

Квантовые генераторы и их практическое использование

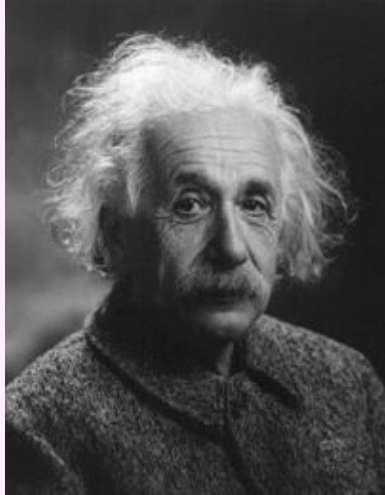
Квантовый генератор - устройство, генерирующее электромагнитное излучение за счёт вынужденного испускания фотонов ансамблем микрочастиц.

Квантовый генератор — общее название источников электромагнитного излучения, работающих на основе вынужденного излучения атомов и молекул.

Квантовые генераторы

- лазер (оптический диапазон);
- мазер (микроволновой диапазон);
- разер (рентгеновский диапазон);
- газер (гамма-диапазон).

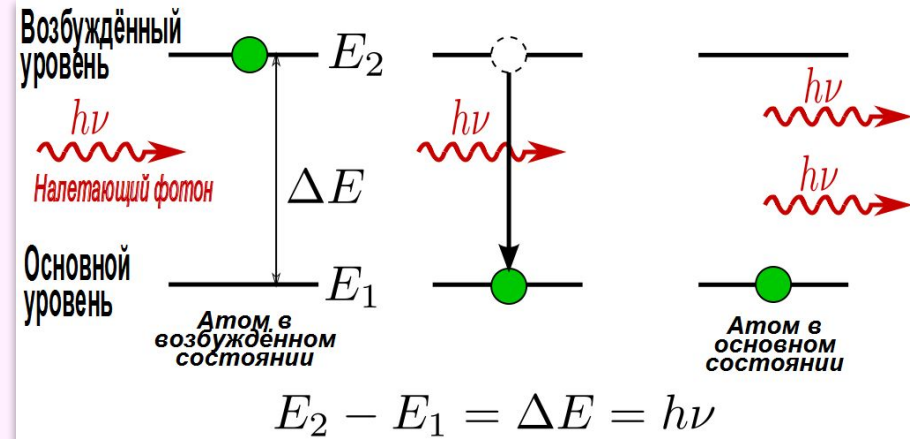
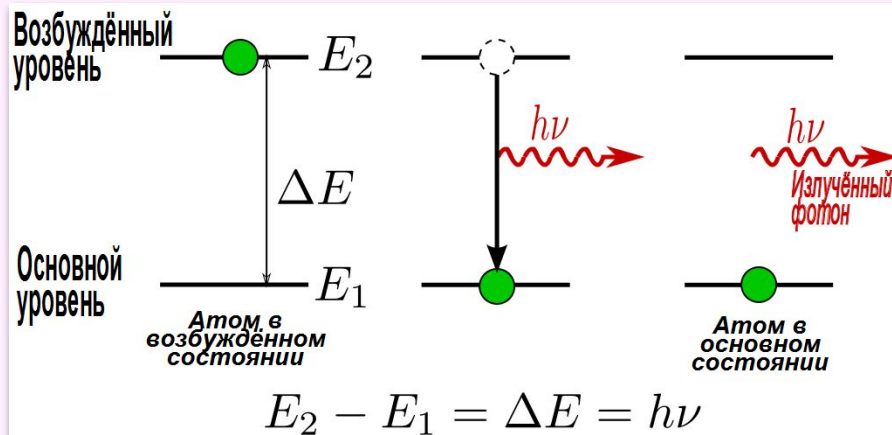
1. Спонтанное и вынужденное излучение.



