Лазеры

***L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation*

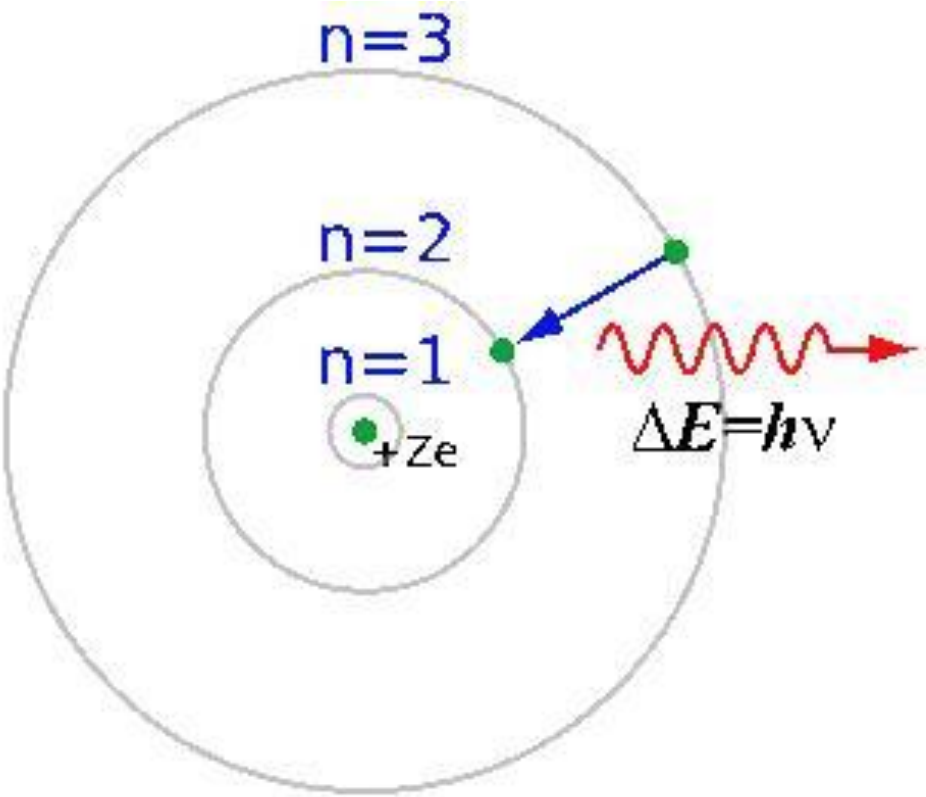
Цель: познакомиться с принципом действия квантовых источников света.

1. Спонтанное и вынужденное излучение.
2. Квантовые генераторы.
3. Трёхуровневый лазер.
4. Применение лазеров.

1. Какое состояние атома называется основным, а какое – возбуждённым?
2. В каком состоянии атом будет существовать дольше – в основном или возбуждённом?
3. При каких условиях атом излучает?

Спонтанное излучение

В возбуждённом состоянии атом находится около 10^{-8} с, после чего <u>самопроизвольно</u> (<u>спонтанно</u>) переходит в основное состояние, излучая при этом квант света.



<u>Спонтанное излучение</u> ***происходит при отсутствии внешнего воздействия на атом и объясняется неустойчивостью его возбуждённого состояния.***

