



корпорация  
**Р**оссийский  
учебник



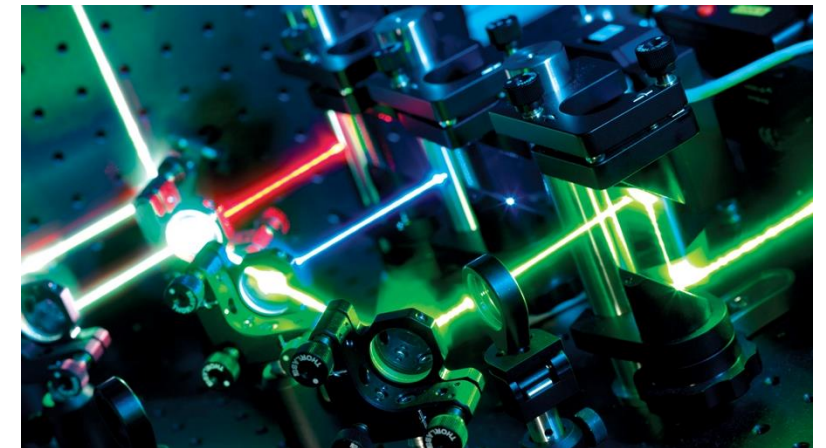
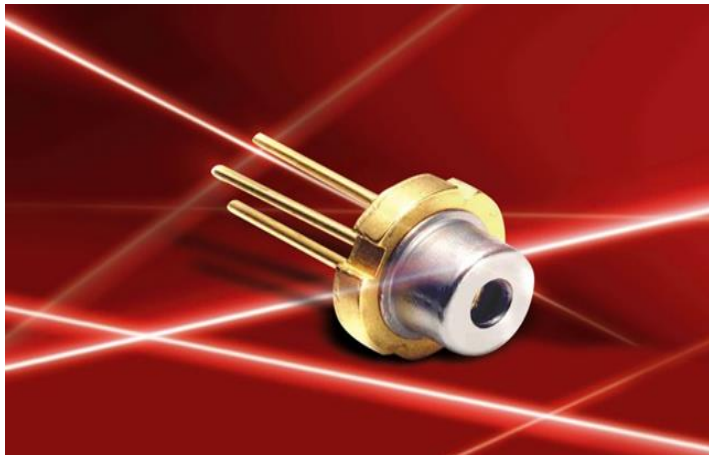
# Современные лазерные технологии

Лазерные технологии на  
производстве и в быту





# С КАКИМИ ВОПРОСАМИ СЕГОДНЯ СТАЛКИВАЕТСЯ УЧИТЕЛЬ ТЕХНОЛОГИИ?





# ПЕРЕД УЧИТЕЛЕМ ТЕХНОЛОГИИ СТОЯТ КЛЮЧЕВЫЕ ЗАДАЧИ:

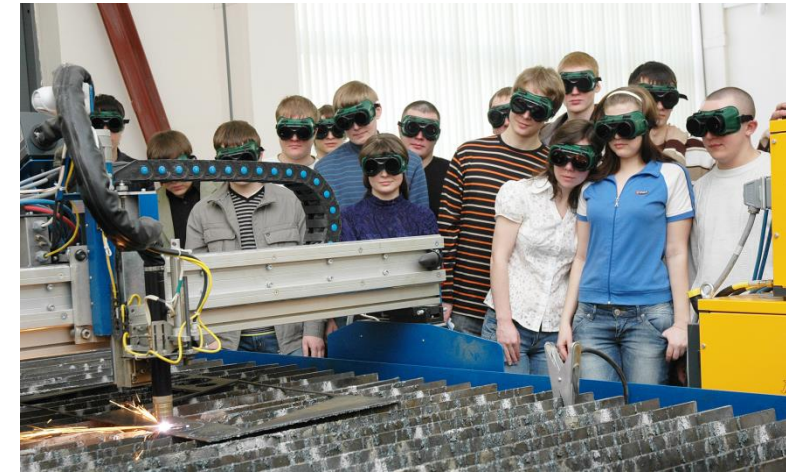
Как познакомить учащихся со всем многообразием современных технологий?



Как сделать уроки технологии современными и интересными для обучающихся?



Как подготовить уроки технологии на современном уровне?





## **Инновации в содержании и методах преподавания предметной области «Технология»**

### **Современные материальные, информационные и гуманитарные технологии и перспективы их развития**

Потребности и технологии. Развитие потребностей и развитие технологий. Источники развития технологий: эволюция потребностей, практический опыт, научное знание, технологизация научных идей. Развитие технологий и проблемы антропогенного воздействия на окружающую среду.

Технология в контексте производства. Промышленные технологии. Производство, преобразование, распределение, накопление и передача энергии как технология. Технологии получения и обработки материалов с заданными свойствами. Технологии в сфере быта. Бытовая техника и ее развитие. Осуществление мониторинга СМИ и ресурсов Интернета по вопросам формирования, продвижения и внедрения новых технологий

### **Формирование технологической культуры и проектно-технологического мышления обучающихся**

Разработка /оптимизация и введение технологии на примере организации производственных действий и взаимодействия в быту. Обобщение опыта получения продуктов различными субъектами, анализ потребительских свойств продуктов, запросов групп их потребителей, условий производства.

### **Построение образовательных траекторий и планов в области профессионального самоопределения**

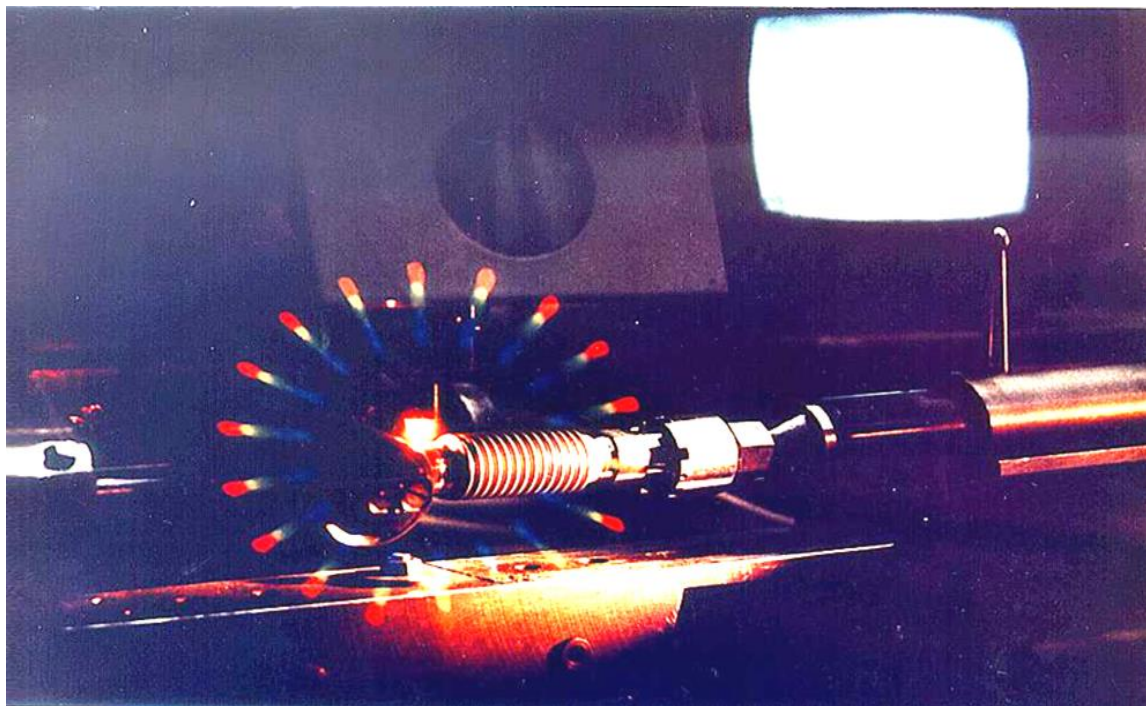
Предприятия региона проживания обучающихся, работающие на основе современных производственных технологий. Обзор ведущих технологий, применяющихся на предприятиях региона, рабочие места и их функции.





# Современные лазерные технологии

## Лазерные технологии на производстве и в быту



Представлена характеристика лазерных технологий, рассмотрены особенности применения лазеров на производстве и в быту.

Данный вебинар относится к серии вебинаров, посвященных знакомству с перспективными направлениями развития техносферы. На вебинаре будет представлена характеристика лазерных технологий, рассмотрены особенности применения лазеров на производстве и в быту.

## **Современные проблемы и тенденции:**

1. Почему лазер (принцип работы, качество излучения, плотность мощности излучения в фокусе).
2. Типы лазеров.
3. Применение лазеров в промышленном производстве, в науке, медицине в технике.  
Применение лазеров в быту?



# КВАНТОВЫЙ ГЕНЕРАТОР

---

Сегодня лазеры получили такое широкое распространение в нашей жизни, хотя с момента их изобретения прошло всего около 60 лет!

Впервые термин «лазер» упоминает в своих научных работах выпускник Колумбийского университета и коллега по научным изысканиям **Чарльза Таунса – Гордон Гуд**. Это произошло в 1957 году. Почему такое изменение? Дело в том, что первые мазеры работали не в оптическом диапазоне и были невидимы для человеческого глаза.

**Таунс** же разработал конструкцию оптического светогенерирующего прибора.

**Гуд** ввел понятие «лазер» и нотариально заверил право первого, кто описал принцип работы этого прибора.

В 1964 году стали лауреатами Нобелевской премии по физике за открытие мазера – квантового генератора на аммиаке.



Алексаандр  
Михайлович  
Проохоров



Николай  
Геннадьевич  
Басов



Чарлз  
Хард  
Таунс

**Оптический квантовый генератор - это устройство, преобразующее энергию накачки в энергию когерентного излучения**

# ДИСКРЕТНОСТЬ СВЕТА

---

В **1900** году один из талантливейших умов нашей планеты – немецкий ученый **Макс Планк** открывает элементарную порцию энергии – **квант** и теоретически описывает связь энергии кванта с частотой электромагнитного излучения, вызвавшей его появление. В 1918 году за свое открытие он получает Нобелевскую премию.