1917 г. А. Эйнштейн:
Механизмы испускания света веществом

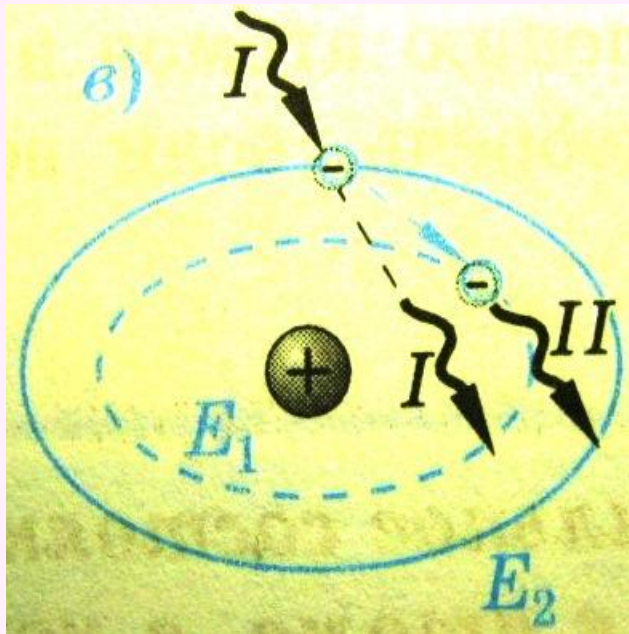
Спонтанное (некогерентное)

Вынужденное (когерентное)



Вынужденное излучение -

излучение при переходе электрона в атоме с верхнего энергетического уровня на нижний с испусканием фотона под влиянием внешнего электромагнитного поля (падающего фотона)



Образуются два фотона-близнеца

2. Использование активных сред .

Нормальная
заселенность
энергетических уровней



Обычная среда

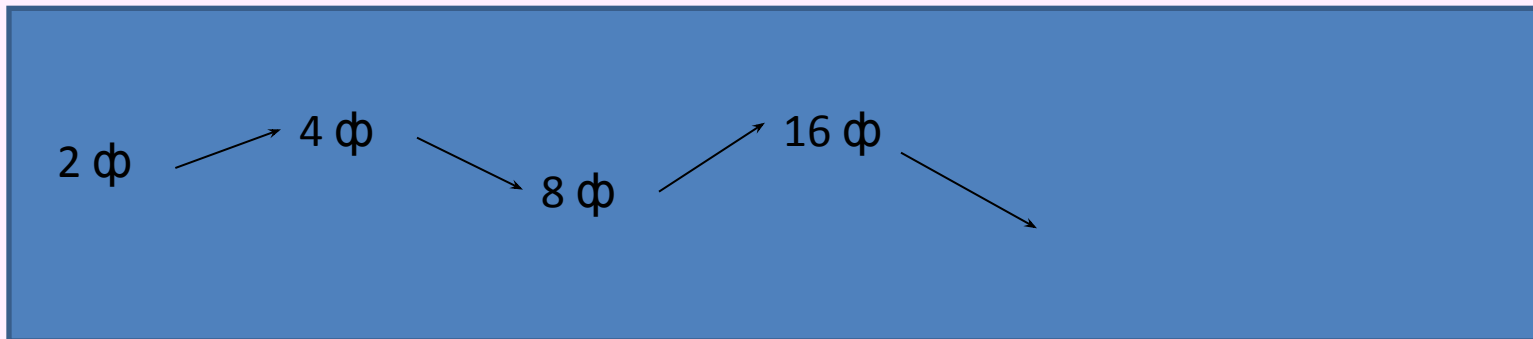
Инверсная заселенность
энергетических уровней



