

Жидкостные лазеры

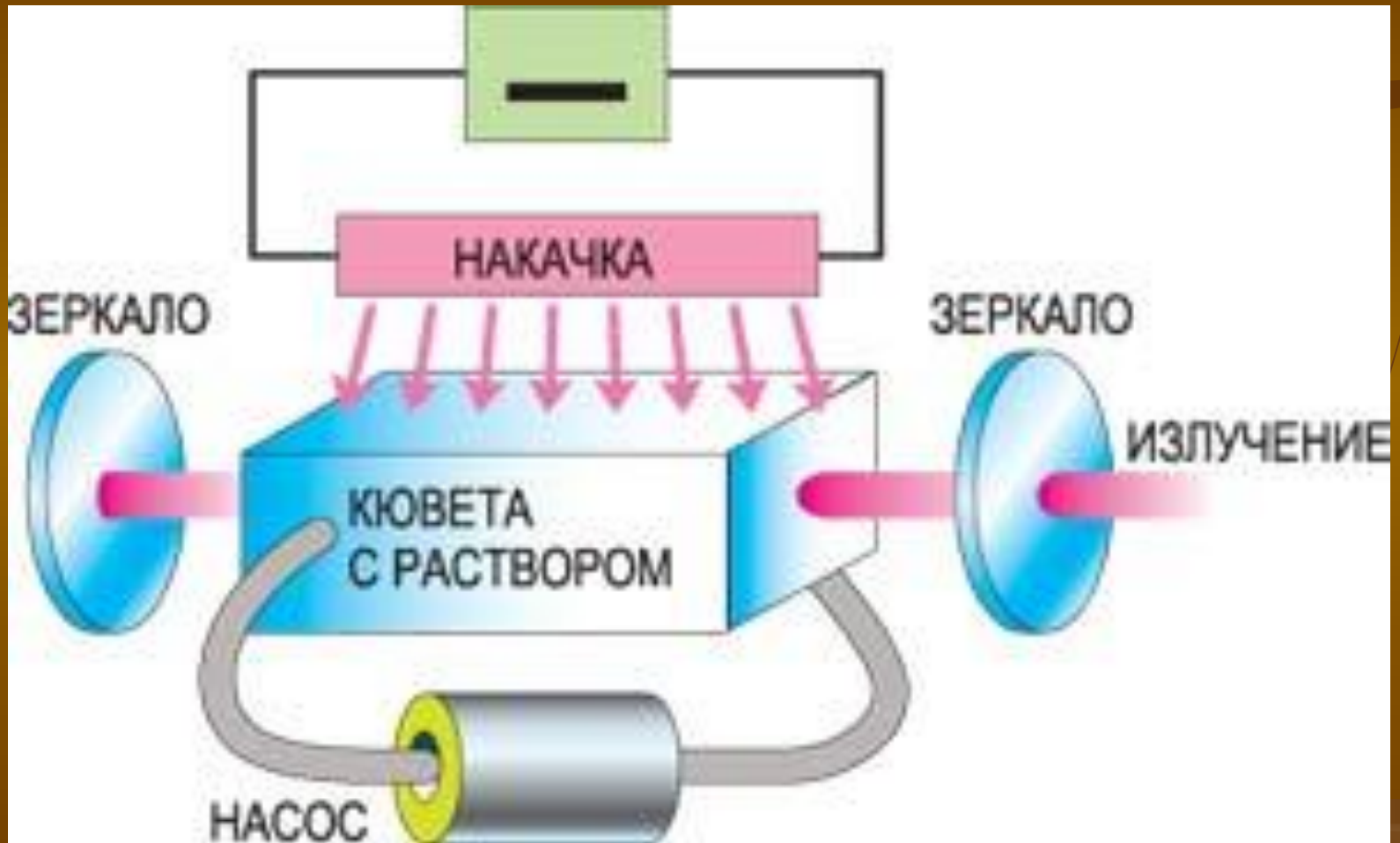
В жидкостных лазерах активный элемент – жидкий диэлектрик с различными примесями для создания инверсии населенностей на нужных уровнях.

Преимущества:

- не требует больших дорогостоящих кристаллов,
- любая форма и размер активного элемента,
- жидкость может циркулировать в системе охлаждения, что упрощает конструкцию при непрерывном режиме работы,
- возможность быстрой замены типа жидкости, что позволяет менять длину волны излучения.

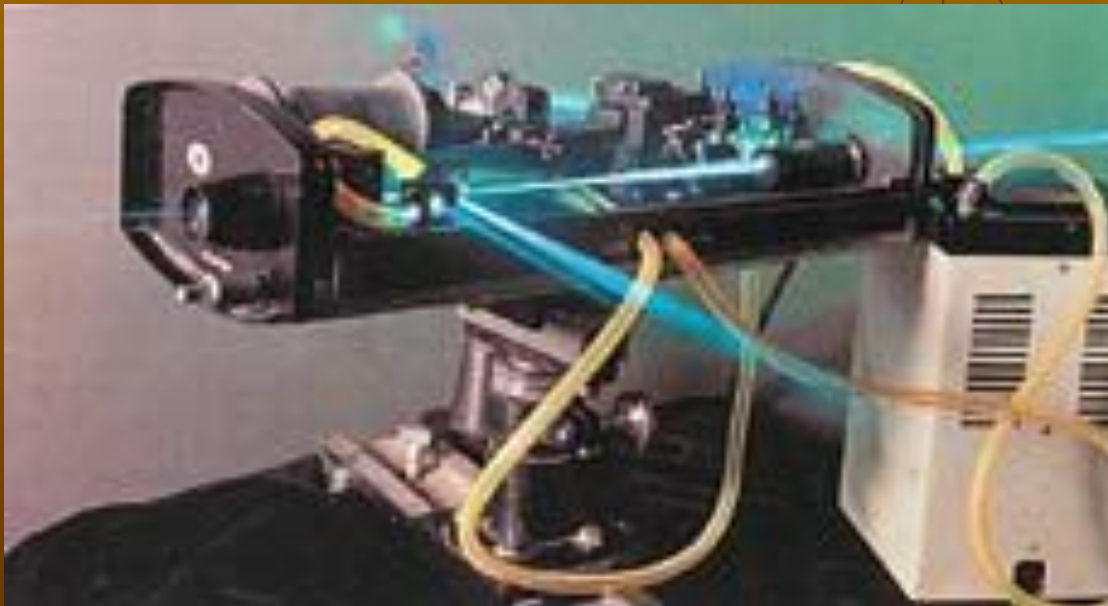
Недостатком является нестабильность жидкостей (например, при большой интенсивности происходит перегрев).