Примерно в это же время другой выдающийся ученый Альберт Эйнштейн открывает наименьшую элементарную частицу света – **фотон** и доказывает теорию дискретности света.

**Физические принципы** работы лазеров основаны на том, что в твердых, жидких или газообразных веществах изменение энергетического состояния атомов или молекул происходит дискретным образом.

В атомах электроны могут находиться на различных орбитах, а переход с орбиты на орбиту осуществляется при дискретном изменении энергии электронов.

Таким же образом может происходить дискретное изменение энергетического состояния при изменении расположения атомов в молекулах газообразного вещества.

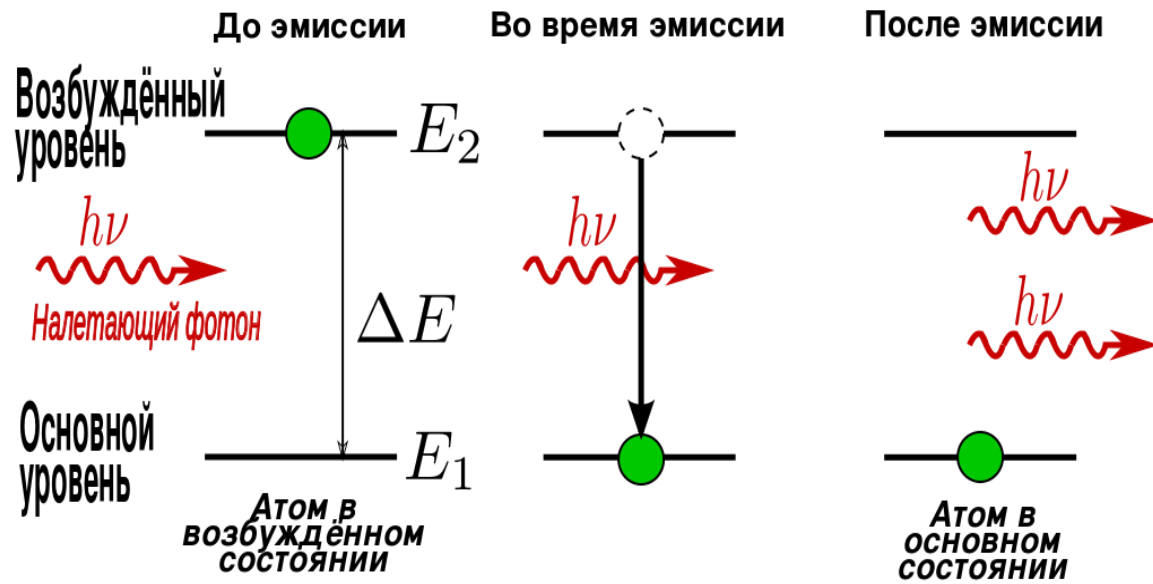
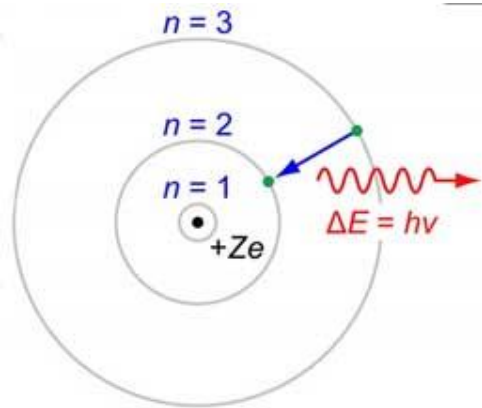


# Физические принципы работы лазеров

L  
A  
S  
E  
R  
Radiation

Лáзер (от англ. LASER — Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, «усиление света посредством вынужденного излучения»).

В основу этого изобретения легла теория «Вынужденного излучения», выдвинутая Эйнштейном в 1917 г. (существует **возможность создания условий, при которых электроны одновременно излучают свет одной длины волны**).

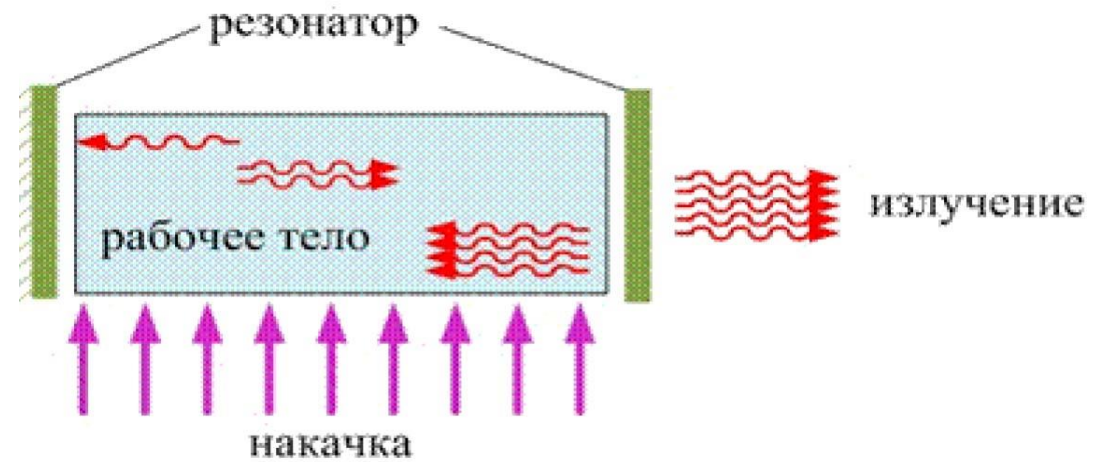
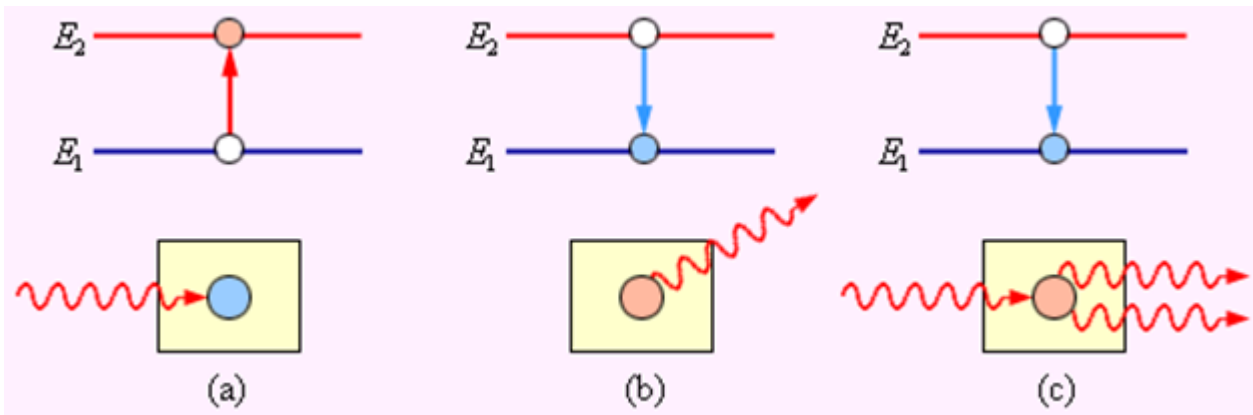
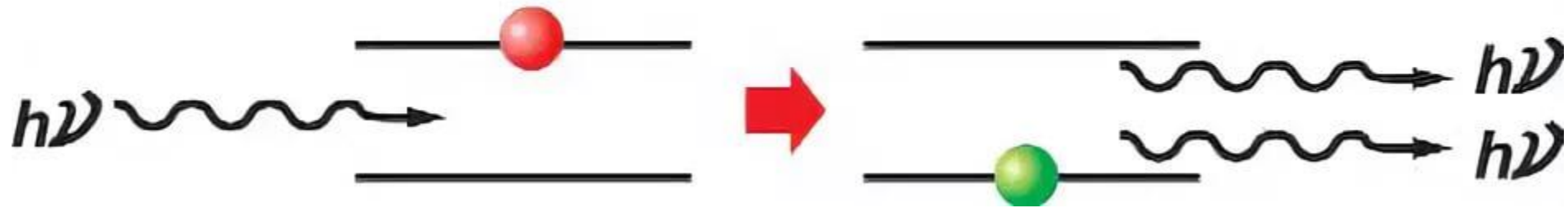


$$E_2 - E_1 = \Delta E = h\nu$$

Оптический квантовый генератор - это устройство, преобразующее энергию накачки в энергию когерентного излучения

