

**Лазер – это устройство, в котором энергия  
(например, тепловая, химическая,  
электрическая)  
преобразуется в энергию электромагнитного  
излучения – лазерный луч.**

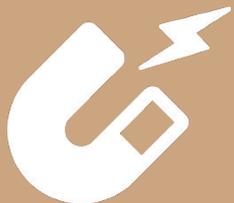
25.02.2021г



**Луи де  
Бройль**

**1892–1987 гг.**

*«Лазеру уготовано большое будущее. Трудно предугадать, где и как он будет применяться, но я думаю, что лазер — это целая техническая эпоха».*



**Лазер** — это источник оптического когерентного излучения, характеризующегося высокой степенью монохроматичности, направленностью и большой плотностью энергии.



*L.A.S.E.R.*

Light Amplification by Stimulated Emission Radiation

*(усиление света в результате  
вынужденного излучения)*

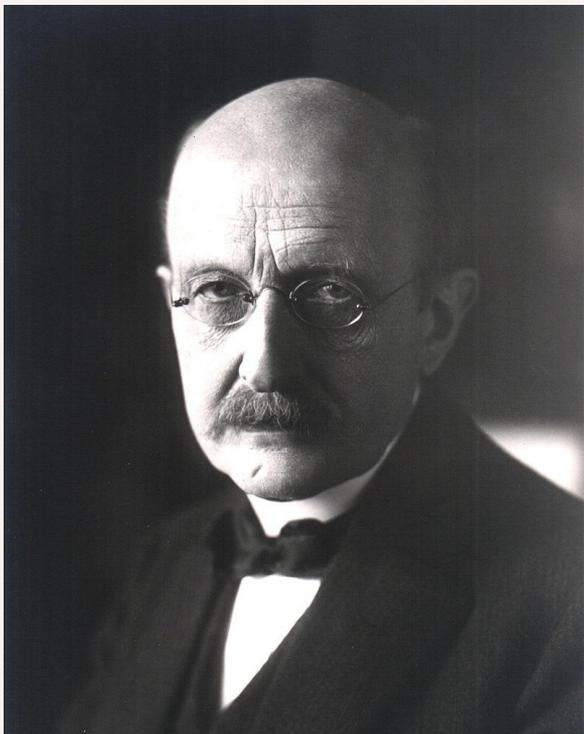
# Преимущества лазерных источников света

Лазеры способны создавать пучки света с очень малым углом расхождения.

Свет лазера обладает исключительной монохроматичностью.

В лазерах атомы излучают свет согласованно (когерентно).

Лазеры являются самыми мощными источниками света.



**Макс Планк**  
1858–1947 гг.

В 1900 году выдвинул идею о том, что вещество излучает и поглощает свет отдельными порциями — квантами.

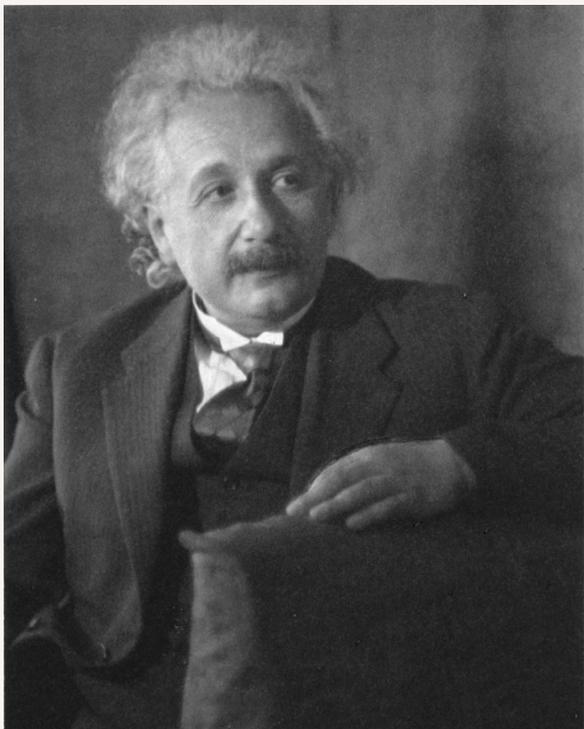


**Нильс Бор**

1885–1962

ff.

В 1913 году показал, что энергия атома может принимать ряд дискретных значений. При переходе атома с уровня более высокой энергии на уровень с более низкой энергией, излучается **фотон**.



**Альберт Эйнштейн**  
1879–1955 гг.

В 1917 году предсказал  
возможность так  
называемого  
*индуцированного*, то есть  
*вынужденного* излучения  
света атомами.

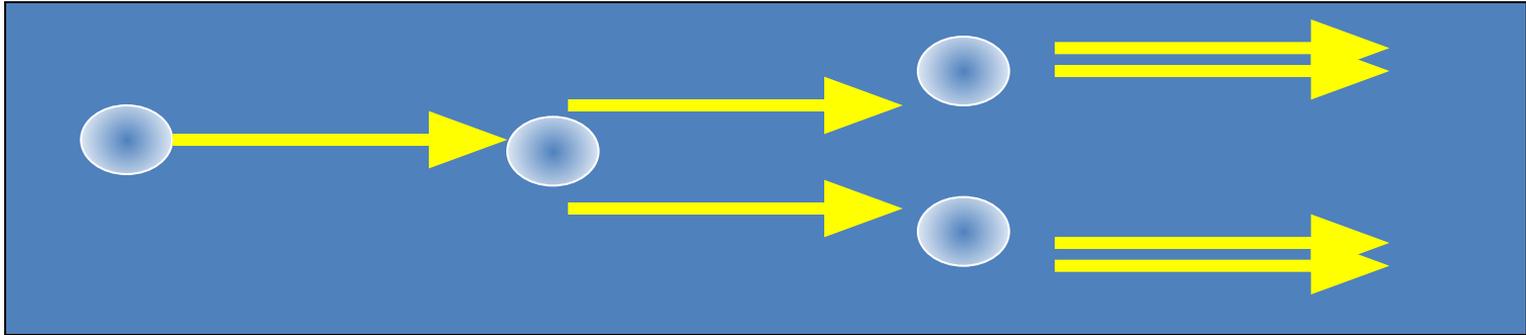


**Валентин  
Фабрикант**

1907-1991 гг.