Схема жидкостного лазера





Мощные жидкостные лазеры



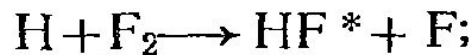
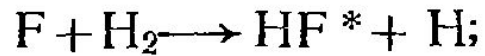
Жидкостный лазер
на красителях.
Справа – насос,
прокачивающий
жидкость через
ХОЛОДИЛЬНИК

Химические лазеры

В химических лазерах инверсия населенностей возникает при возбуждении продуктов химических реакции.

!!! Энергию накачки для возбуждения можно получать за счет химических реакций, что позволяет лазеру быть автономным.

Примеры реакций в химических лазерах:

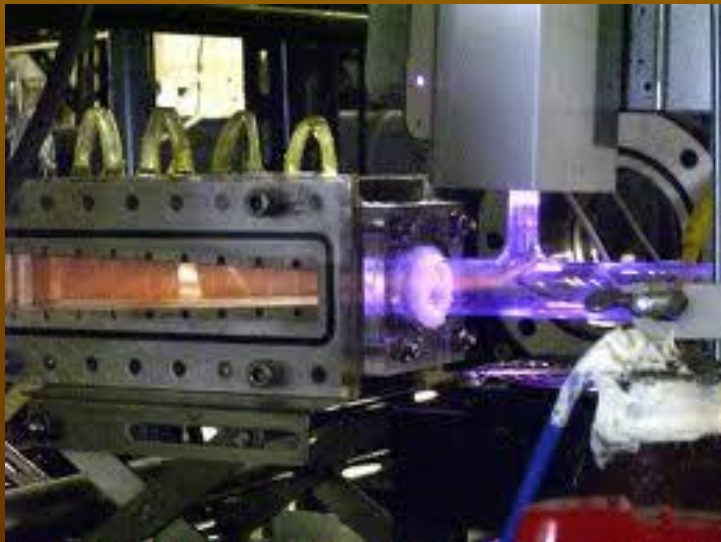


Энергия возбужденной молекулы HF^* является верхним лазерным уровнем.

При релаксации такой молекулы происходит испускание фотона. Одновременно возникают новые свободные атомы H и F, и реакция начинается снова.

Химические лазеры светят в инфракрасном диапазоне

Химические реакции	Реакции	Исходящая молекула	Длина волны, мкм	Выходная мощность	кпд. %
H ₂ -F ₂	$F + H_2 \rightarrow HF^* + H$	HF	2,6... 3,6	4,5 кВт непрерыв. 2300 Дж импульсн.	10
	$H + F_2 \rightarrow HF^* + F$		2,6		
D ₂ -F ₂	Подобно системе на HF	DF	3,6... 5,0
H ₂ -Cl ₂	То же	HCl	3,5... 4,1
CS ₂ -O ₂	$O + CS_2 \rightarrow CS + SO$	CO	4,9... 5,7	25 Вт непрерыв.	2,5
	$SO + O_2 \rightarrow SO_2 + O$				
	$O + CS \rightarrow CO^* + S$				
	$S + O_2 \rightarrow SO + O$				
D ₂ -F ₂ -CO ₂	$F + D_2 \rightarrow DF^* + D$	CO ₂	10,6	160 Вт непрерыв.	5
	$D + F_2 \rightarrow DF^* + F$				
	$DF^* + CO_2 \rightarrow DF + CO_2^*$				



Химический лазер.