# Физические принципы работы лазеров

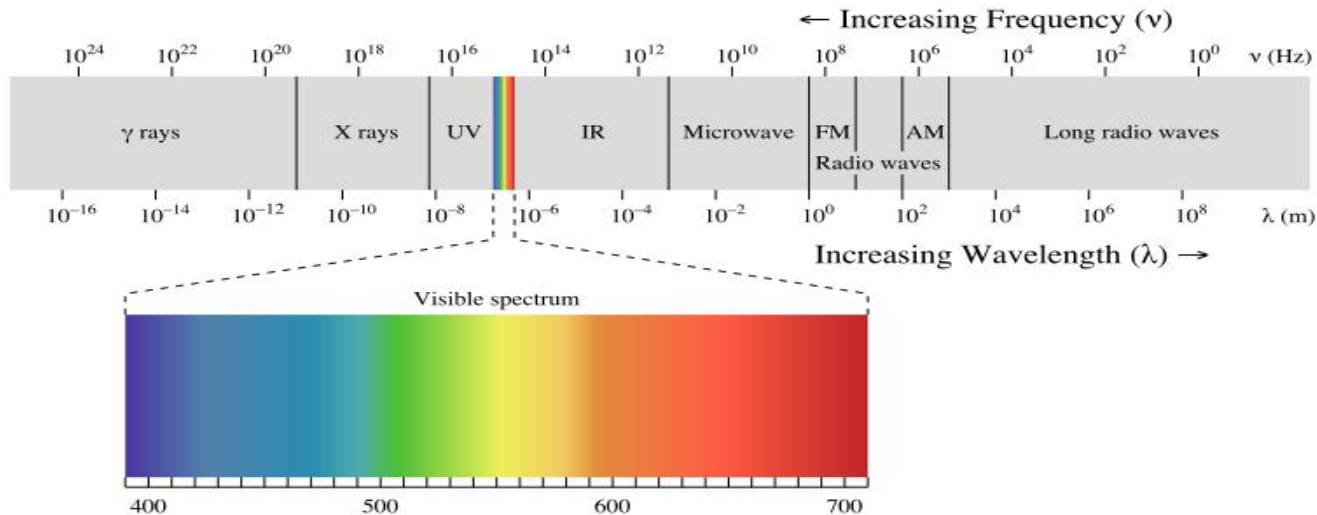
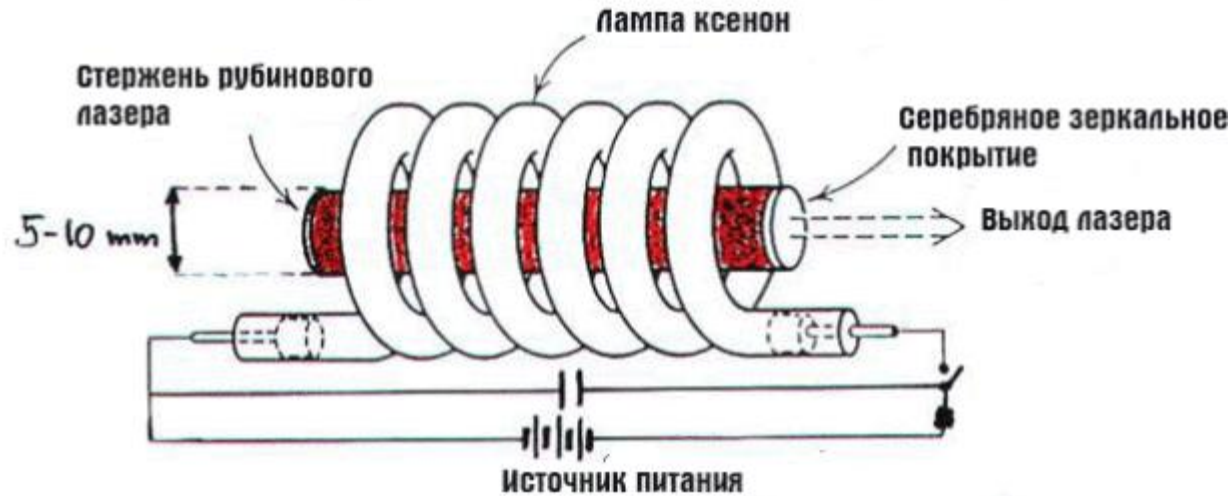
## Вынужденное излучение



Лавинообразный процесс образования фотонов  
(когерентного излучения)

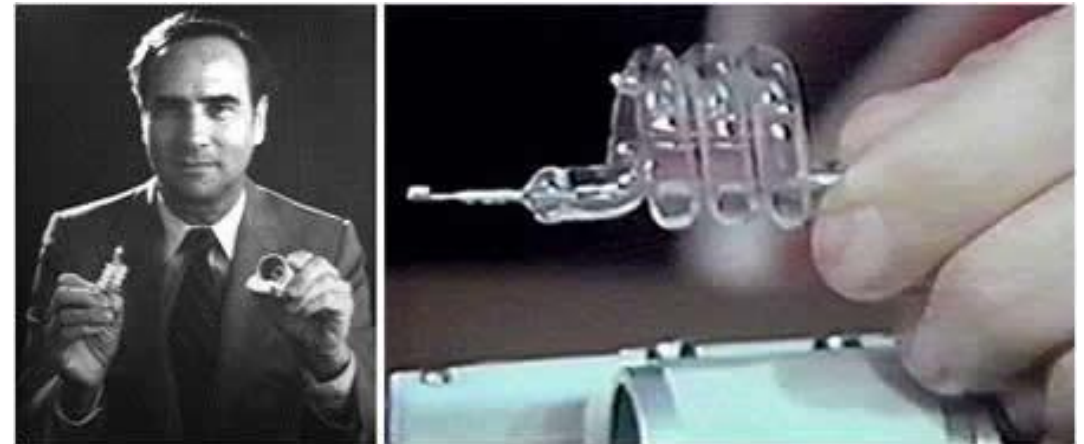


# Первый лазер



Видимый спектр излучения

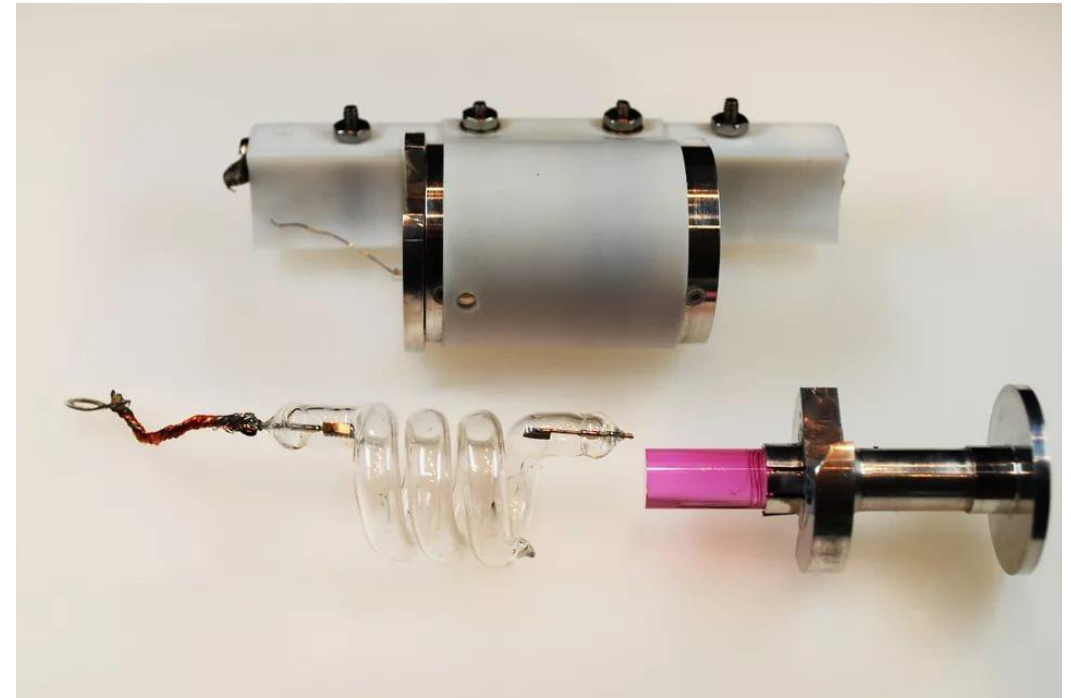
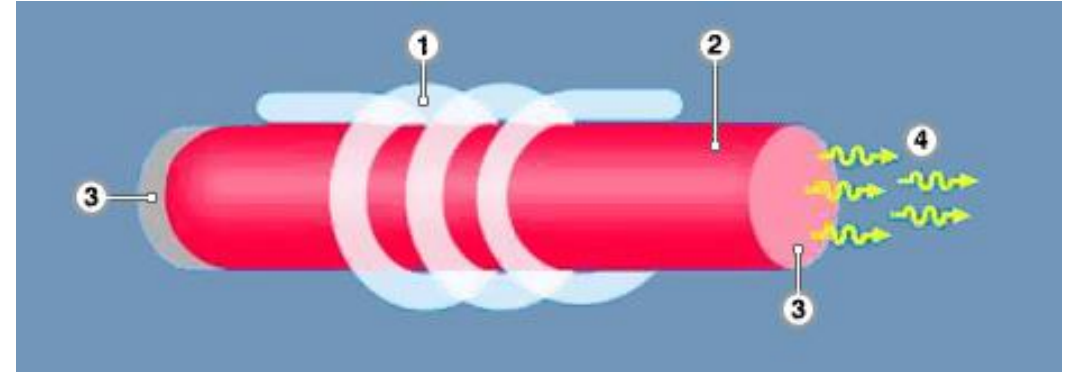
Первый лазер был создан 16 мая 1960 года физиком из Калифорнии Теодором Мейнманом (Theodore H. Maiman). Этот лазер работал на кристалле рубина с резонатором Фабри-Перо, а в качестве источника накачки использовалась лампа-вспышка. Лазер работал в импульсном режиме на длине волны 694,3 нм.



Theodore Maiman Holding the First Working Laser

# РУБИНОВЫЙ ЛАЗЕР

Первое коммерческое использование лазера произошло в 1961 году. Тогда на рынке работало уже несколько компаний, разрабатывающих и производящих подобные оптические приборы. В 1962 году был впервые использован рубиновый лазер. С его помощью сваривались швы на корпусе наручных часов.

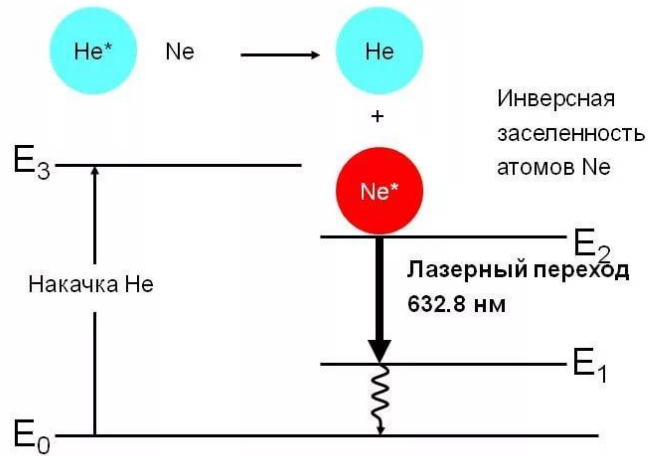




# He-Ne ГАЗОВЫЙ ЛАЗЕР

## He-Ne ЛАЗЕР

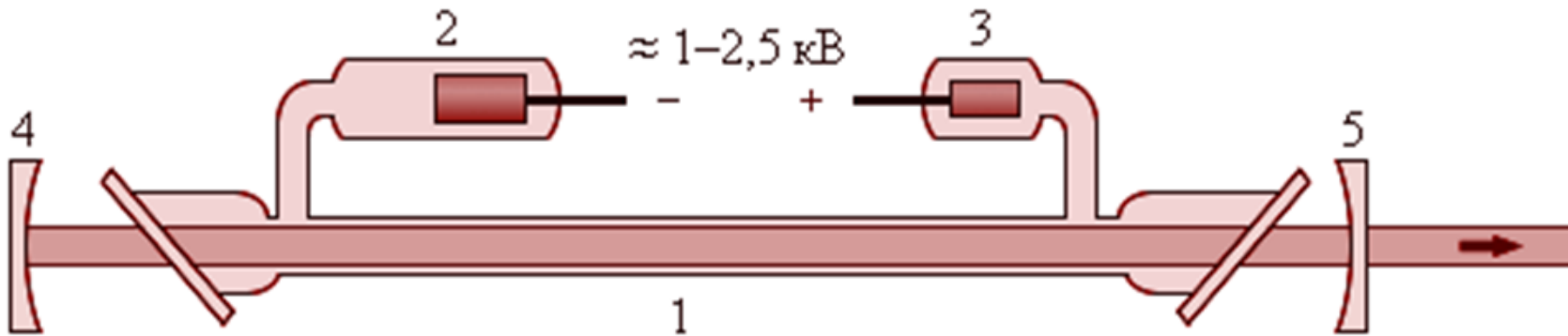
### ■ Обычный источник красного света



**He-Ne лазер создали Джават Беннет и Эрмонт осенью 1960.** Инверсная населенность создавалась в атомах неона через накачку гелия. Длина волны излучения 632,8 нм.