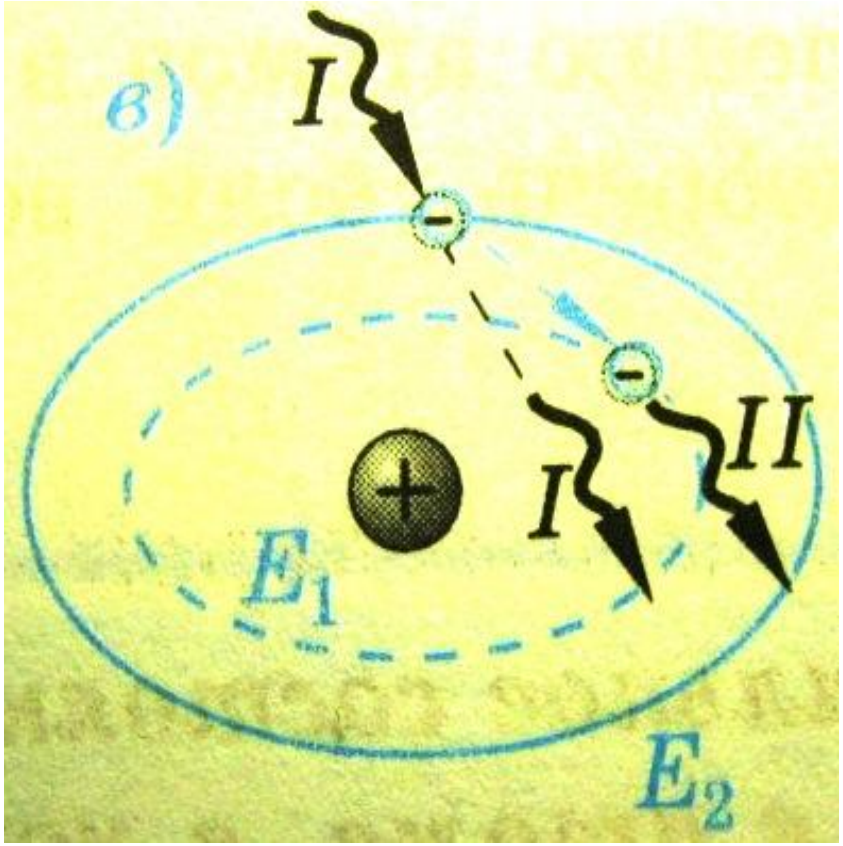
Вынужденное излучение

Если же атом подвергается внешнему воздействию, то время его жизни в возбуждённом состоянии сокращается, а излучение уже будет <u>вынужденным</u> или <u>индуцированным</u>.