В 1940 году указал  
на возможность  
использования *вынужденного*  
излучения  
для усиления  
электромагнитных волн.

# Принцип действия лазера (квантового генератора)



# Компоненты лазера

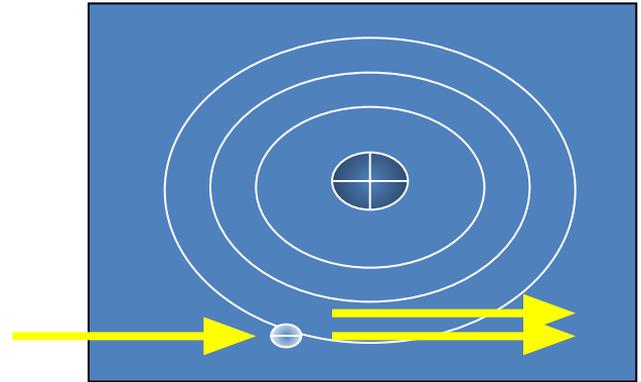
- *активная среда*, в которой осуществляется инверсная населенность атомных уровней и происходит генерация;
- *система накачки*, создающая инверсную заселенность;
- *оптический резонатор* — устройство, создающее положительную обратную связь.

# Спонтанное излучение

1. Самопроизвольное излучение фотона атомом при переходе в основное состояние
2. Метастабильное состояние – состояние атома с особенно большим временем жизни.
3. Если заставить все атомы вещества перейти в метастабильное состояние и одновременно излучить фотоны, то излучение будет чрезвычайно интенсивным и будет иметь определённую частоту.

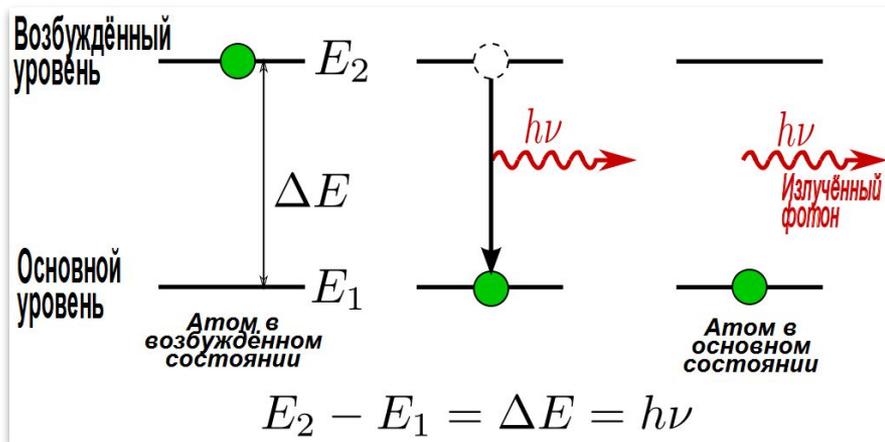
# Вынужденное излучение

1. Излучение атомов под действием падающего света.
2. Излученный атомом фотон имеет ту же частоту и направление движения, что и падающий на атом фотон.

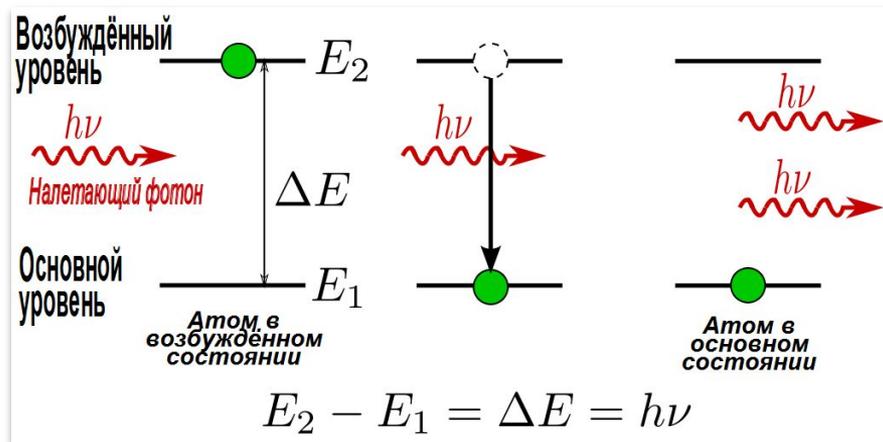


# Спонтанное и вынужденное излучение

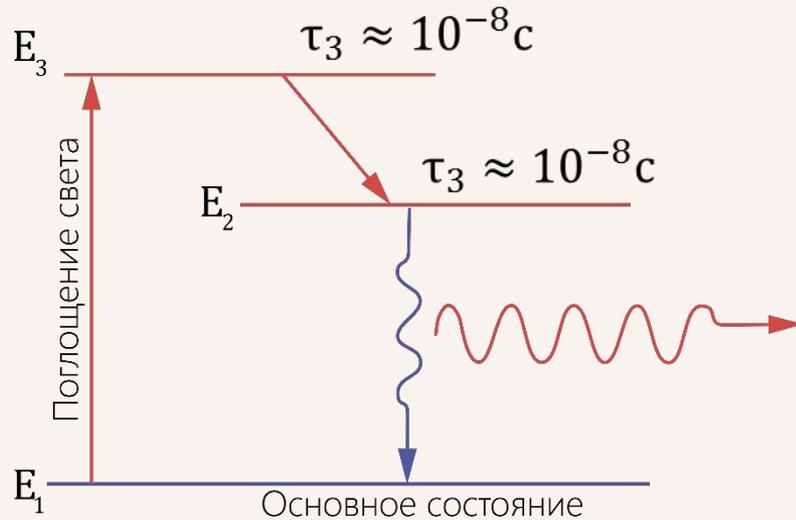
- спонтанное (самопроизвольное) излучение



- вынужденное (индуцированное) излучение



## Трёхуровневая система оптической накачки



Переход из второго энергетического уровня на первый под действием внешней электромагнитной волны сопровождается **излучением**. Возникшая при *индуцированном* излучении световая волна не отличается от волны, падающей на атом, ни частотой, ни фазой, ни поляризацией.