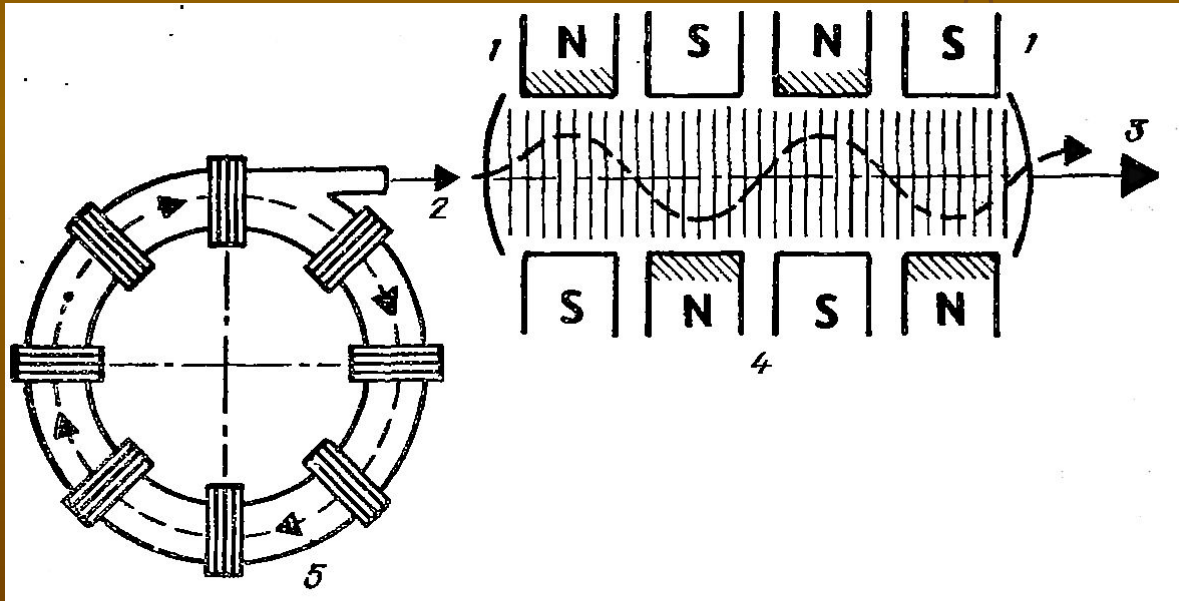
Боевой автономный
химический лазер

Главный лазер



Лазеры на свободных электронах

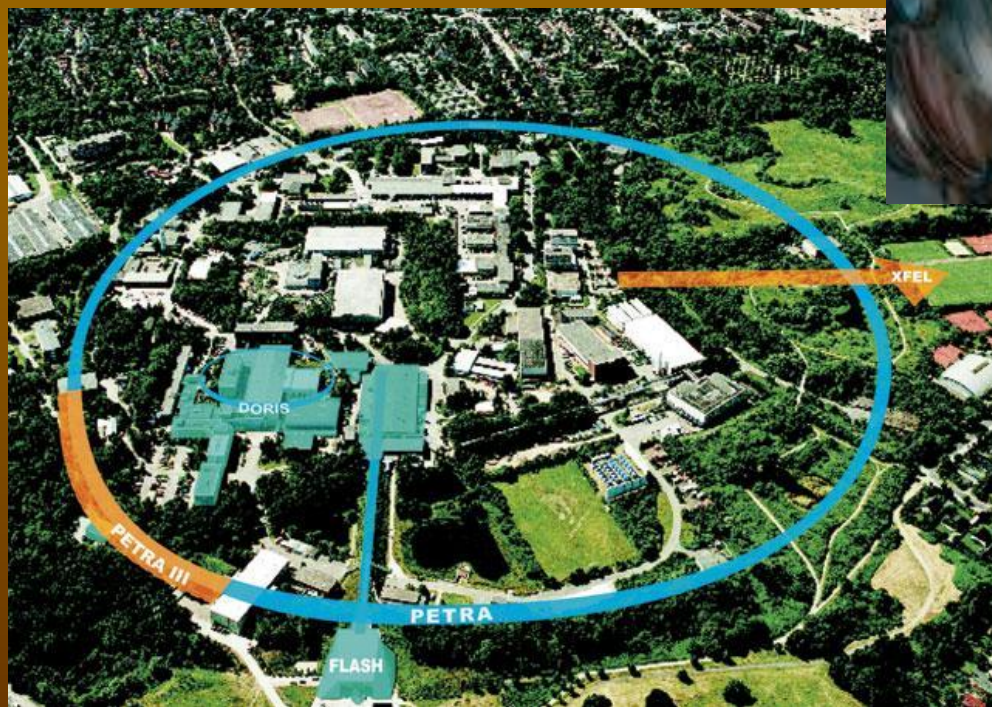
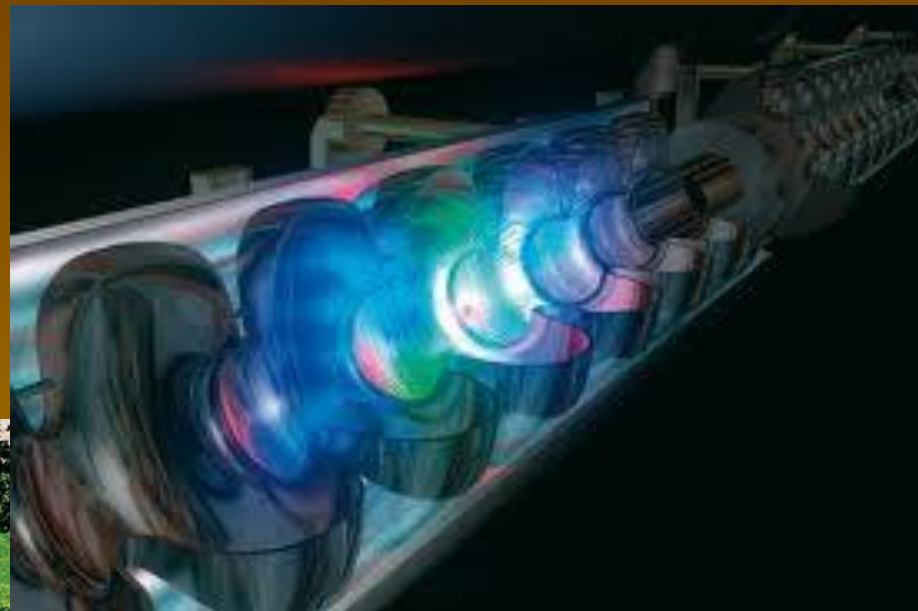
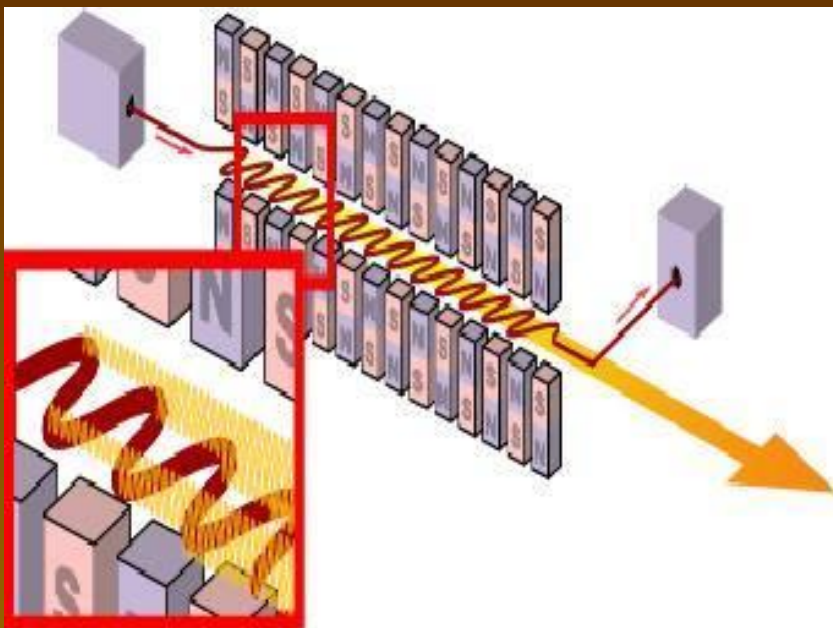
В лазерах на свободных электронах источником излучения является пучок электронов, проходящий сквозь ряд магнитов (ондуляторов). Электроны в ондуляторе двигаются по синусоиде и разогнанные до релятивистских скоростей испускают фотоны.



