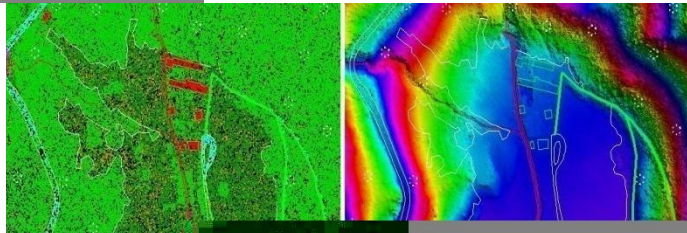
лазерная

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



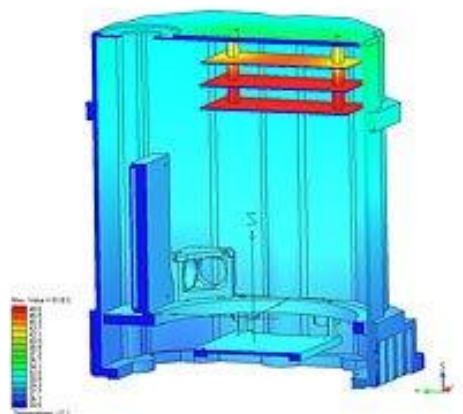
лазер в спектроскопии
Применение

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 вибр



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



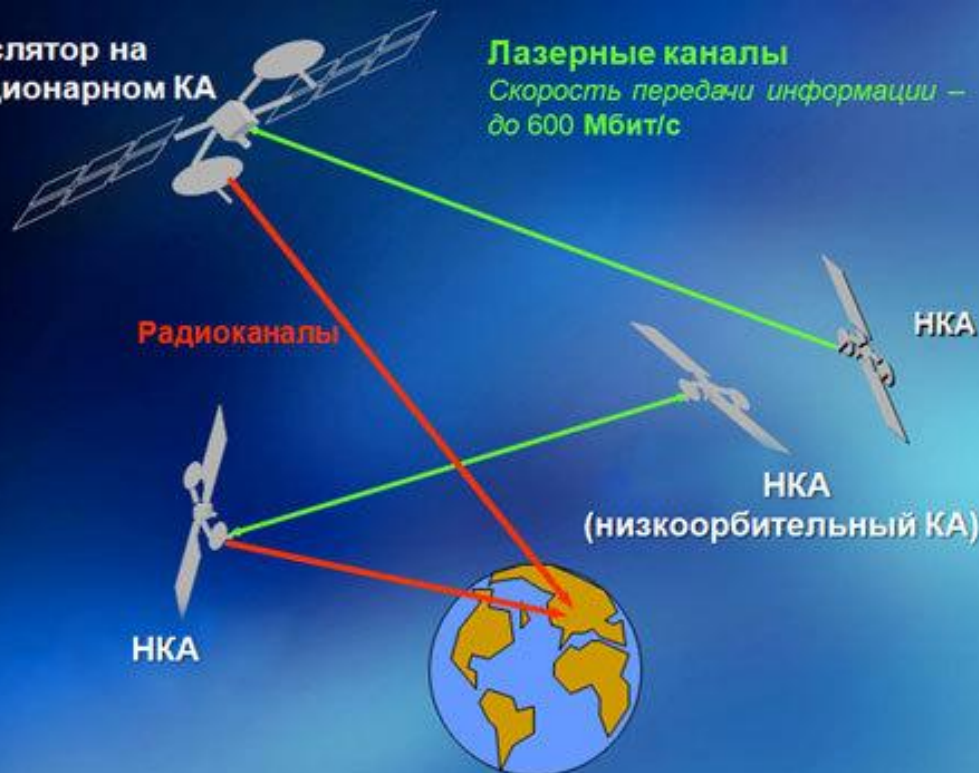
В настоящее время бурно развивается так называемая лазерная связь



Ретранслятор на Геостационарном КА

Лазерные каналы

Скорость передачи информации – до 600 Мбит/с



Для изучения взаимодействия лазерного излучения с веществом и получения управляемого термоядерного синтеза строят большие лазерные комплексы, мощность которых