Понятие о вынужденном излучении было введено в 1916 г

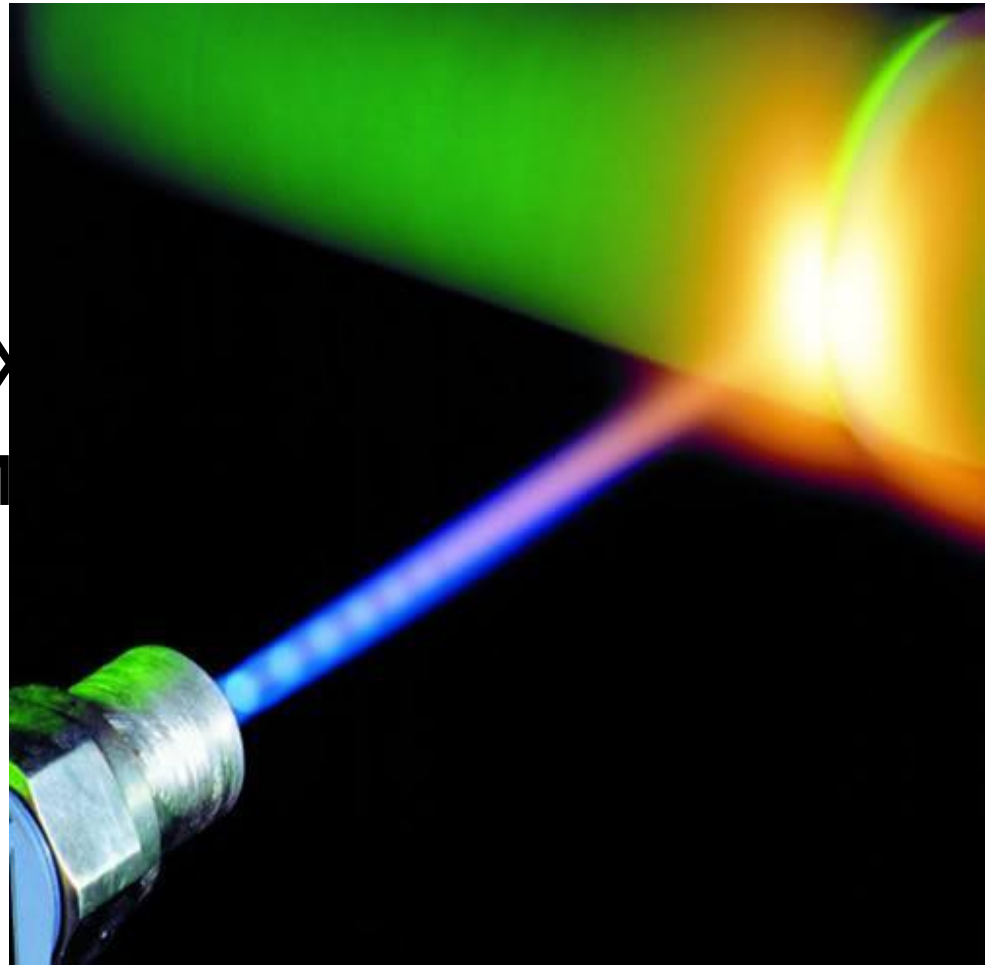
Вынужденное излучение

Вынужденное излучение происходит в результате воздействия на возбуждённый атом кванта света, частота которого совпадает с частотой его спонтанного излучения. Атом при этом переходит на более низкий энергетический уровень, и к первичному фотону добавляется ещё один фотон, ничем не отличающийся от первого. Падающее на атом излучение удваивается, затем может образоваться «лавина»



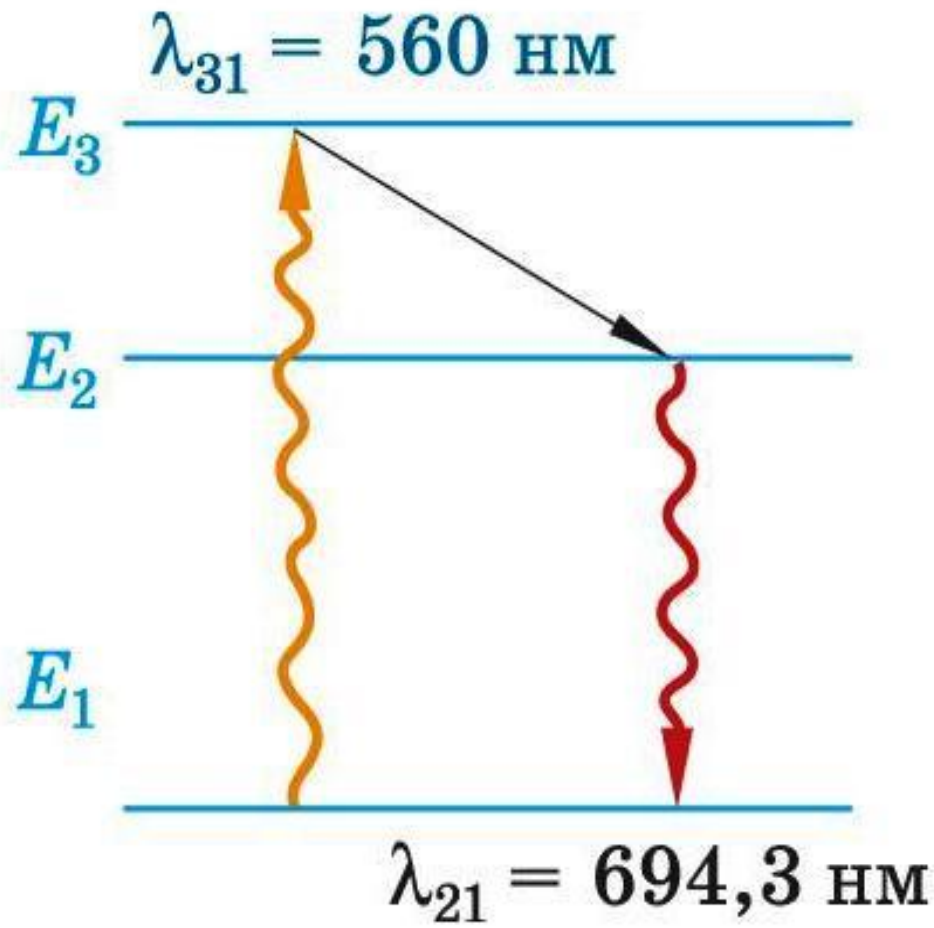
Квантовые генераторы

Оптические квантовые генераторы, излучение которых лежит в видимой и инфракрасной области спектра, называются **лазерами**.