- 1 – зеркала
- 2 – пучок электронов
- 3 – луч лазера
- 4 – магниты
- 5 – ускоритель

Преимущества: высокий КПД и перестраиваемая длина волны.

Рентгеновский лазер на свободных электронах.



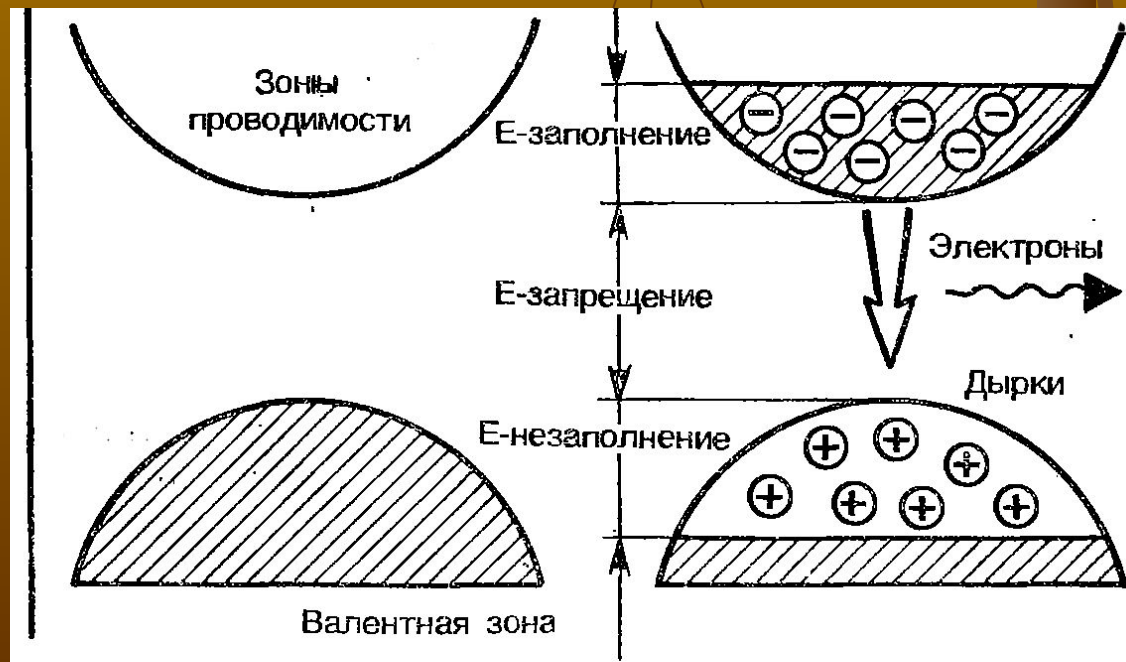
Гигантский рентгеновский лазер на свободных электронах

Полупроводниковые лазеры

В чистом полупроводнике при 0 К все электроны находятся в валентной зоне.

При возбуждении электроны переходят в зону проводимости, а в валентной зоне образуются дырки.

!!! Обратный переход электрона в валентную зону может сопровождаться испусканием фотона – получится светодиод.

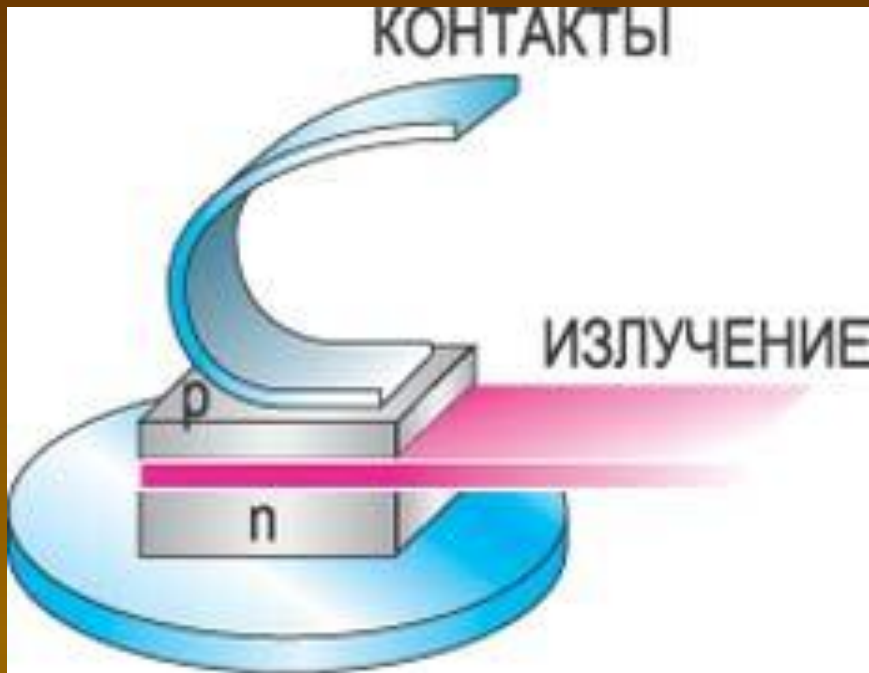


Введение различных примесей в чистый полупроводник позволяет создавать в запрещенной зоне дополнительные уровни энергии, что дает возможность варьировать ширину запрещенной зоны, а следовательно, получать фотоны различной длины волны – от ультрафиолетовых до инфракрасных.