Активная среда

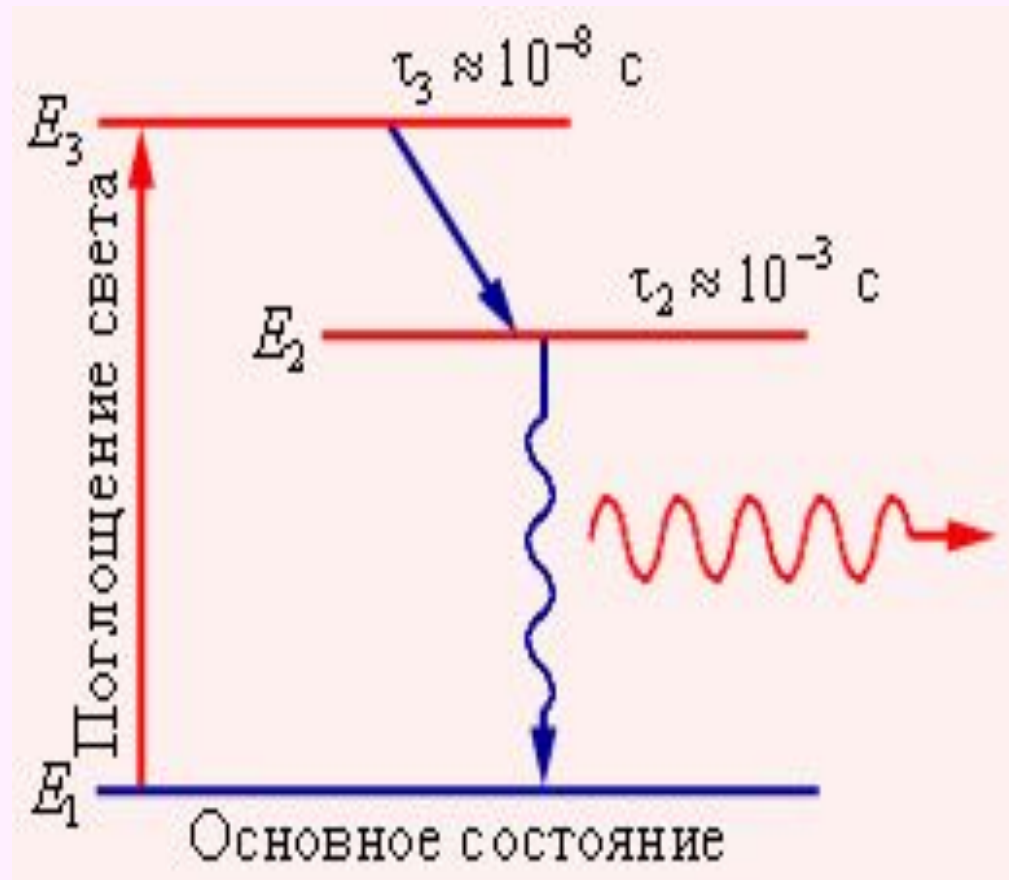
Активная среда с инверсной заселенностью энергетических уровней -