Такой вид имел серийно выпускаемый гелий-неоновый лазер



Внешний вид продольного тлеющего разряда

На схеме: 1 – газоразрядная трубка, 2 – катод, 3 – анод, 4 - глухое зеркало, 5 – полупрозрачное зеркало

# ГАЗОВЫЙ ЛАЗЕР на $\text{CO}_2$

Схема газового лазера с продольным разрядом

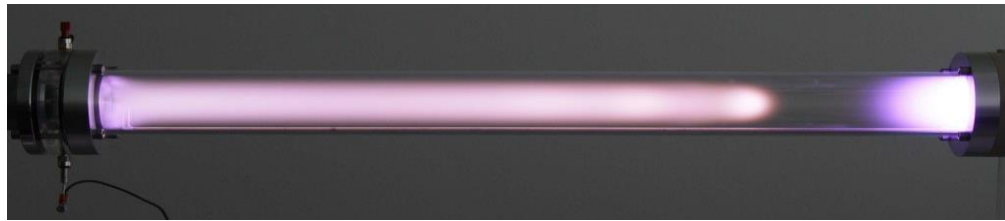
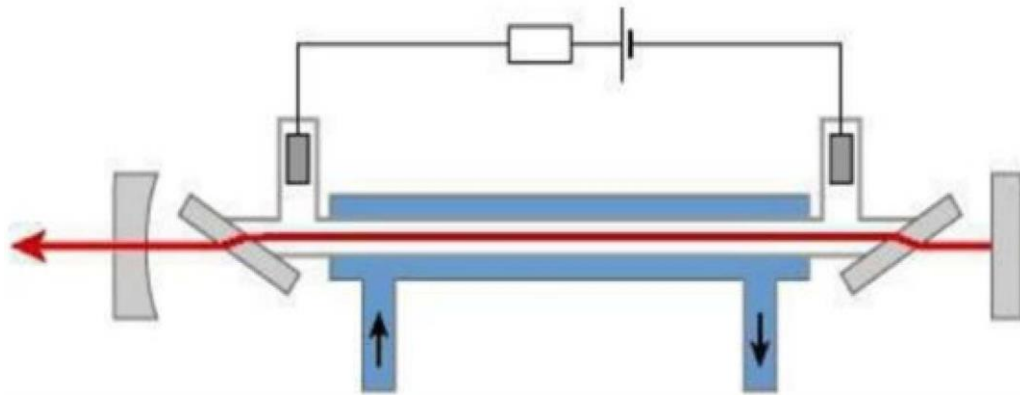


Фото продольного тлеющего разряда

**$\text{CO}_2$ -лазер — один из первых типов газовых лазеров на углекислом газе создан в 1964 году К. Пателом.**

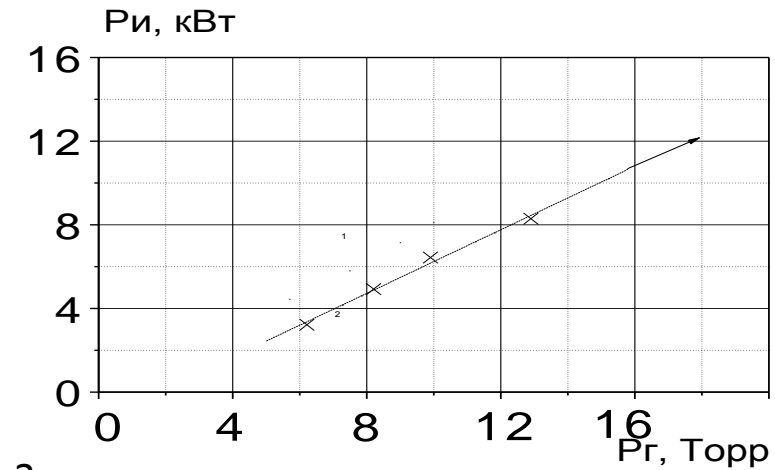
**$\text{CO}_2$ -лазер - один из самых мощных лазеров с непрерывным излучением на начало XXI века.  
Их КПД может достигать 20 %. Длина волны излучения 10600 нм.**



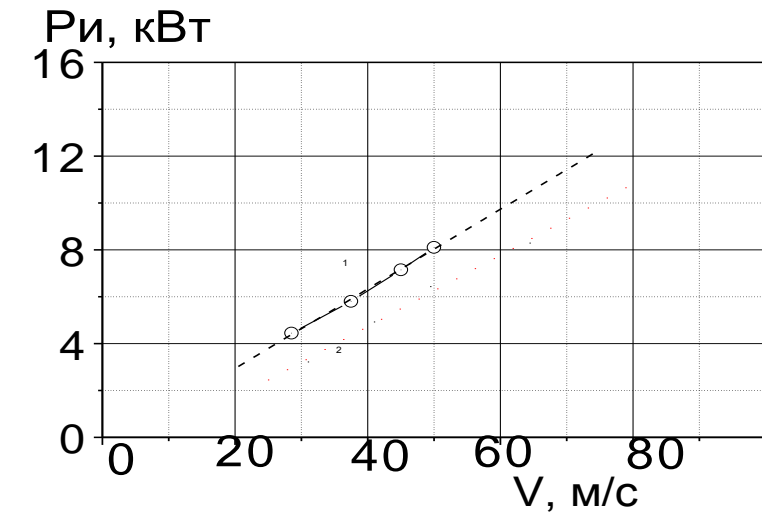
Технологический  $\text{CO}_2$  лазер Сибирь с объемным тлеющим разрядом, СФР и поперечной прокачкой. Мощность излучения 8-16 кВт. (фото ИТПМ СО РАН)

# Внешний вид объемного тлеющего разряда

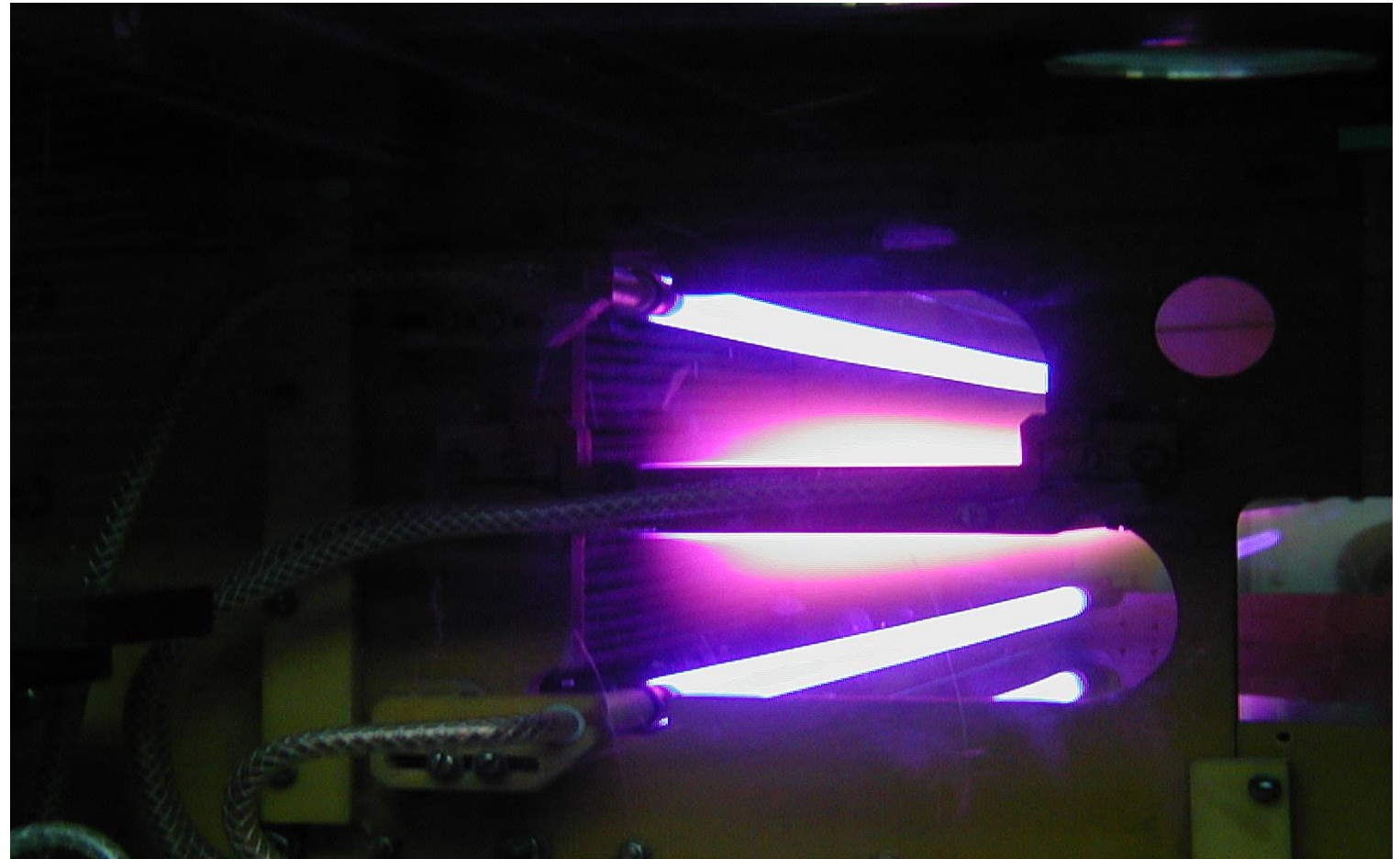
(лазер с поперечной прокачкой ИТПМ СО РАН)