## Принципы взаимодействия электромагнитного излучения с атомной системой

При прохождении через вещество электромагнитной волны с частотой  $\nu$  эта волна будет не ослабляться, а, напротив, усиливаться за счёт индуцированного излучения.

$$\tau_3 \approx 10^{-8} \text{ с}$$



**Николай  
Басов**

1922–2001



**Александр  
Прохоров**

1916–2007

В 60-е годы XX века разрабатывают **мазер**, активной средой которого является аммиак — мощный излучатель радиоволн.



**Николай  
Басов**

1922–2001



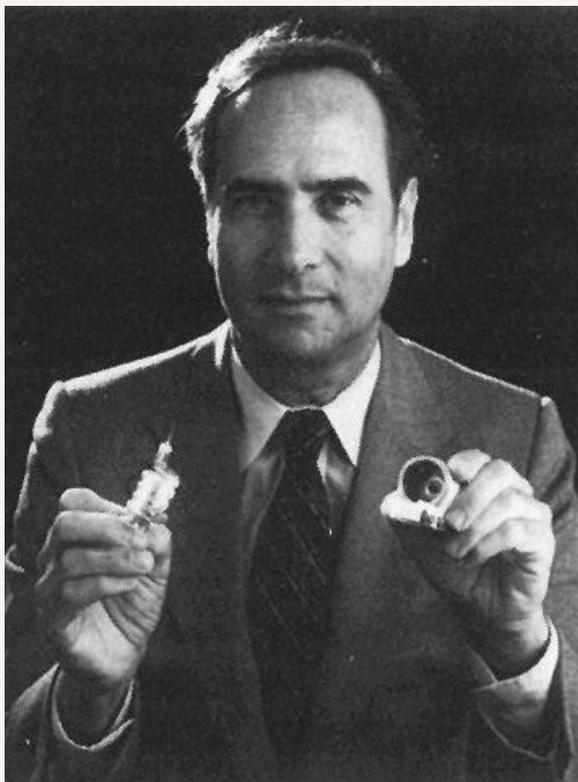
**Александр  
Прохоров**

1916–2007



**Чарльз Таунс**  
1915–2015 гг.

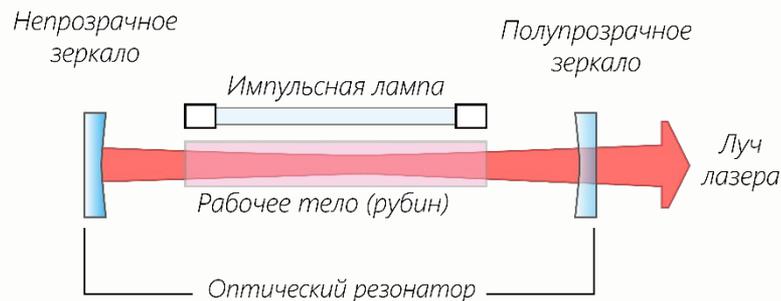
В 1964 г. учёным присуждается Нобелевская премия по физике за фундаментальные исследования в области квантовой электроники, приведшие к созданию мазеров и лазеров.



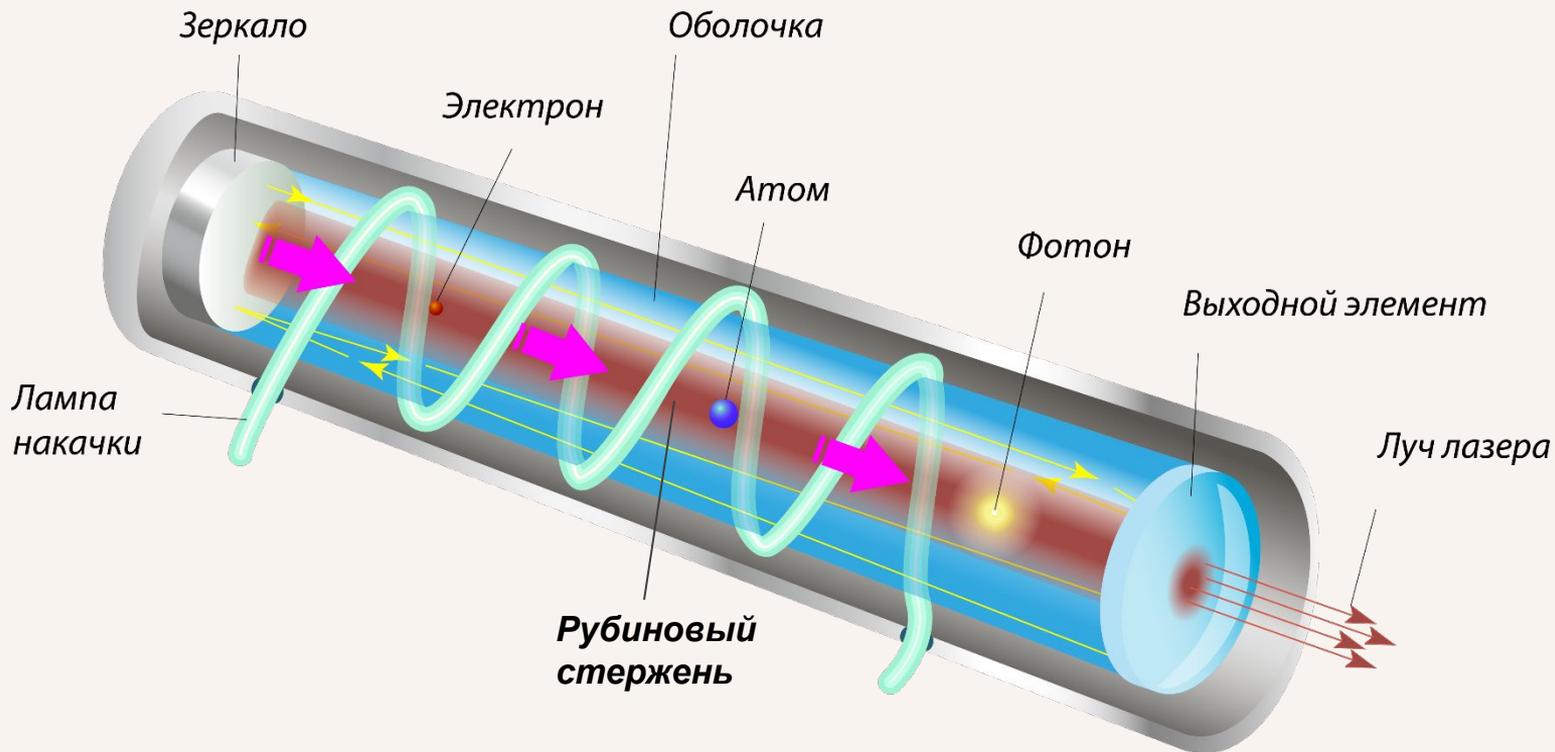
**Теодор  
Мейман**

1927 - 2007 гг.