среда, в которой больше половины атомов находится в возбужденном состоянии



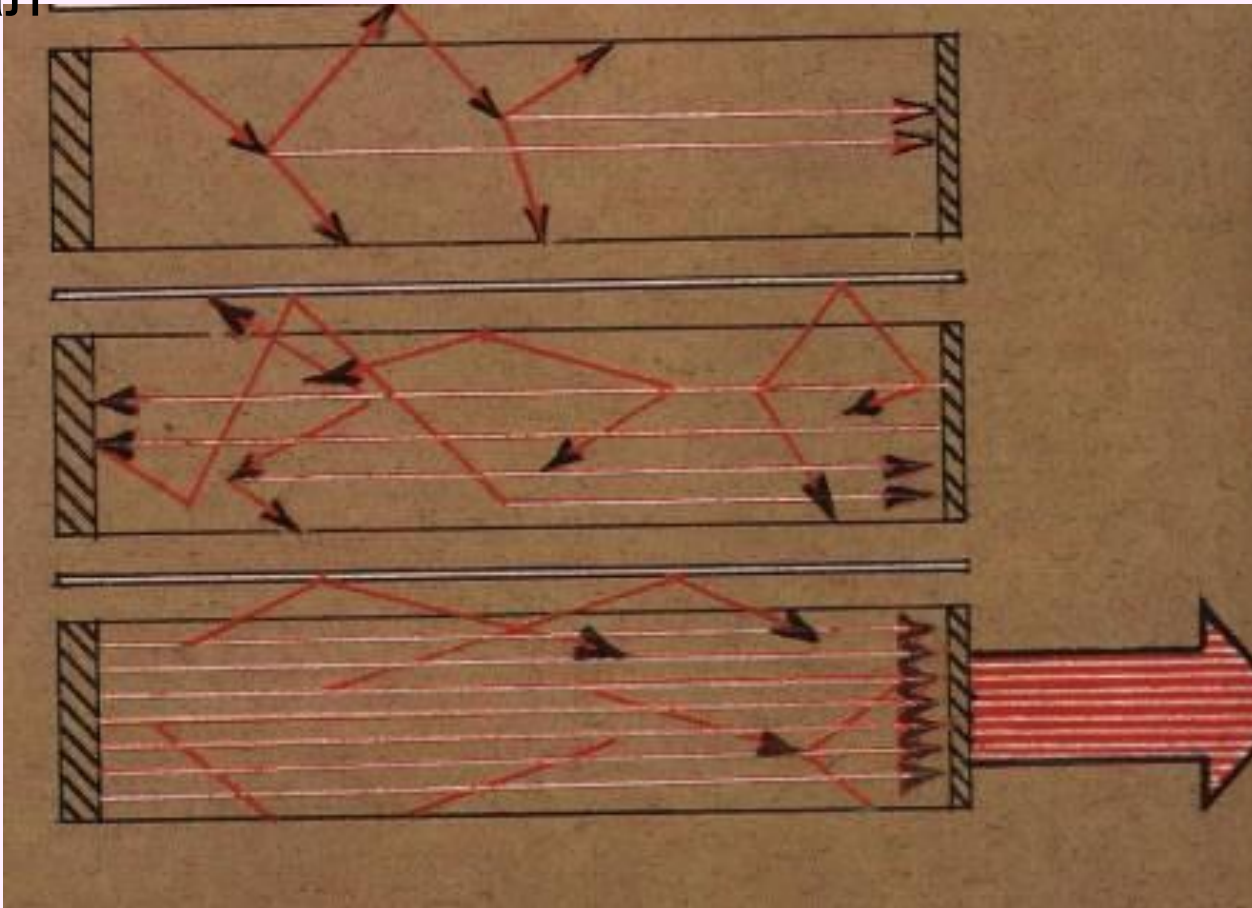
Трёхуровневая система лазера

Процесс перехода среды в инверсное состояние называется **накачкой**



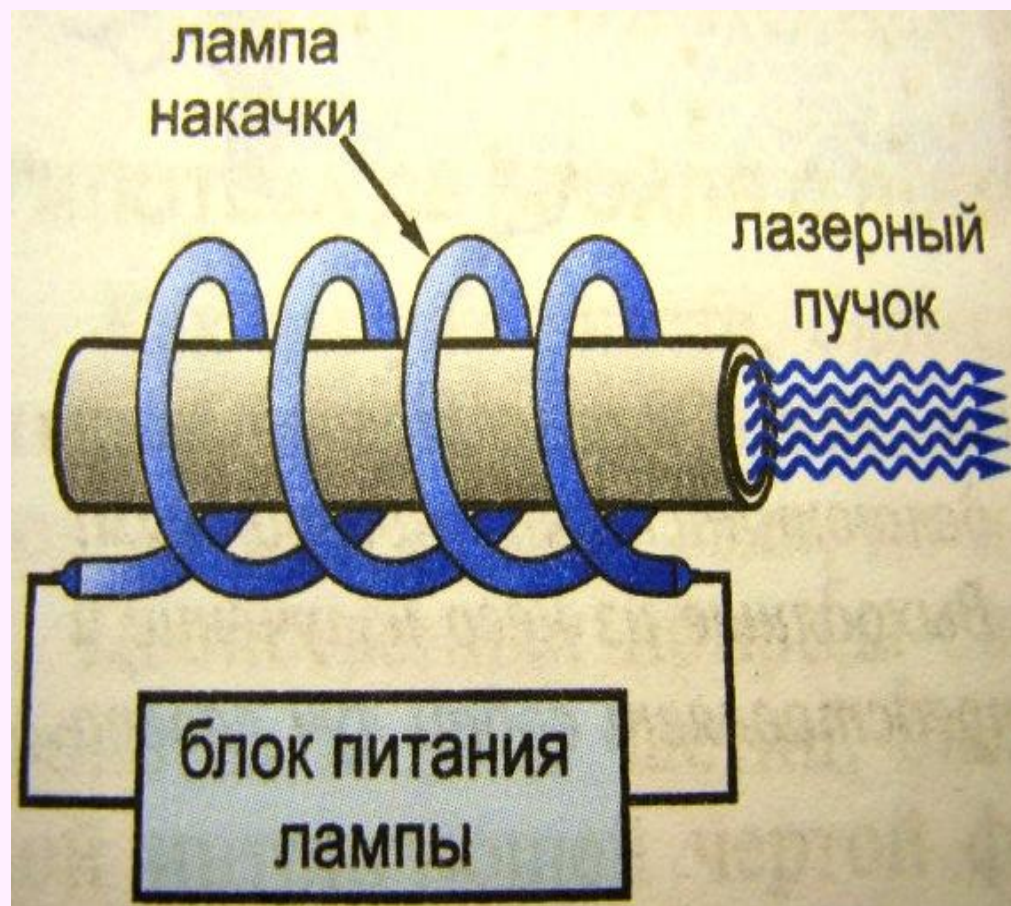
Положительно обратная связь

Осуществляется с помощью **оптического резонатора**, который обычно представляет собой пару параллельных зеркал.