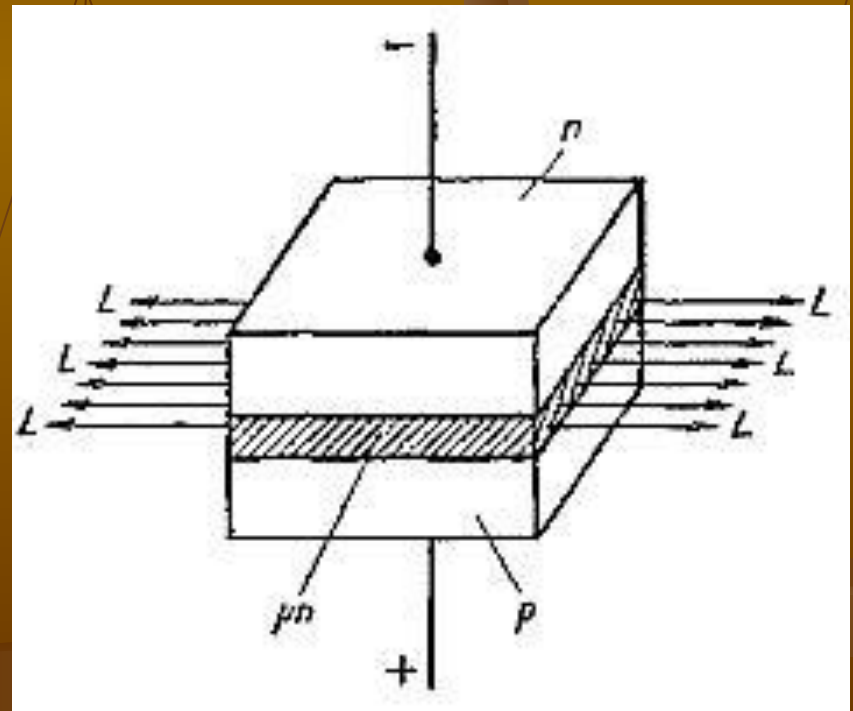
!!! Если торцы полупроводника сделать плоскопараллельными и полированными, то получится небольшой оптический резонатор. Тогда обычный светодиод превращается в лазер.

Из-за малых размеров резонатора луч полупроводникового лазера имеет