Американский физик, сотрудник фирмы «Хьюз Эйркрафт». В 1960 году сконструировал на основе работ Басова, Прохорова и Таунса первый лазер на рубине.



# Устройство рубинового лазера

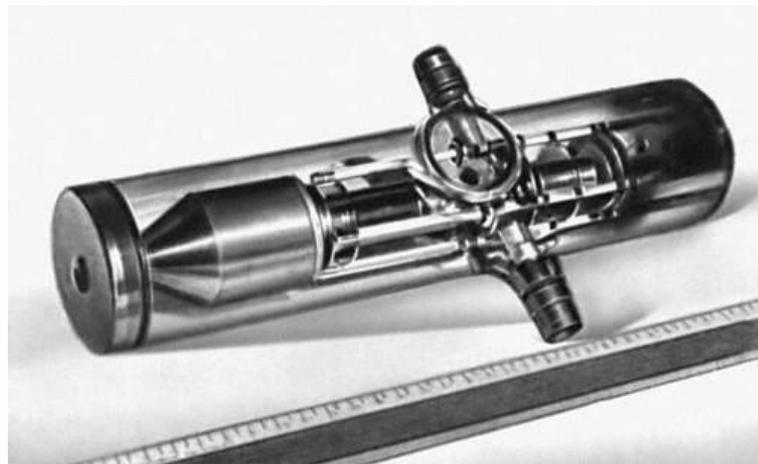




**Николай  
Басов**

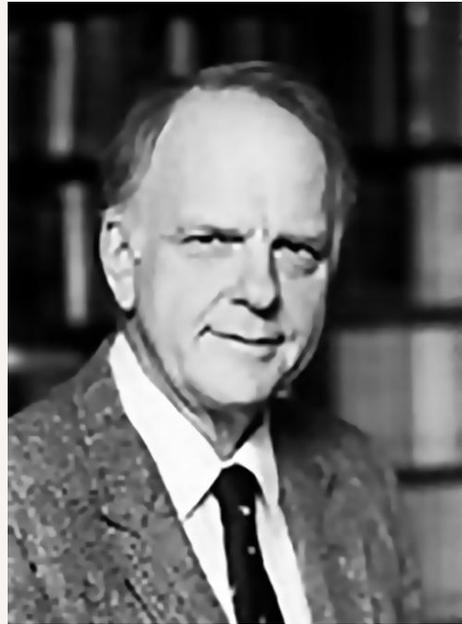
1922 - 2001 гг.

В 1962 году предложил идею лазера на основе полупроводникового кристалла.





**Али Джаван**  
род. 1926  
г.



**Уильям Беннетт**  
1930–2008 гг.

Американцы Джаван, Беннет и Гарриот разработали газовый лазер.