Рубиновый лазер

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

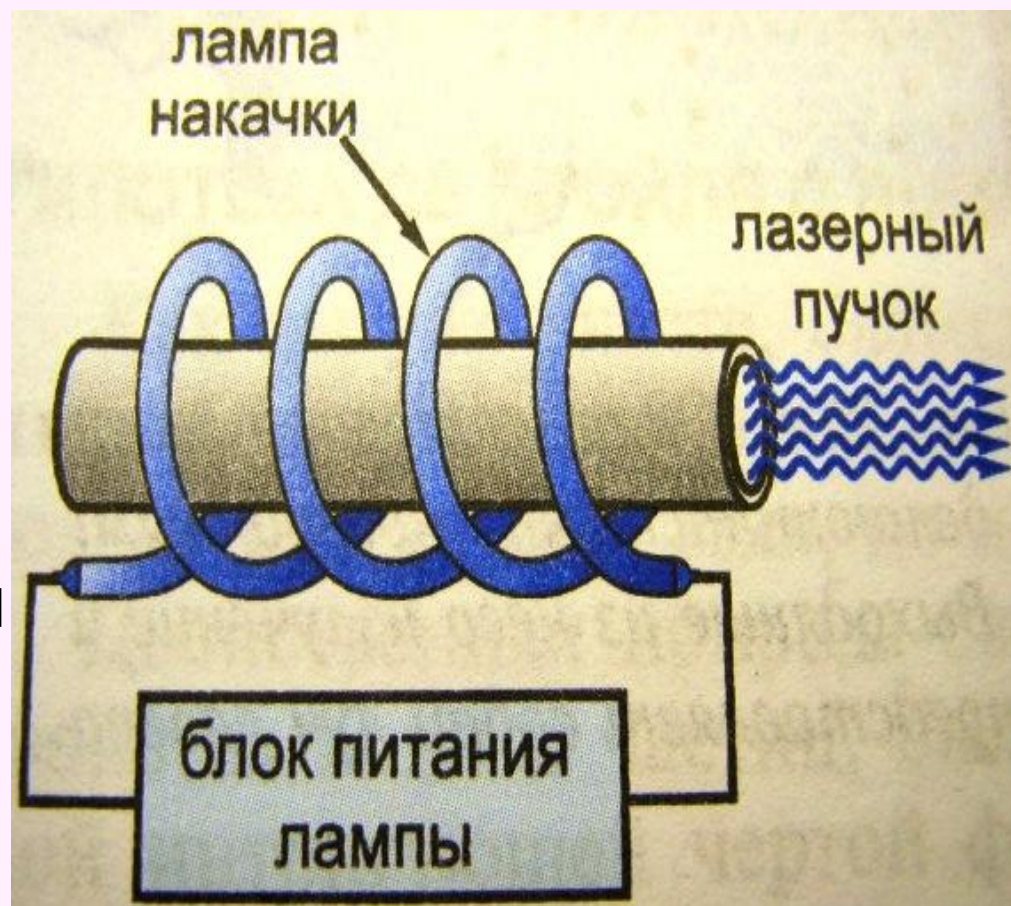


Рубиновый лазер

На стержень навита трубка газоразрядной лампы, называемой **лампой накачки**.