Зависимость мощности генерации от давления рабочей смеси



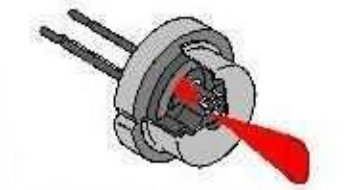
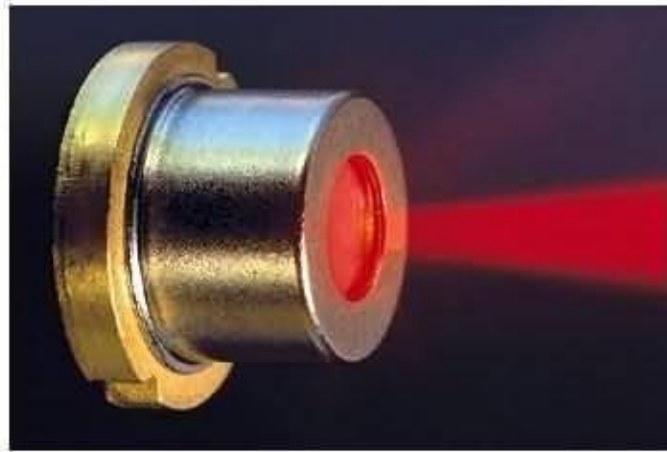
Зависимость мощности генерации от скорости



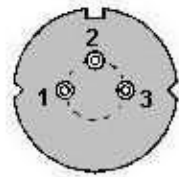
Данные представлены НИУ «ОКБ лазерной техники» ИТПМ СО РАН



# ДИОДНЫЙ ЛАЗЕР



Головка лазерного диода



- 1: ЛД-лазерный диод
- 2: Общ
- 3: ФД-фотодиод

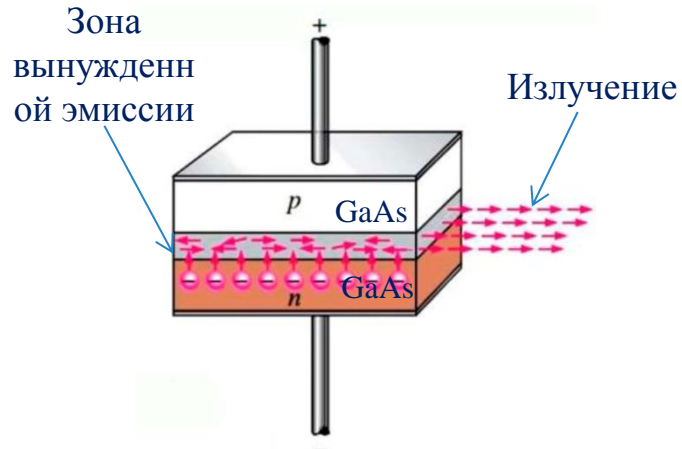
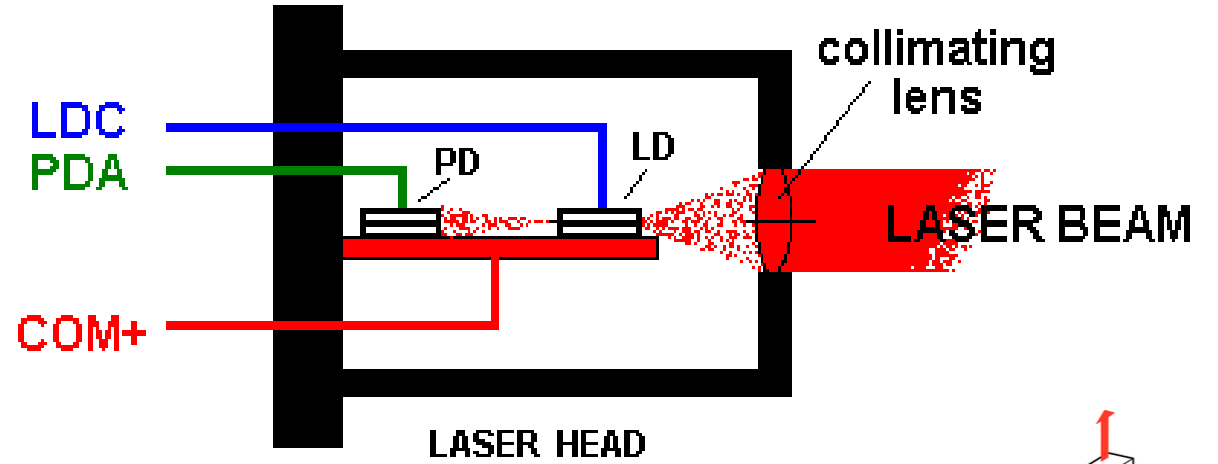


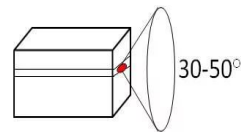
Схема полупроводникового лазерного диода



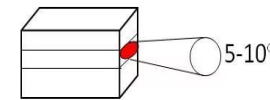
## ДИОДНЫЙ ЛАЗЕР НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Создана принципиально новая конструкция диодных лазеров