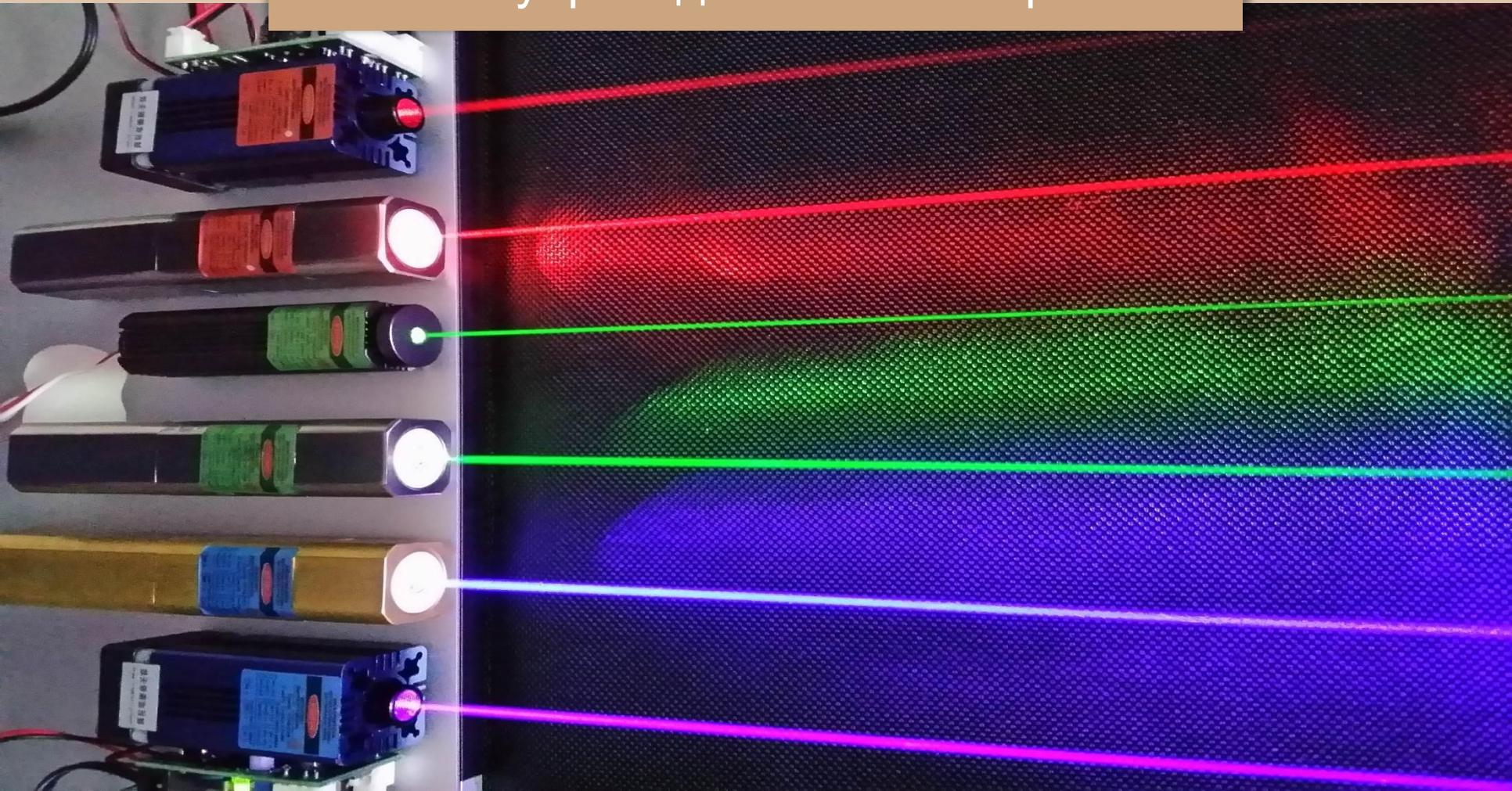


На сегодняшний день разработаны лазеры на основе газовых, жидкостных и твердотельных активных сред.