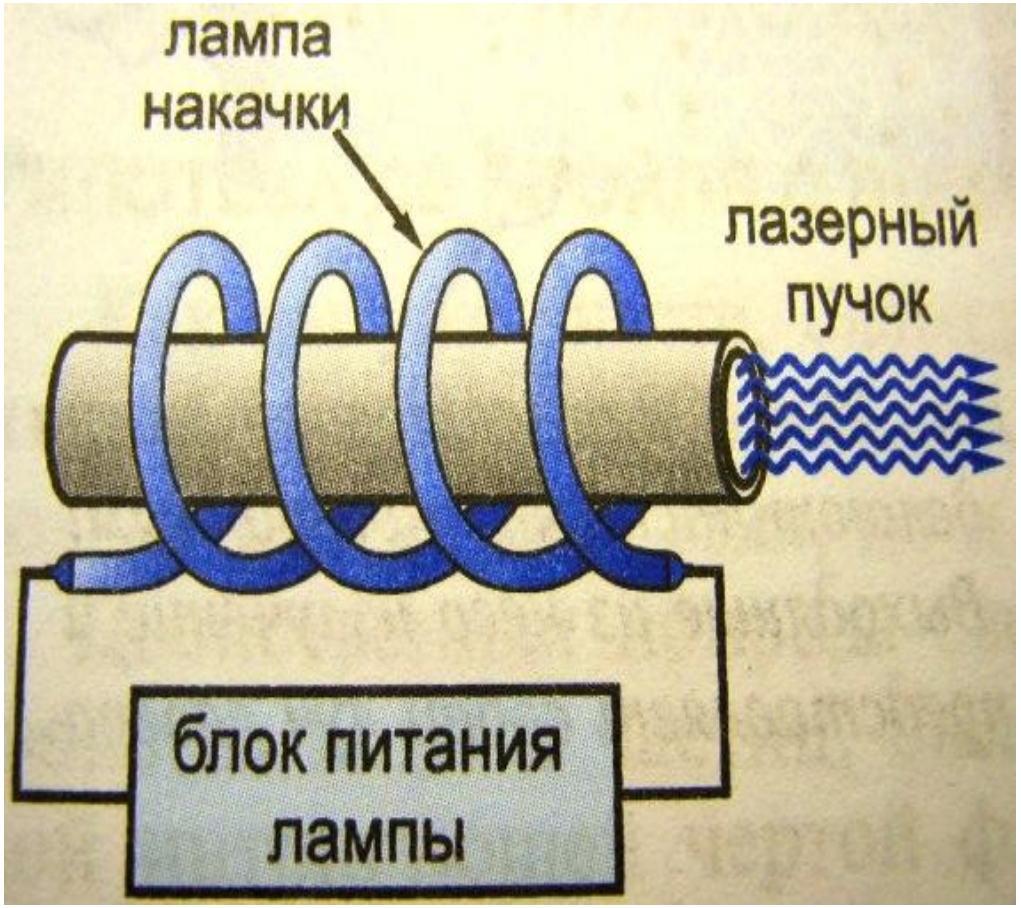
Трёхуровневая система лазера

При работе лазера часто используется система трёх энергетических уровней атома, второе из которых – **<u>метастабильное</u>** со временем жизни атома в нём до 10^{-3}