лепестковую форму и является сильно расходящимся – это основной недостаток полупроводникового лазера.

КОНТАКТЫ



Простейшая схема п/п лазера



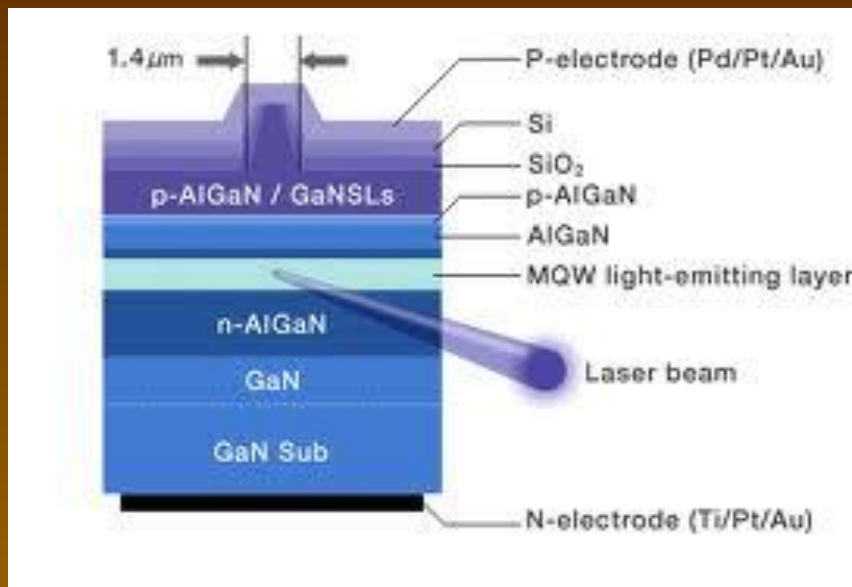
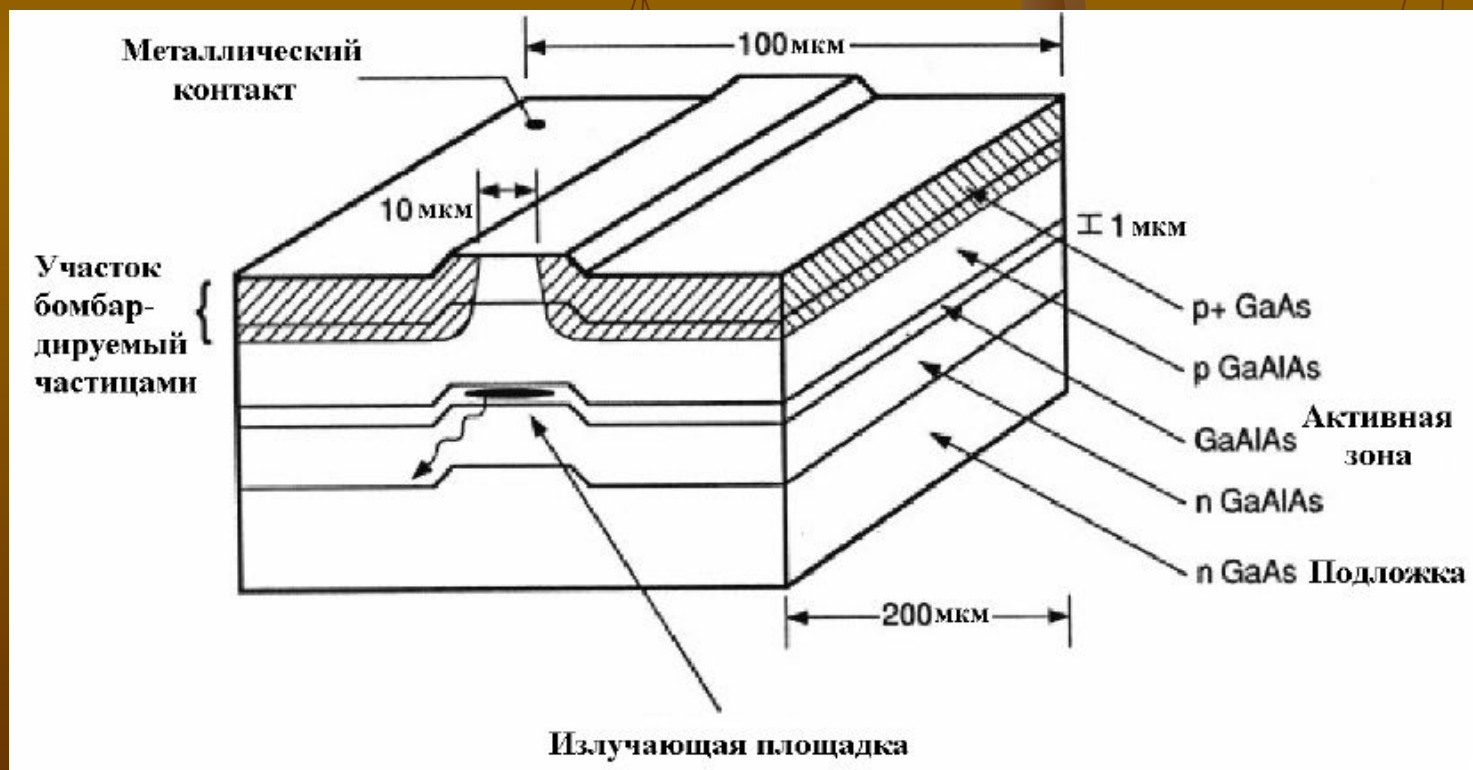
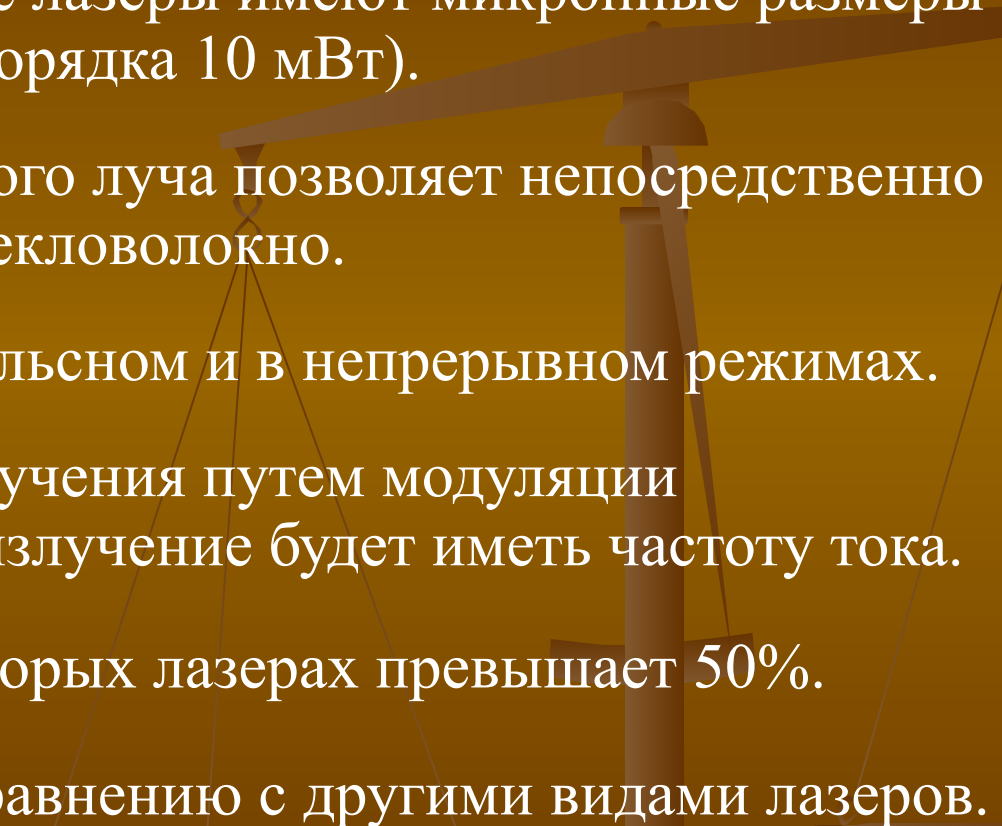