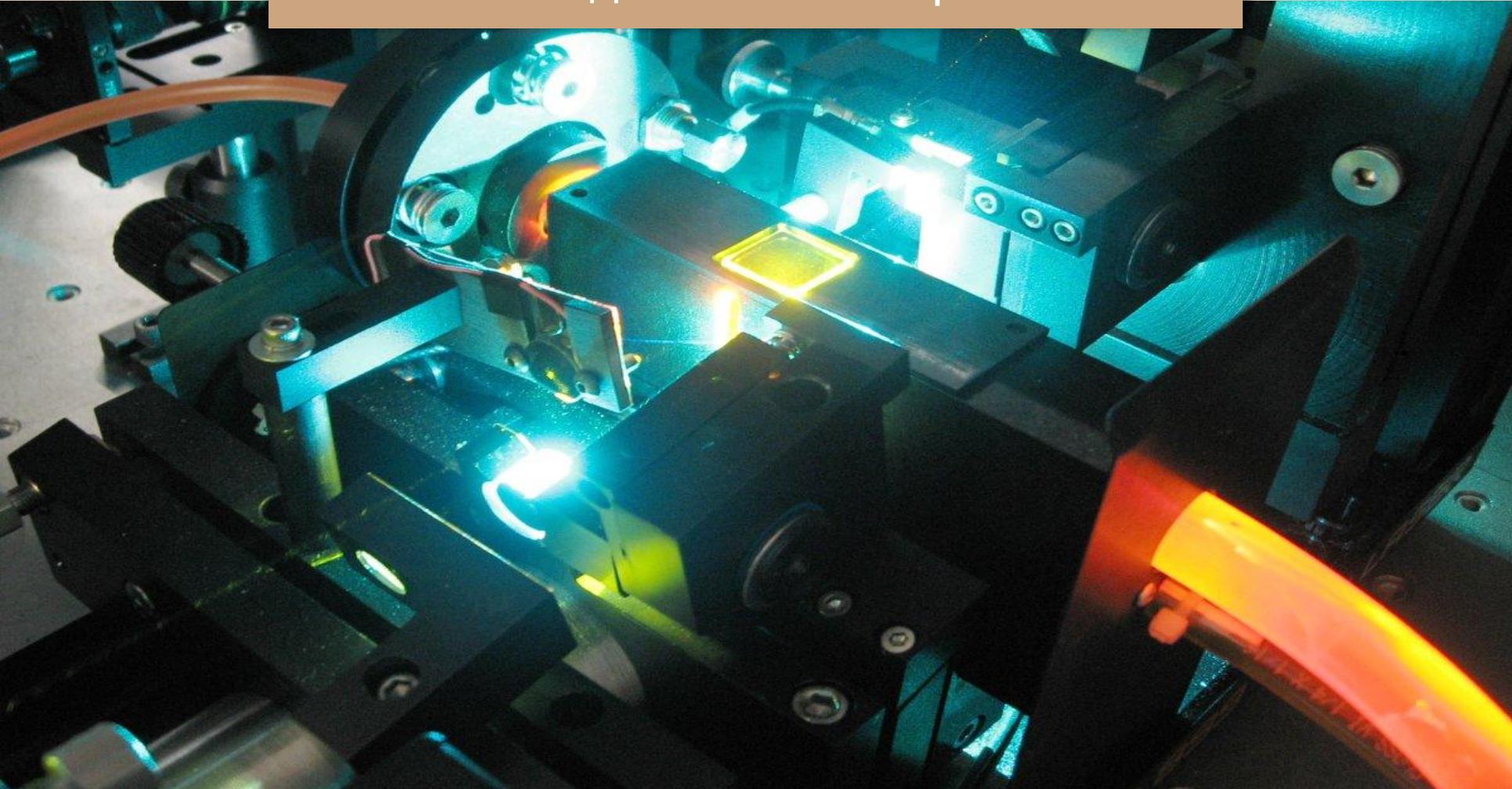
# Газодинамические лазеры



# Полупроводниковые лазеры



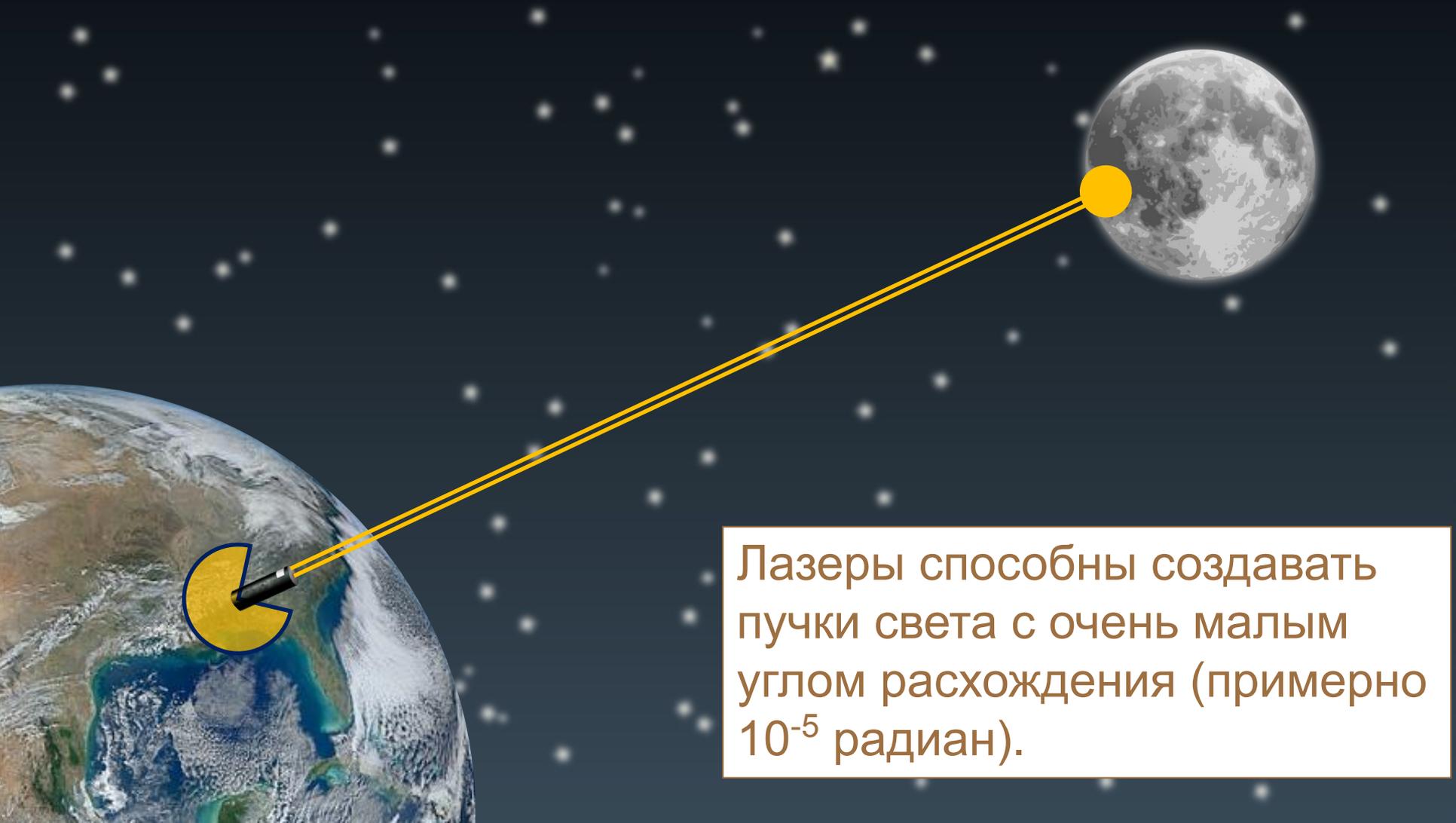
# Жидкостные лазеры





# Наука

1. Для осуществления связи, особенно в той части космического пространства, где отсутствует поглощение света.
2. Для локации различных объектов, обеспечивающей возможность определения расстояния до них с точностью до миллиметра.
3. Для осуществления управляемой термоядерной реакции.
4. Для проведения химических реакций, которые иными способами провести невозможно.
5. Для повышения качества изображений астрономических объектов.
6. Для сверхбыстрого управления магнитным состоянием среды (лазерное намагничивание).
7. Для достижения сверхнизких температур (лазерное охлаждение).