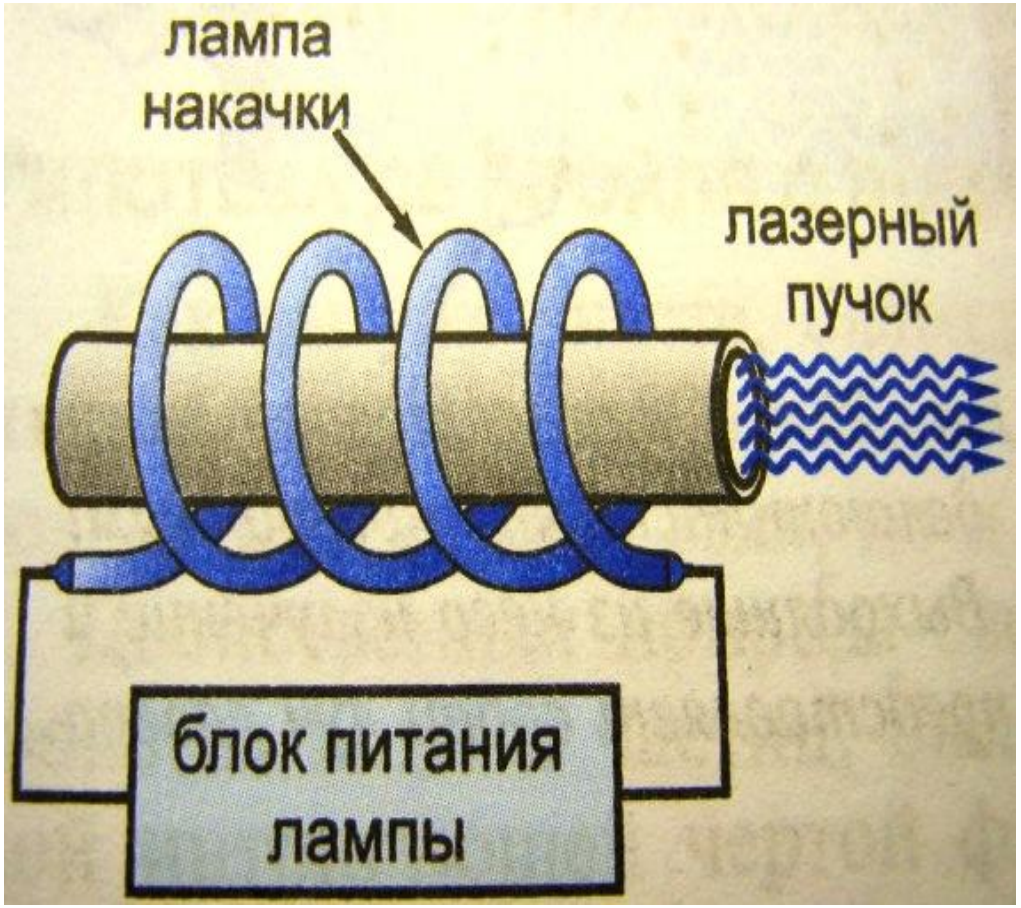
Рубиновый лазер

Основная деталь рубинового лазера – **<u>рубиновый стержень</u>**. Рубин состоит из атомов Al и O с примесью атомов Cr. Именно атомы хрома придают рубину цвет и имеют метастабильное состояние



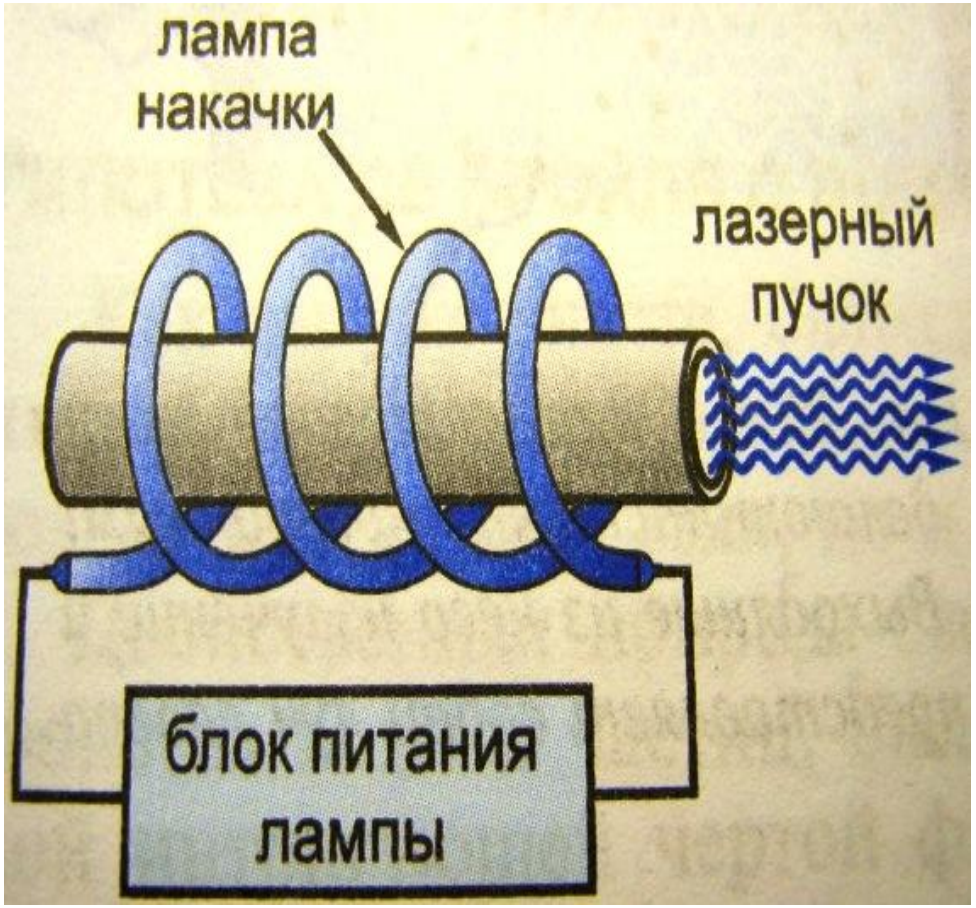
Рубиновый лазер

На стержень навита трубка газоразрядной лампы, называемой **<u>лампой накачки</u>**. Служит для передачи атомам хрома квантов энергии для перехода из основного состояния в метастабильное. Очень быстро образуется «перенаселённость» метастабильного