Схема маленьчко посложнее



Основные свойства и преимущества п/п лазеров

- Малый размер дает возможность встраивать в различные устройства (! некоторые лазеры имеют микронные размеры при мощности лазера порядка 10 мВт).
 - Малый диаметр лазерного луча позволяет непосредственно вводить излучение в стекловолокно.
 - Может работать в импульсном и в непрерывном режимах.
 - Удобная модуляция излучения путем модуляции электрического тока – излучение будет иметь частоту тока.
 - Высокое КПД – в некоторых лазерах превышает 50%.
 - Низкая стоимость по сравнению с другими видами лазеров.
- 

Главные недостатки:

- низкое качество излучения,
- высокая ассиметричная расходимость.

Однако эти проблемы частично решаются дополнительной оптикой.

Типы п/п лазеров по способу возбуждения:

Лазер с электронным возбуждением – используются пучки быстрых электронов.

Инжекционный лазер – электроны и дырки вводятся в область р-п перехода с помощью электрического поля.

Лазер с оптическим возбуждением.

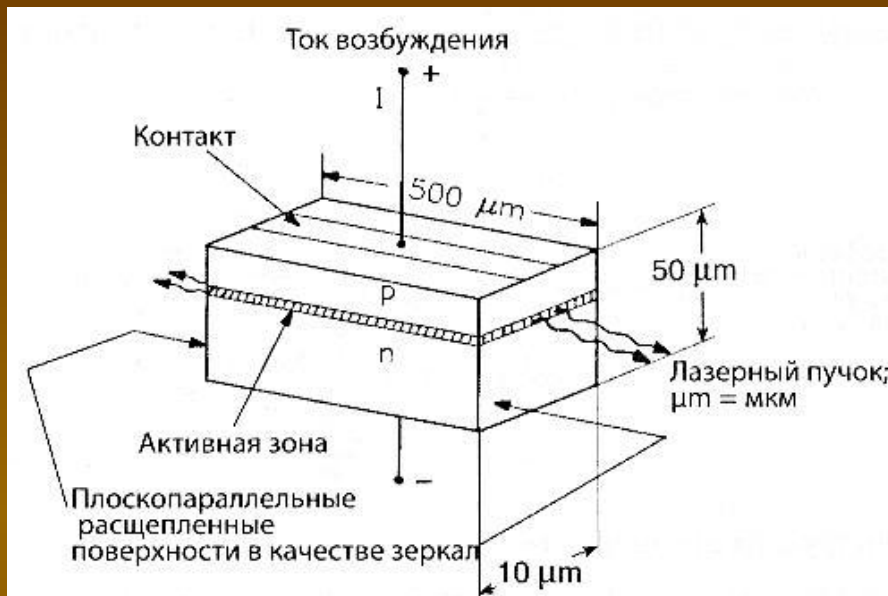


Полупроводник	Химическое обозначение	Длина волны, мкм
Лазеры с электронным возбуждением		
1. Сульфид цинка	ZnS	0,33
2. Селенид галлия	GaSe	0,6
3. Арсенид галлия	GaAs	0,85
4. Сульфид свинца	PbS	4,3
5. Антимонид индия	InSb	5,3
6. Селенид свинца	PbSe	8,6
Инжекционные лазеры		
1. Арсенид галлия	GaAs	0,85
2. Арсенид индия	InAs	3,2
3. Теллурид свинца	PbTe	6,5
4. Селенид свинца	PbSe	8,5
Лазеры с оптическим возбуждением		
1. Сульфид кадмия	CdS	0,5
2. Арсенид индия	InAs	3,2
3. Антимонид индия	InSb	5,3
4. Теллурид свинца	(Pb+Sn)Te	6,5 ... 16,5

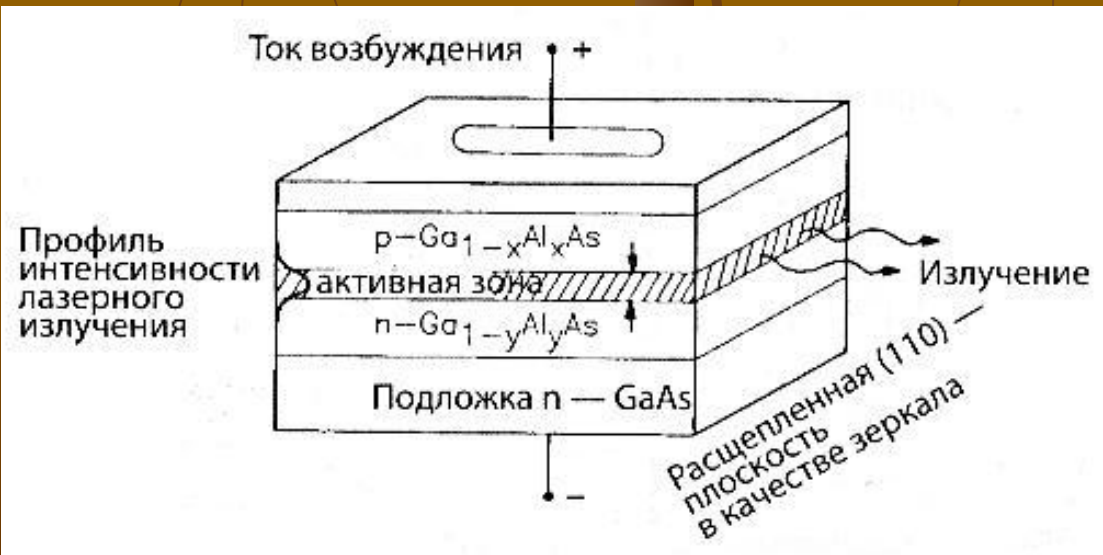
На сегодняшний день используется куча различных материалов, кроме приведенных в таблице.

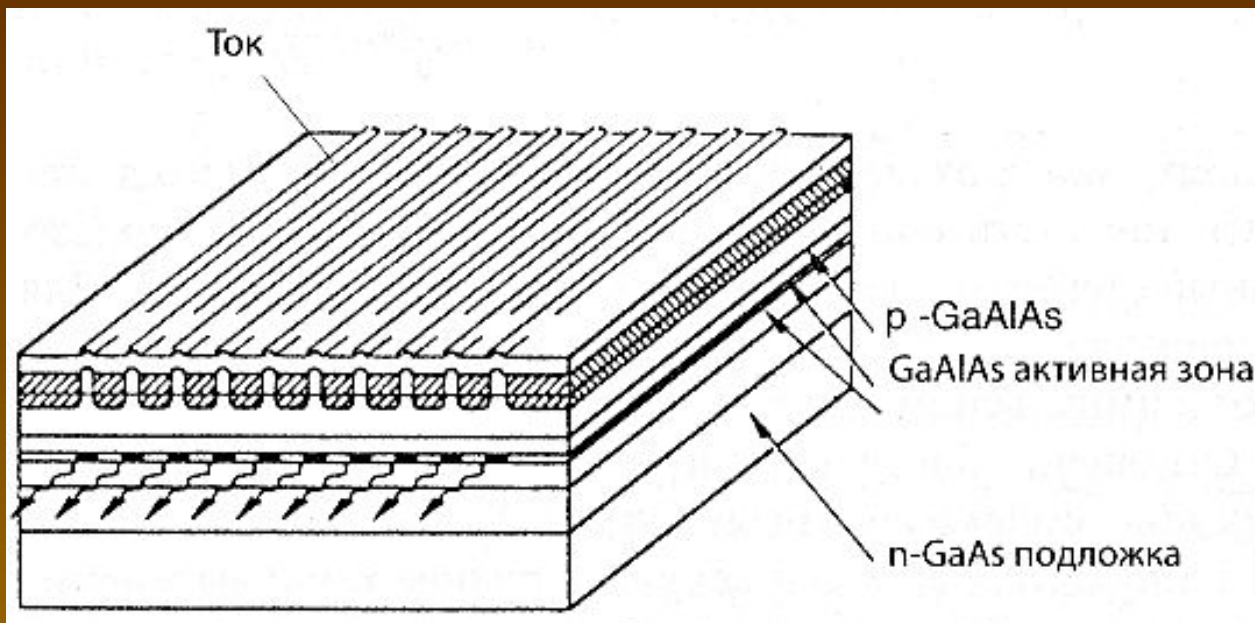
Эволюция п/п лазеров

Простой п/п лазер с гомоструктурой.