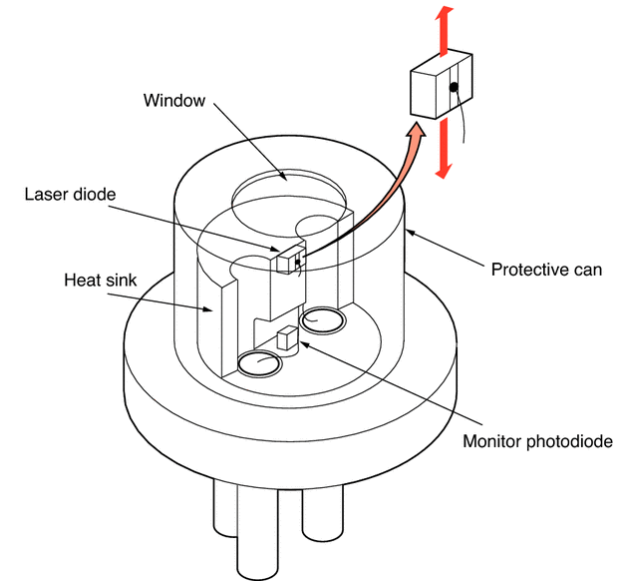
Стандартный ДЛ



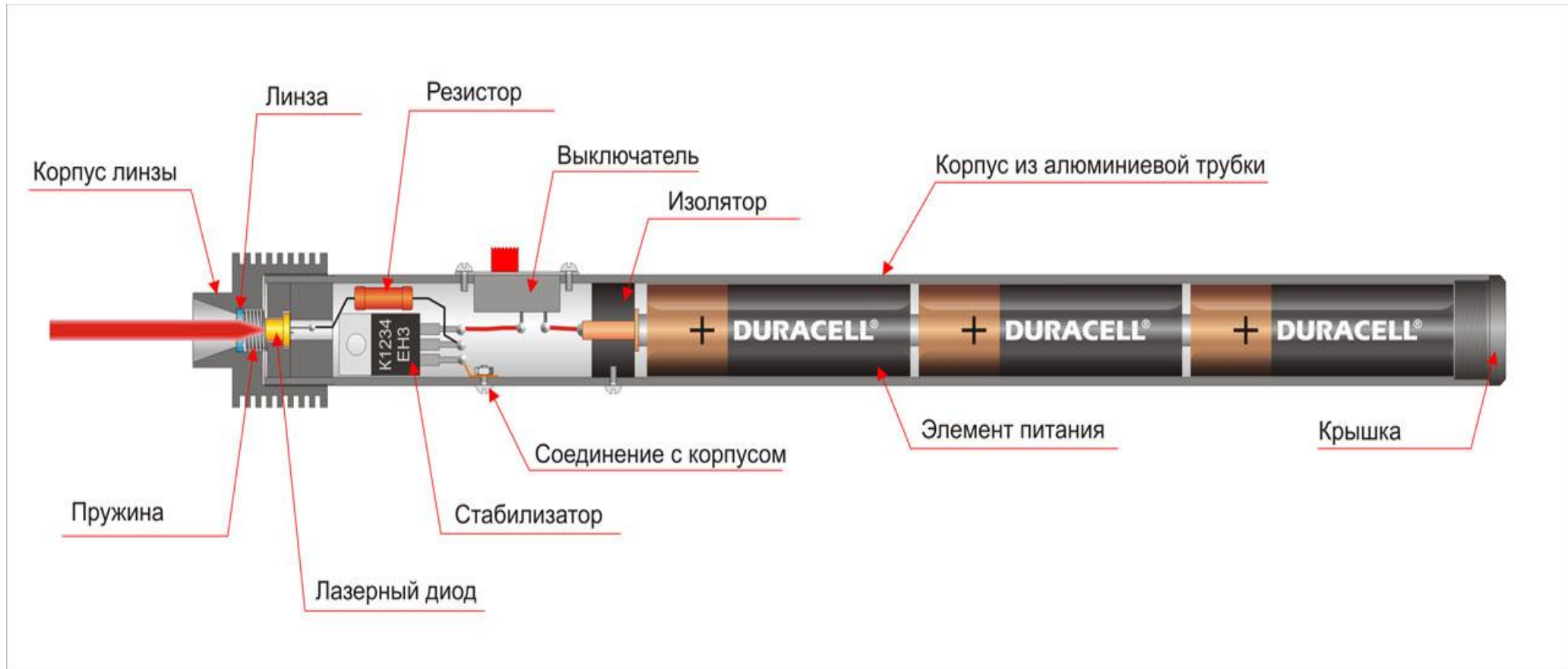
ДЛ нового типа



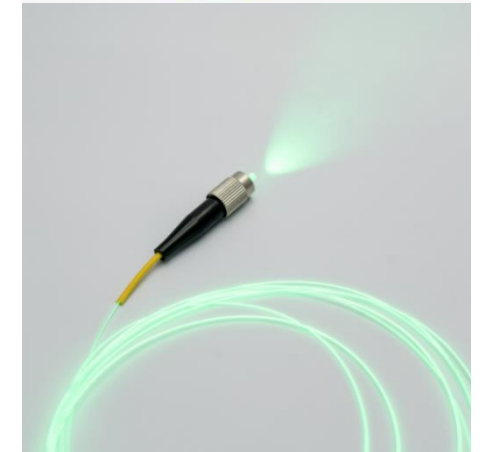
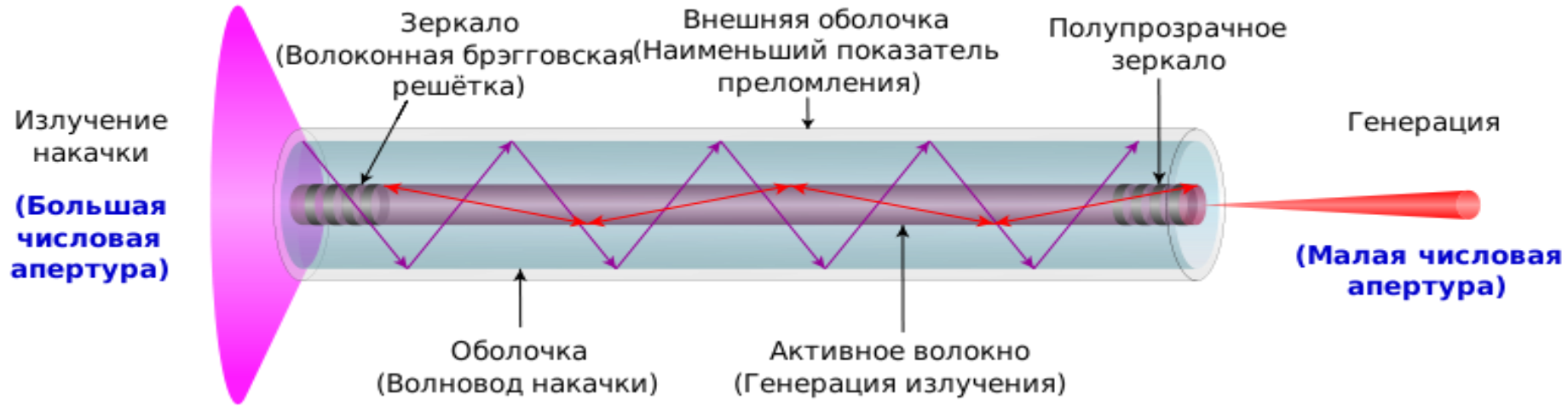
- Многokратное увеличение области излучения (в 10 раз)
- Снижение порога катастрофического разрушения (в 10 раз)
- Уменьшение угловой расходимости излучения (в 3-5 раз)
- Увеличение выходной мощности (в 5-10 раз)
- Обеспечение надежности работы при больших мощностях



# ДИОДНЫЙ ЛАЗЕР



# ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ОПТОВОЛОКОННОГО ЛАЗЕРА



Самая высокая мощность одномодового источника когерентного излучения компании IPG Photonics составляет 10 кВт.



Волоконные лазеры занимают все больше ниш и становятся источником улучшения для лазеров других типов.



## 2. Типы лазеров

---

Лазеры могут определяться на основе множества признаков, но чаще всего используется классификация

**по принципу агрегатного состояния лазерного вещества:**

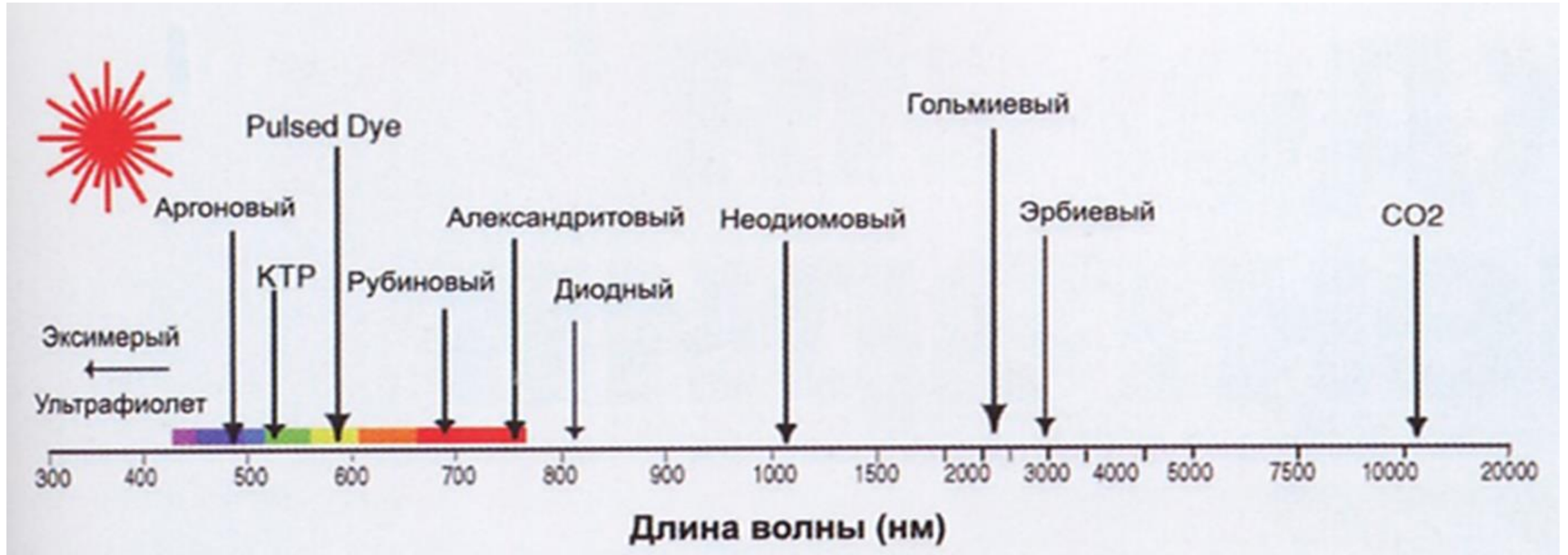
- Газовые;
- Жидкостные;
- Лазеры на свободных электронах;
- Твердотельные.

**По способу возбуждения лазерного вещества:**

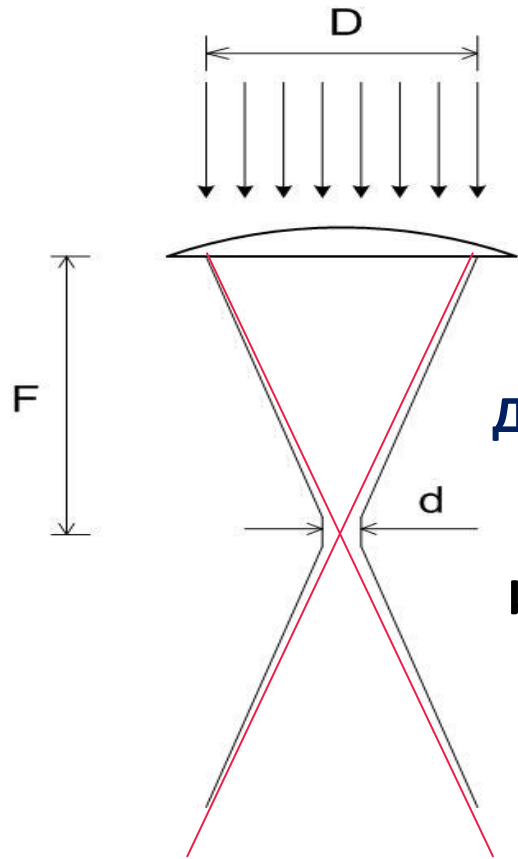
- Газоразрядные лазеры (в тлеющих, дуговых разрядах, в разрядах на полых электродах);
- Газодинамические лазеры (с созданием инверсий населенностей путем расширения горячих газов)
- Инжекционные, или диодные лазеры (с возбуждением за счет прохождения тока в полупроводнике);
- Лазеры с оптической накачкой (возбуждение с помощью лампы-вспышки, лампы непрерывного горения, другого лазера, светодиода);
- Лазеры с электронно-лучевой накачкой (специальные типы газовых и полупроводниковых лазеров)
- Лазеры с ядерной накачкой (с возбуждением посредством излучения из атомного реактора или в результате ядерного взрыва);
- Химические лазеры (с возбуждением на основе химических реакций).