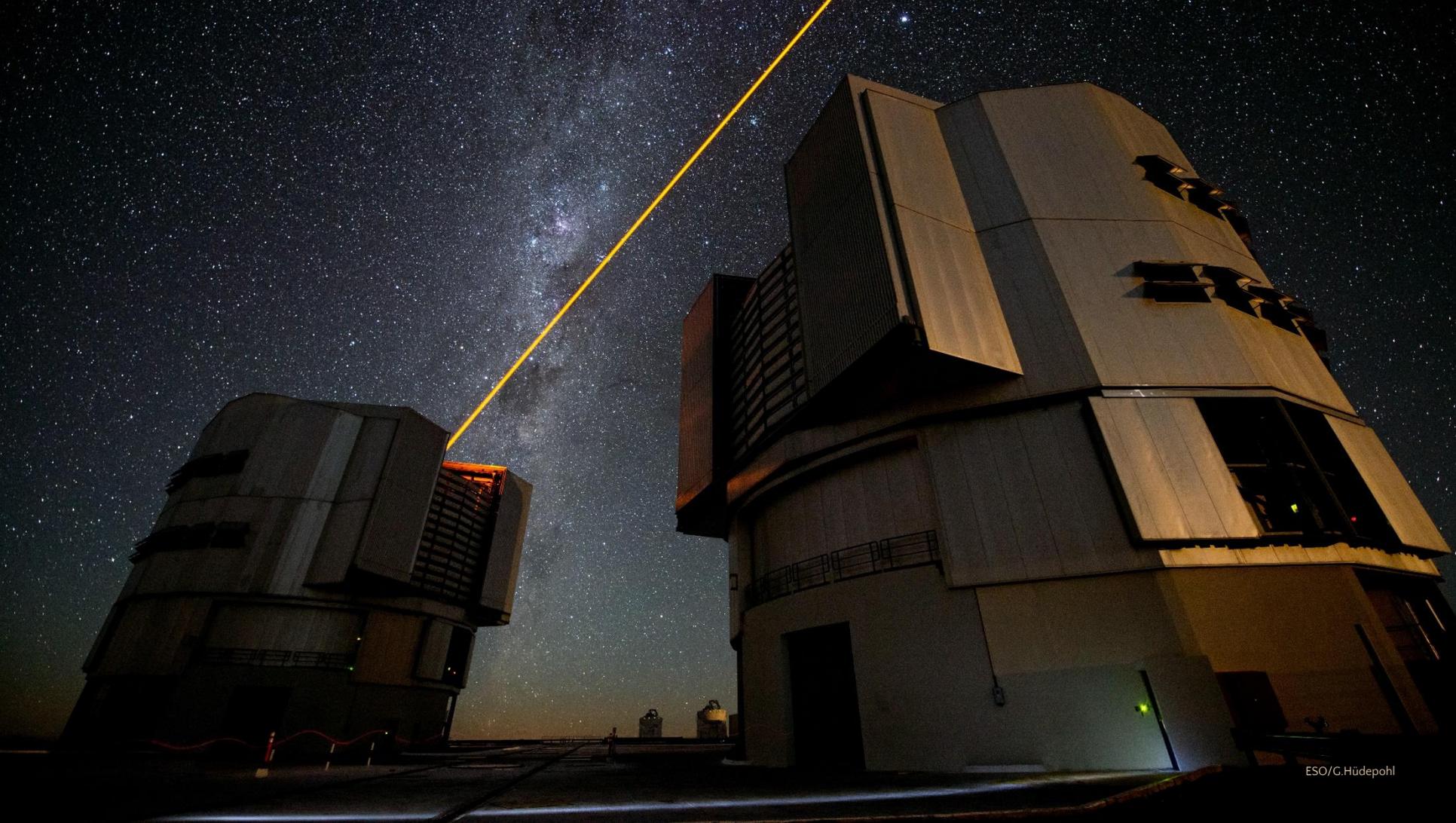


Лазеры способны создавать пучки света с очень малым углом расхождения (примерно  $10^{-5}$  радиан).

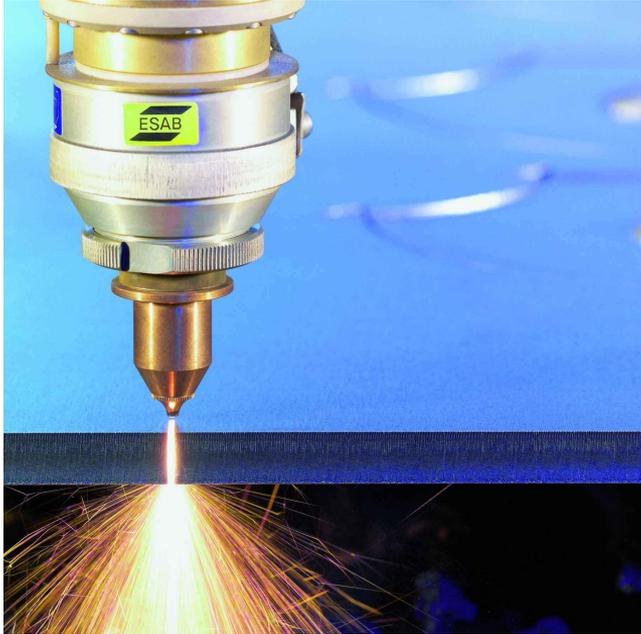


Крымская астрофизическая  
обсерватория (КРАО)

В 1963 году большой  
зеркальный телескоп  
Крымской астрофизической  
обсерватории послал  
в сторону Луны короткий  
импульс лазерного света  
мощностью 35000 Вт.



# Промышленность



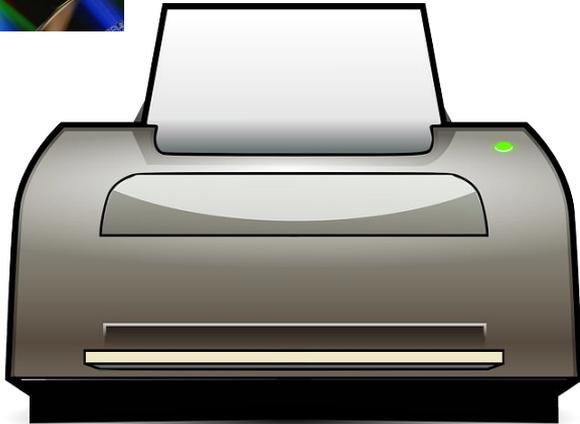
1. Фотолитография
2. Экологический мониторинг
3. Лазерная маркировка и гравировка
4. Лазерное разделение материалов
5. Лазерная сварка (соединение мельчайших деталей между собой)
6. Поверхностная лазерная обработка
7. Получение химически чистых материалов
8. Пробивание отверстий в особо хрупких материалах

# Медицина

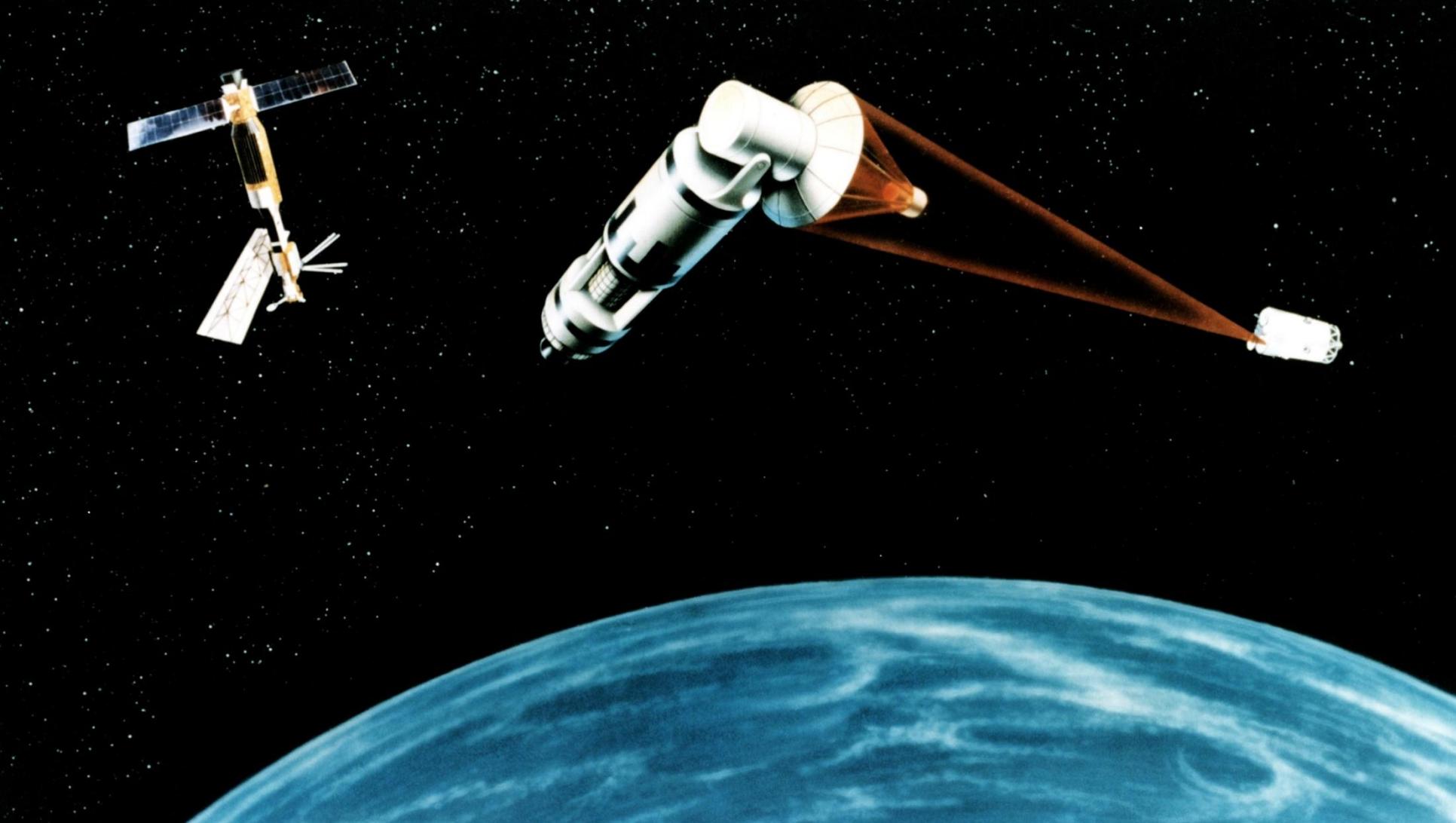
1. Косметическая хирургия (удаление татуажа и пр.)
2. Коррекция зрения
3. Хирургия (гинекология, урология, лапароскопия)
4. Стоматология
5. Диагностика заболеваний
6. Удаление опухолей (особенно головного и спинного мозга)