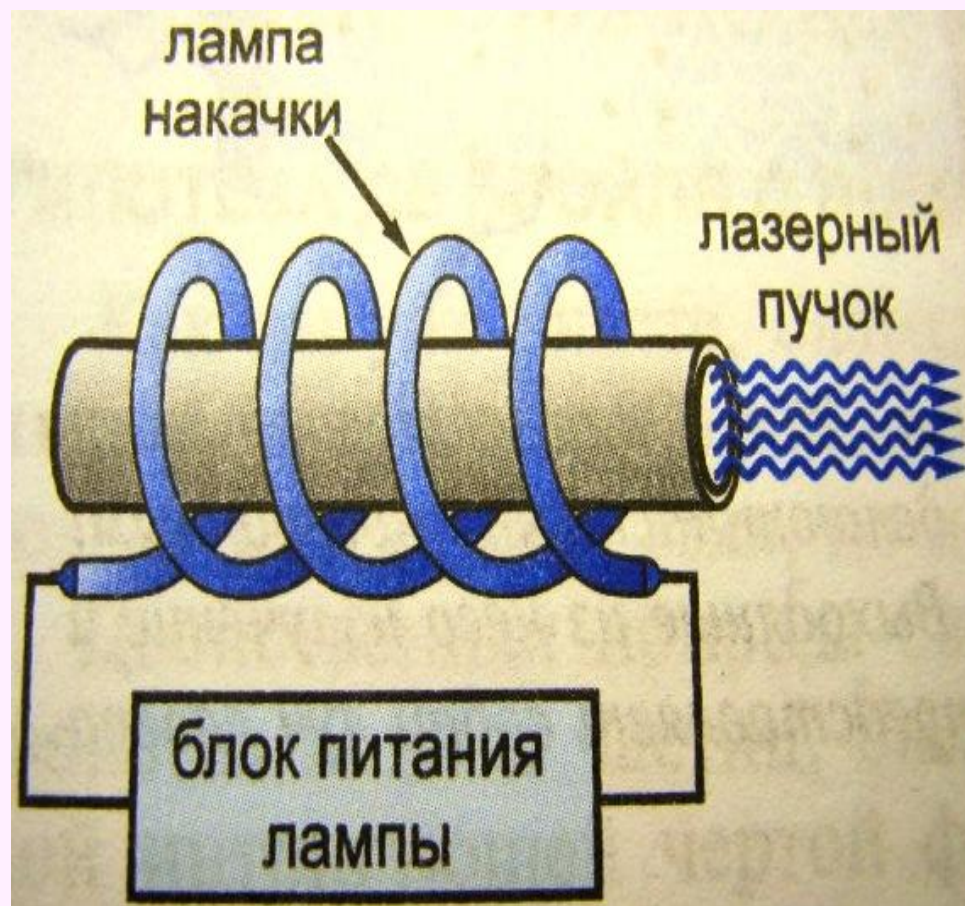
Служит для передачи атомам хрома квантов энергии для перехода из основного состояния в метастабильное.

Очень быстро образуется «перенаселённость» метастабильного



Рубиновый лазер

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



Свойства лазерного излучения:

- 1) самый мощный источник света;
- 2) исключительная монохроматичность;
- 3) дает очень малую степень расхождения угла;
- 4) когерентность

- при достаточной мощности лампы большинство ионов хрома переводится в **возбужденное состояние**
- процесс сообщения рабочему телу лазера энергии для перевода атомов в возбужденное состояние называется **накачкой**
- излученный при этом фотон может вызвать **вынужденное испускание** дополнительных фотонов, которые в свою очередь вызовут **вынужденное излучение**

Мазер

Мазер — квантовый генератор, излучающий когерентные электромагнитные волны сантиметрового диапазона (микроволны).

Используется:

- в технике (в космической связи)
- в физических исследованиях
- как квантовые генераторы стандартной частоты



Разер

Рентгеновский лазер —

источник когерентного электромагнитного излучения в рентгеновском диапазоне, основанный на эффекте вынужденного излучения. Является коротковолновым аналогом лазера.