**Разные лазерные системы обладают разными уникальными свойствами и находят свое особенное применение**

# Типы лазеров с различной длиной волны излучения



# ФОКУСИРОВКА И КАЧЕСТВО ИЗЛУЧЕНИЯ



**Почему лазер** (качество излучения, плотность мощности излучения в фокусе).

**Диаметр фокального пятна**

$$d = \Theta F$$

**Интенсивность излучения в фокальном пятне**

$$I \approx W \left(\frac{K}{\lambda}\right)^2 \left(\frac{D}{F}\right)^2$$

$$J = W \left(\frac{K}{\lambda}\right)^2 \text{ - яркость пучка}$$

**Лазерная резка:**

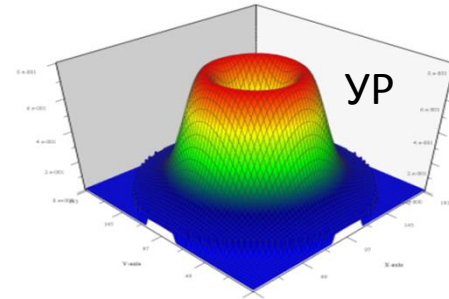
$d \sim 0,1 \text{ мм}$  при  $\lambda = 10,6 \text{ мкм}$

**Условие качественной резки:  $K \geq 0,5$**

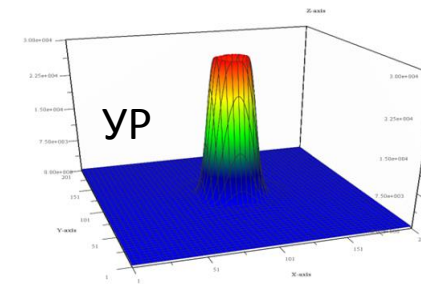
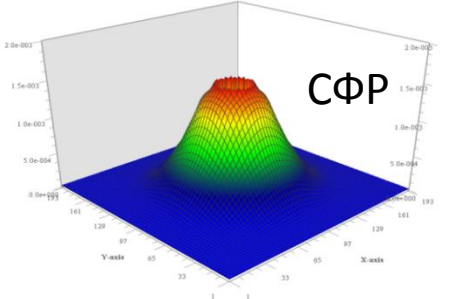
**Параметр качества пучка**

$$K = \frac{4\lambda}{\pi\Theta D} \quad \text{Гауссов пучок: } K = 1$$

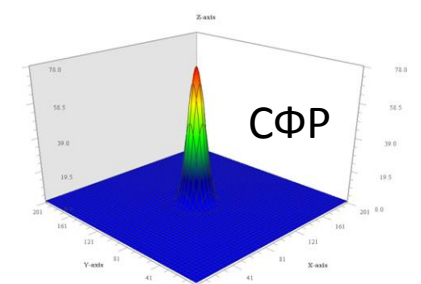
**Распределение интенсивности (данные ИТПМ СО РАН)**



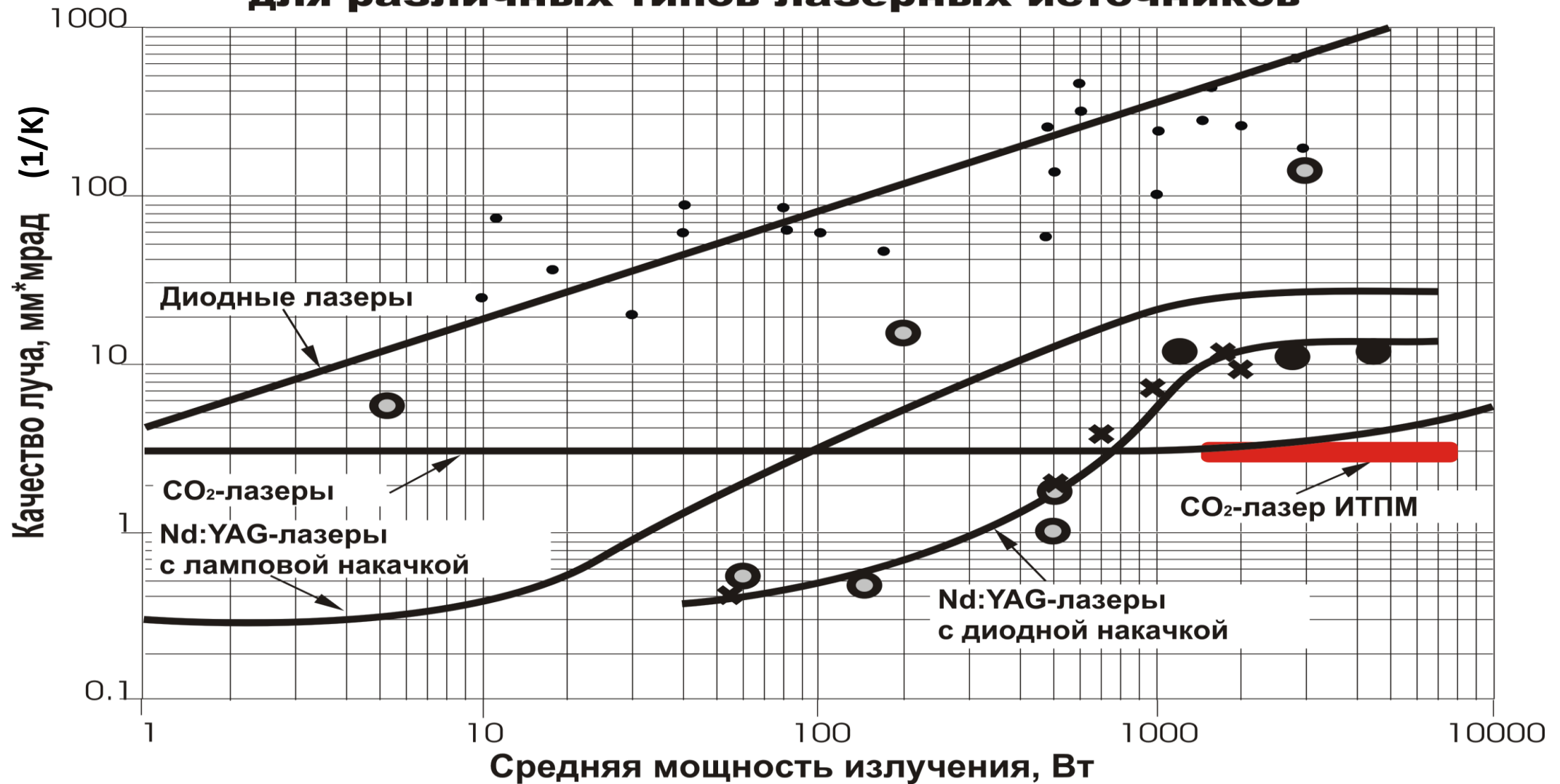
Ближняя зона



Дальняя зона

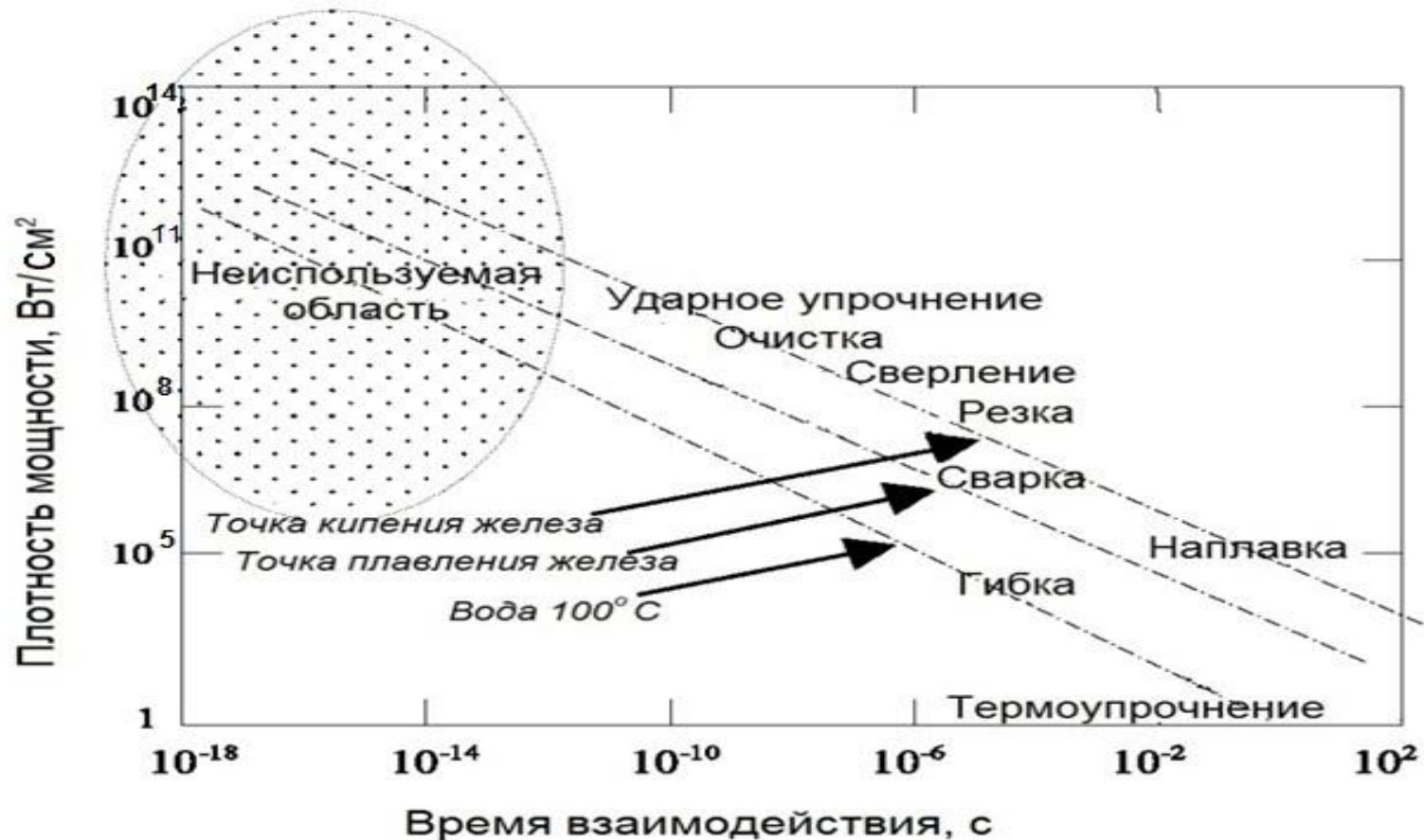


## Зависимость качества луча от мощности излучения для различных типов лазерных источников





Быстрый локальный нагрев материала  
Малая зона термического влияния  
Высокие скорости обработки



Плотность мощности

$$I \sim W \left( \frac{K}{\lambda} \right)^2$$

W – мощность излучения

K – параметр качества излучения

λ – длина волны

# ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

- Передача информации по стекловолоконным
- Лазерная обработка материалов:
  - маркировка и художественная гравировка
  - резка
  - сварка
- В микроэлектронике для прецизионной обработки материалов (резка полупроводниковых кристаллов, сверление особо тонких отверстий в печатных платах).
- для получения поверхностных покрытий материалов (лазерное легирование, лазерная наплавка, вакуумно-лазерное напыление) с целью повышения их износостойкости.
- Использование лазеров в области научных исследований
- Голография и интерферометрия
- Метрология и измерительная техника. Измерение: расстояния (лазерные дальномеры), времени, давления, температуры, скорости потоков жидкостей и газов, угловой скорости (лазерный гироскоп), концентрации веществ, оптической плотности, разнообразных оптических параметров и характеристик, в виброметрии и др.
- Лазерная химия. Для запуска и анализа химических реакций Лазерное излучение позволяет обеспечить точную локализацию, дозированность, абсолютную стерильность и высокую скорость ввода энергии в систему.
- Лазеры в приборах и оборудовании
  - Устройства считывания штриховых кодов
  - В лазерной мыши и лазерной клавиатуре
  - Audio-CD, CD-ROM, DVD, Blu-ray disc
  - Лазерные принтеры
  - Лазерные пико-проекторы
- Лазеры в медицине и биофотонике (лазерная хирургия, биофотоника и медицинская диагностика); офтальмология (лечение катаракта, отслоение сетчатки, лазерная коррекция зрения и др.).
- Косметологии (лазерная эпиляция, лечение сосудистых и пигментных дефектов кожи, лазерный пилинг, удаление татуировок и пигментных пятен).
- Термоядерная реакция с применением лазеров
- В военных целях: как средство наведения и прицеливания; ракетное оружие на основе лазерного излучения.
- Астрономия: Лидар: уточнил значения ряда фундаментальных астрономических постоянных и параметры космической навигации, расширил представления о строении атмосферы и поверхности планет Солнечной системы.
- В астрономических телескопах, с адаптивной оптической системой коррекции атмосферных искажений, лазер применяют для создания искусственных опорных звезд в верхних слоях атмосферы.