Рубиновый лазер

Один из **<u>торцов</u>** стержня <u>зеркальный</u> (для как можно большей задержки фотонов внутри стержня и вызывания как можно большего числа актов вынужденного излучения), другой – <u>полупрозрачный</u> (через него выходит лазерное излучение). Боковая поверхность стержня

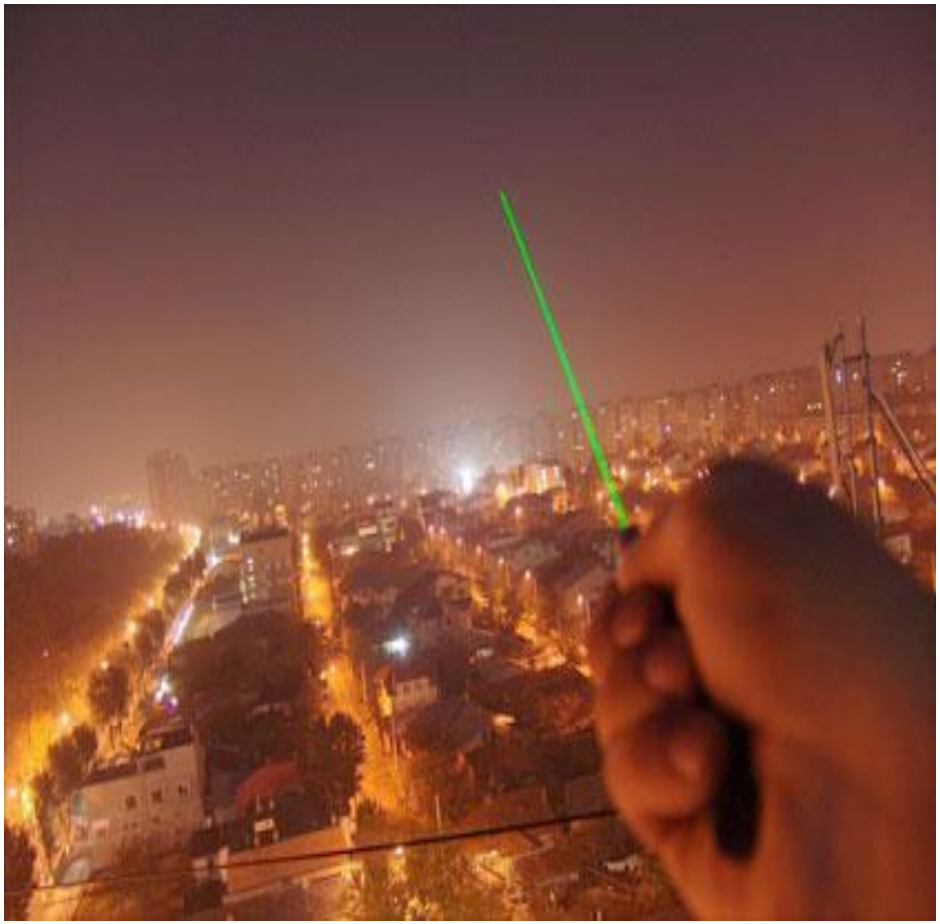


Свойства лазерного излучения

1) Лазеры способны создавать пучки света с очень малым углом расхождения.
2) Все фотоны лазерного излучения имеют одинаковую частоту (монохроматичность) и одно и то же направление (согласованность).
3) Лазеры являются мощными источниками света (до 10^9 Вт, т.е. больше мощности крупной электростанции).

Применение лазеров

- Обработка материалов (резание, сварка, сверление);
- В хирургии вместо скальпеля;
- В офтальмологии;
- Голография;
- Связь с помощью волоконной оптики;
- Лазерная локация;
- Использование лазерного луча в качестве носителя



Применение лазеров