Разер

Используется в исследованиях в области:

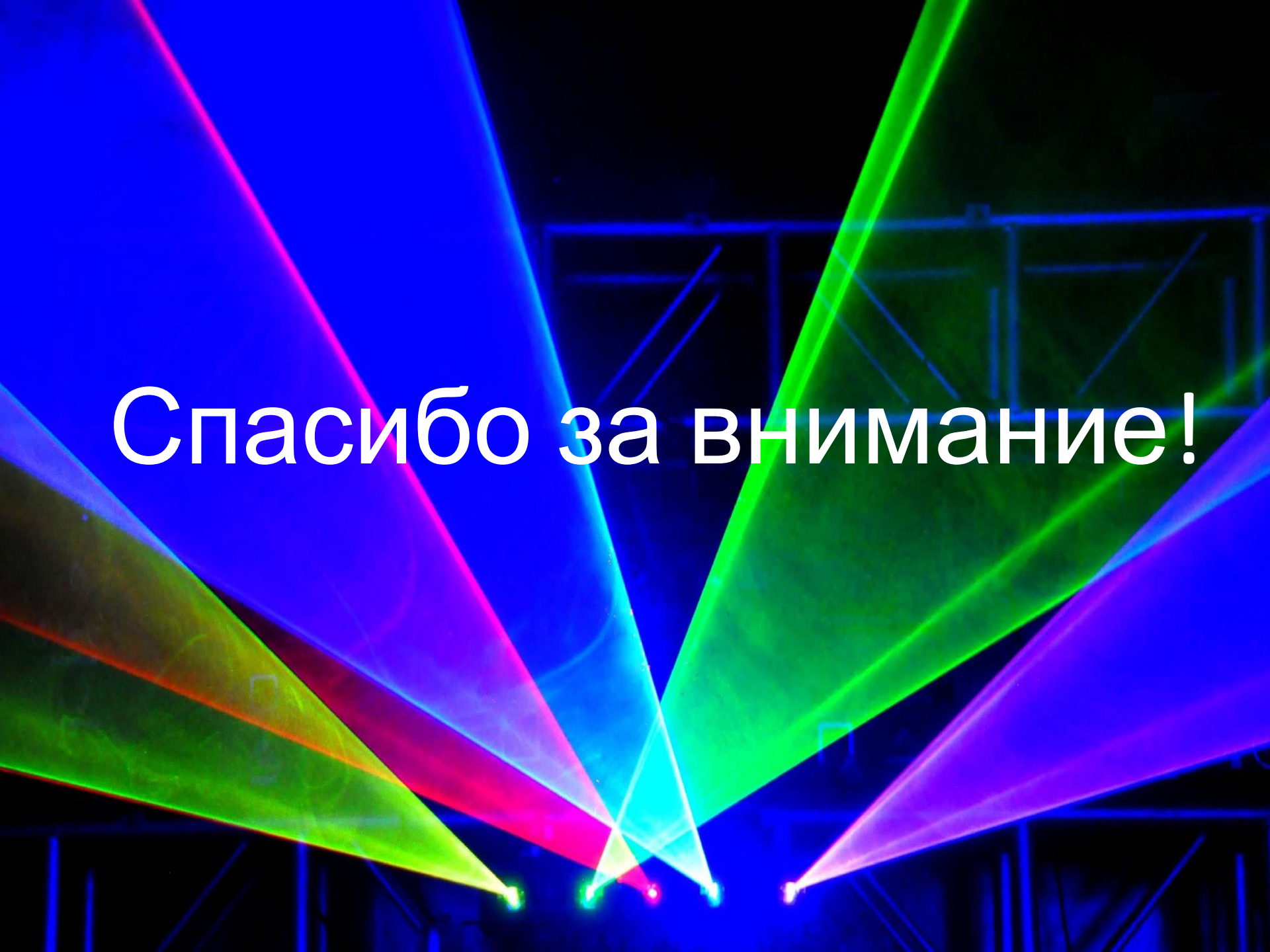
- плотной плазмы
 - рентгеновской микроскопии
 - медицинской визуализации
- фазы с разрешением,
исследование поверхности
материала, и оружия

Газер

Газер — квантовый генератор когерентного гамма-излучения. Другие названия — **«гразер»**, **«гамма-лазер»**

Применение лазеров:

- обработка металлов
- в хирургии вместо скальпеля
- для получения объемных изображений
- связь (особенно в космосе);
- запись и хранение информации;
- в химических реакциях;
- для осуществления термоядерных реакций в ядерном реакторе;
- ядерное оружие.

The background features several bright, overlapping laser beams in shades of blue, green, and magenta. These beams originate from the bottom and fan out towards the top. A faint, dark grid pattern is visible in the background, suggesting a stage or architectural structure. The overall lighting is dark, with the beams providing the primary light source.

Спасибо за внимание!