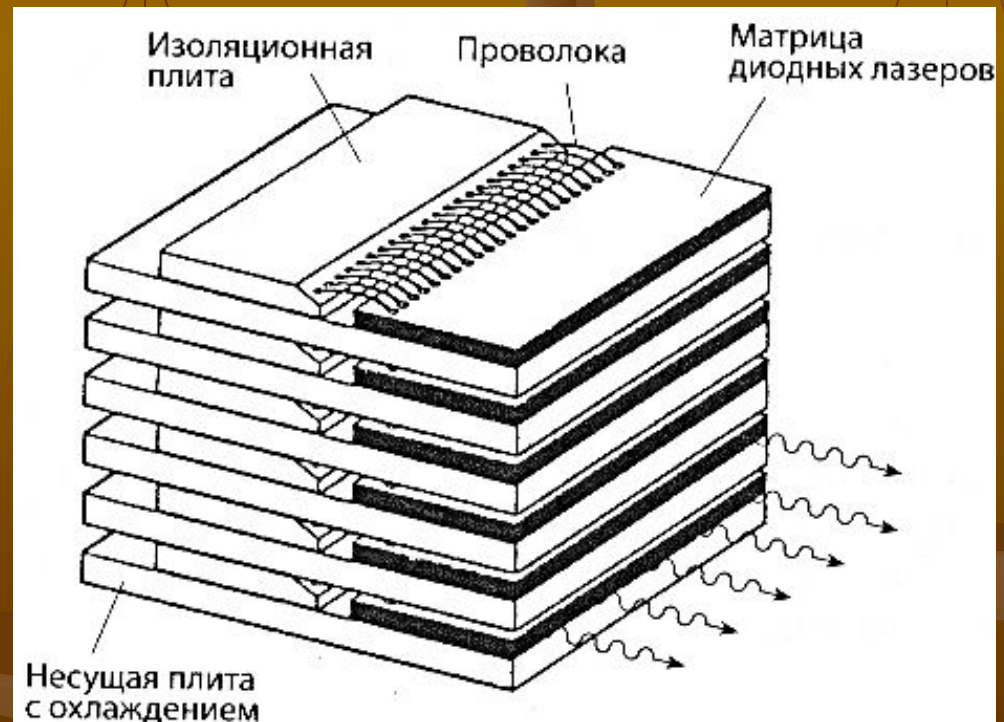


П/п лазер с двойной гетероструктурой.



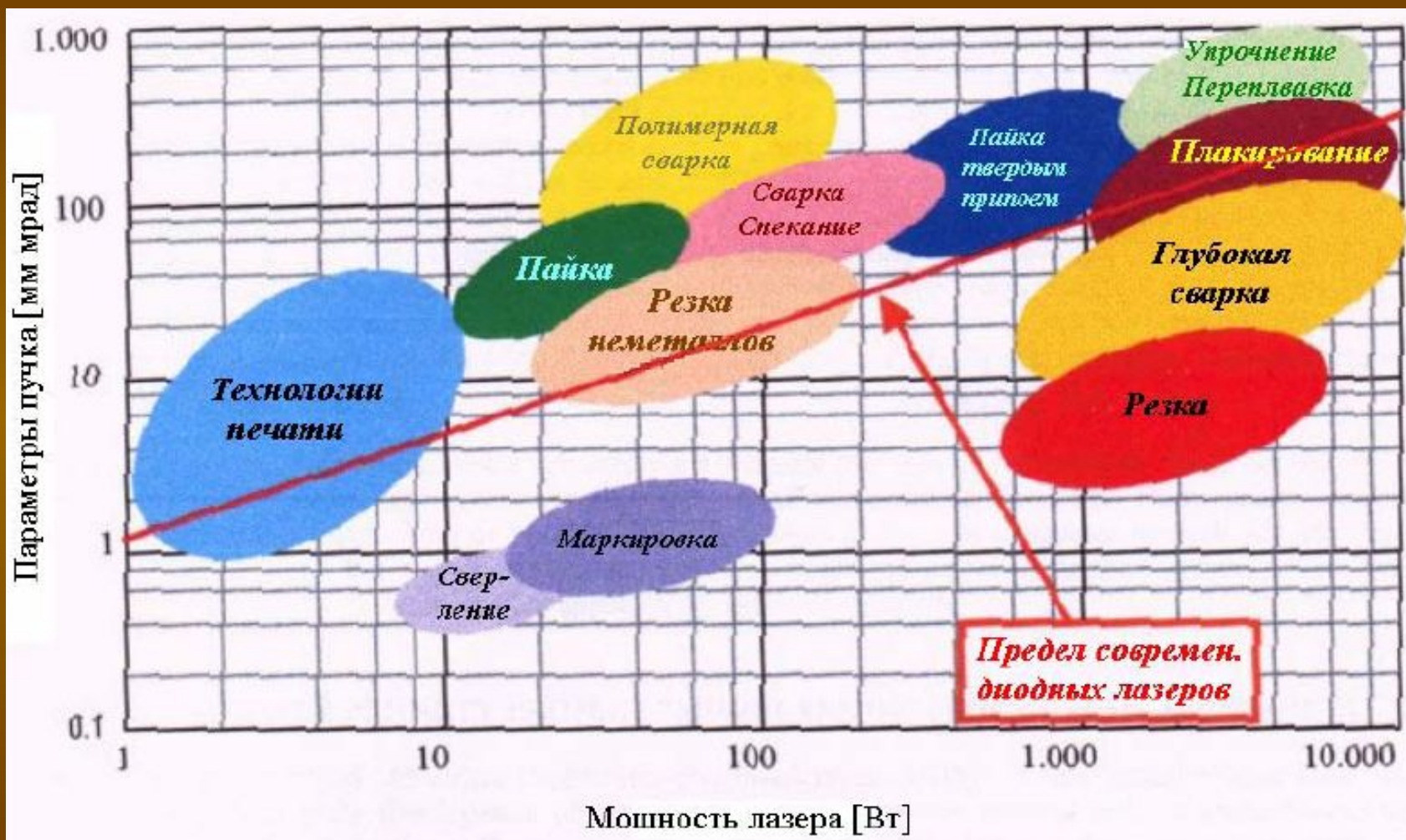


Матрица из
нескольких
параллельно
расположенных
п/п лазеров.



Пакет лазерных матриц
фирмы «Даймлер-Бенц».

Место п/п лазеров в лазерных технологиях



Плакирование – нанесение покрытий методом горячей прокатки

Красота