# Связь и информационные технологии



1. Хранение информации на оптических носителях (компакт-диск, DVD и т. д.)
2. Оптическая связь
3. Оптические компьютеры
4. Голография, лазерные дисплеи
5. Лазерные принтеры, цифровые мини-лабы
6. Считыватели штрих-кодов



# Вооружение

1. Лазерное оружие для борьбы с наземными и воздушными целями
2. Целеуказатели
3. Для облегчения прицеливания с помощью какого-нибудь оружия (лазерный прицел)
4. Системы обнаружения снайперов
5. Для постановки помех путём «сканирования» лазерным лучом местности
6. Лазерное стрелковое оружие



# Культура

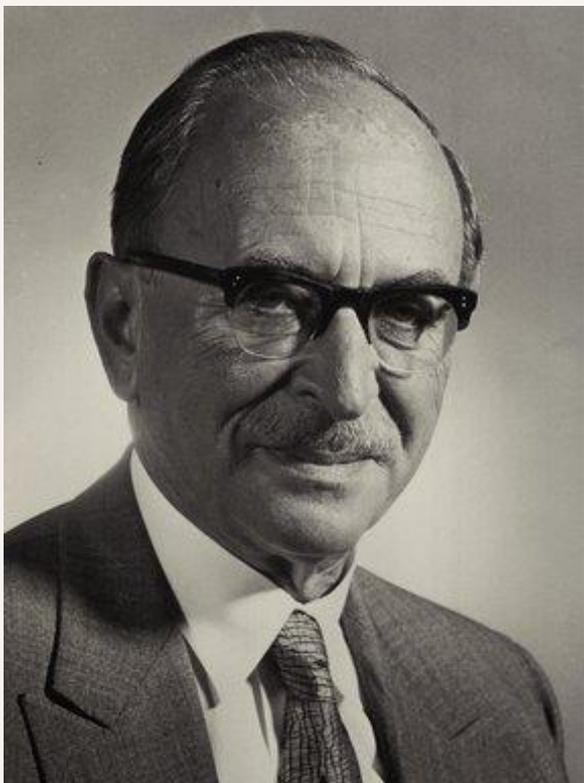
1. Лазерное шоу — представление в виде оригинальных спецэффектов и визуальных рядов, производимых при помощи лазерной системы.
2. Мультимедийные демонстрации и презентации.
3. Световой дизайн.
4. Лазерные субтитры на киноэкранах.
5. ЭМИ «лазерная арфа».
6. Объёмное гравирование прозрачных материалов.



# БЫТ



1. Лазерные указки
2. Лазерные дальномеры (лидары)
3. Системы слежения
4. Системы навигации (напр. Лазерный гироскоп)
5. Проецирование изображений на сетчатку;



**Деннис  
Габор**

1900-1979 гг.

В 1971 году получил  
Нобелевскую премию  
«за изобретение и развитие  
голографического принципа».



# В заключение...

В наши дни невозможно представить себе жизнь человечества без лазеров. Лазерные технологии настолько глубоко проникли в различные сферы жизни, что обойтись без них уже, видимо, не удастся. Лазеры нашли применение в самых различных областях — от коррекции зрения до управления транспортными средствами, от космических полётов до термоядерного синтеза. Лазер стал одним из самых значимых изобретений XX века.

# стр.293 ЕГЭ, P-1187

- Обсудить стр.293 ЕГЭ

(4) - (2)

P-1187

$\lambda = 630 \text{ нм} = 630 \cdot 10^{-9} \text{ м}$

$P = 40 \text{ мВт} = 40 \cdot 10^{-3} \text{ Вт}$

$t = 1 \text{ сек}$

$h; c$

$n - ?$

$$E_f = \frac{hc}{\lambda}; E = E_f \cdot n = \frac{hc n}{\lambda}$$
$$P = \frac{E}{t} = \frac{hc n}{\lambda \cdot t}$$
$$n = \frac{P \cdot \lambda \cdot t}{hc} = \frac{40 \cdot 10^{-3} \cdot 630 \cdot 10^{-9} \cdot 1}{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} \approx 1273 \cdot 10^{14} = \underline{1,3 \cdot 10^{17}}$$

# Домашнее задание

- § 76, подготовиться к к/р (по §§ 74-77)