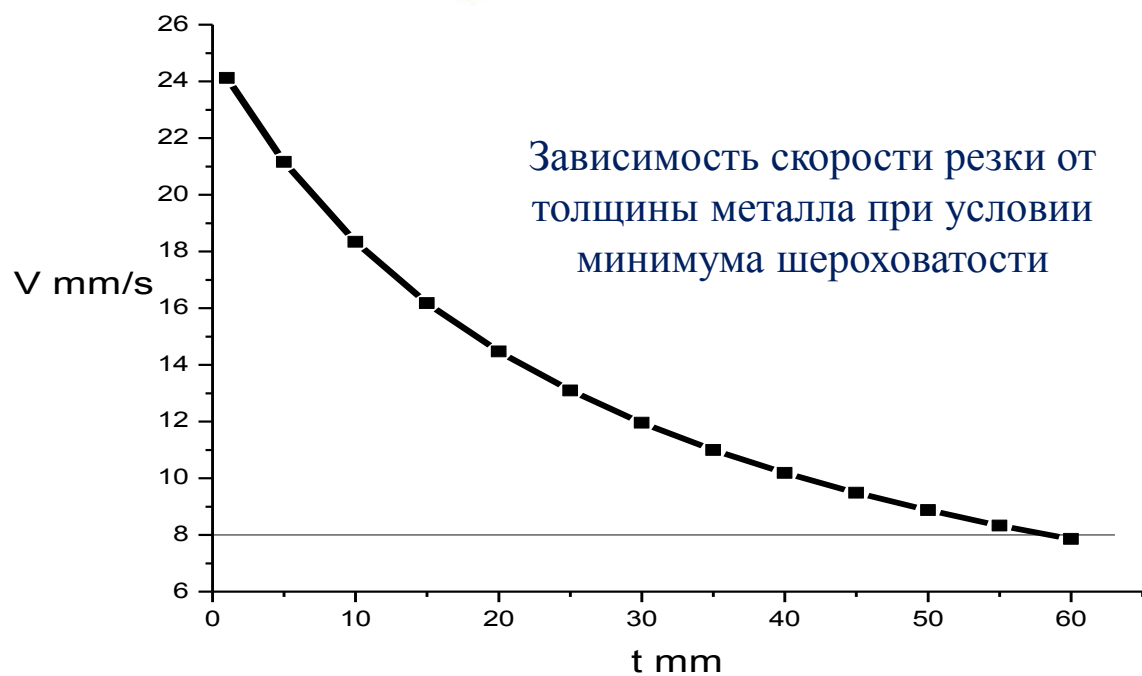
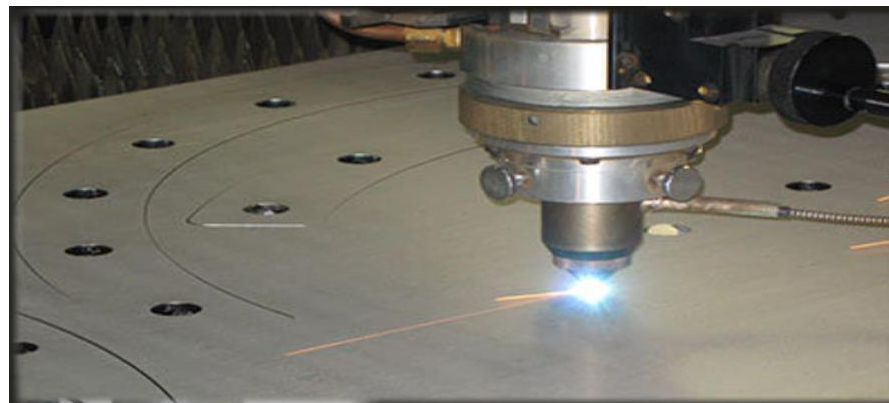
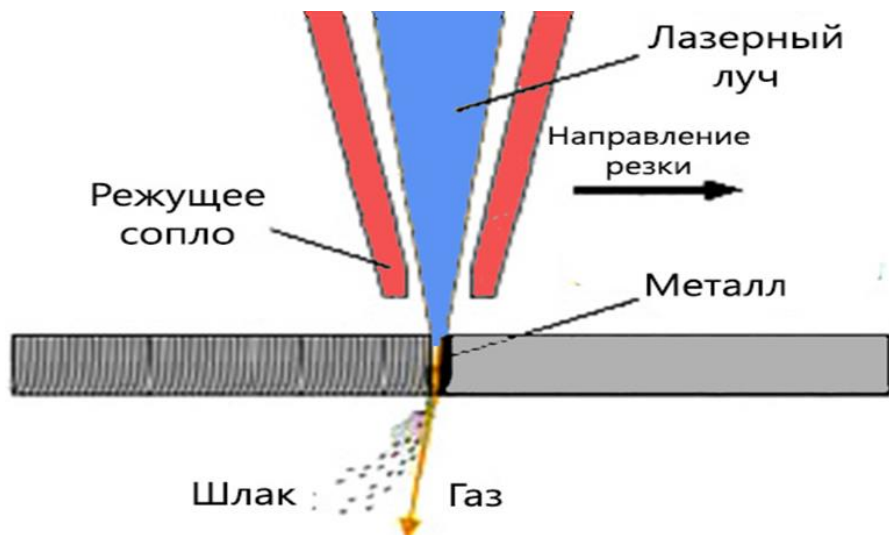
# ЛАЗЕРНАЯ РЕЗКА

---



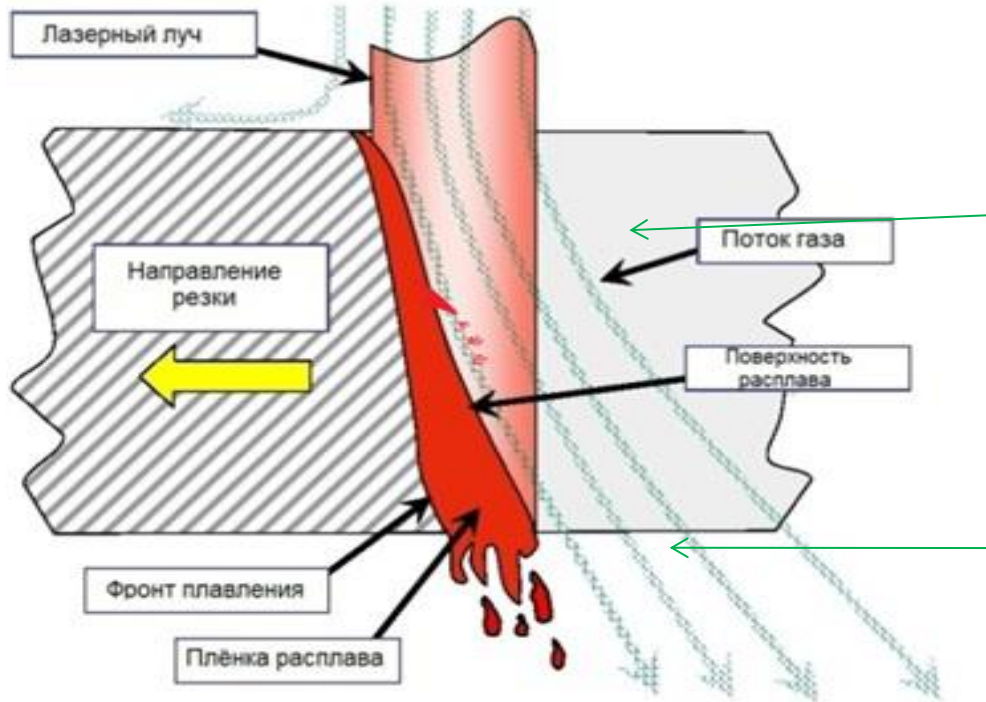


# ТЕХНОЛОГИЯ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ (РЕЗКА)

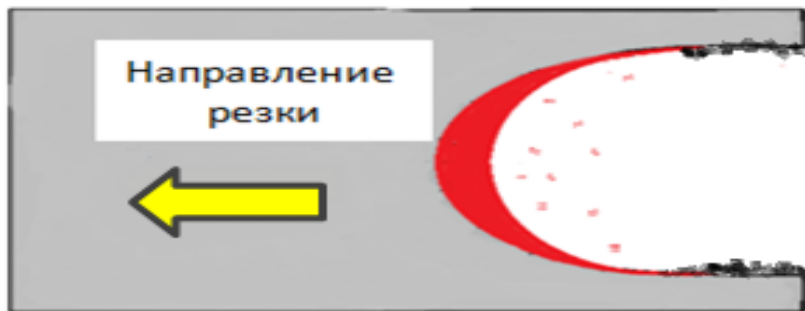


# ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В КАНАЛЕ ЛАЗЕРНОГО РЕЗА

## Сечение фронта реза



## Вид сверху



## Боковая поверхность реза



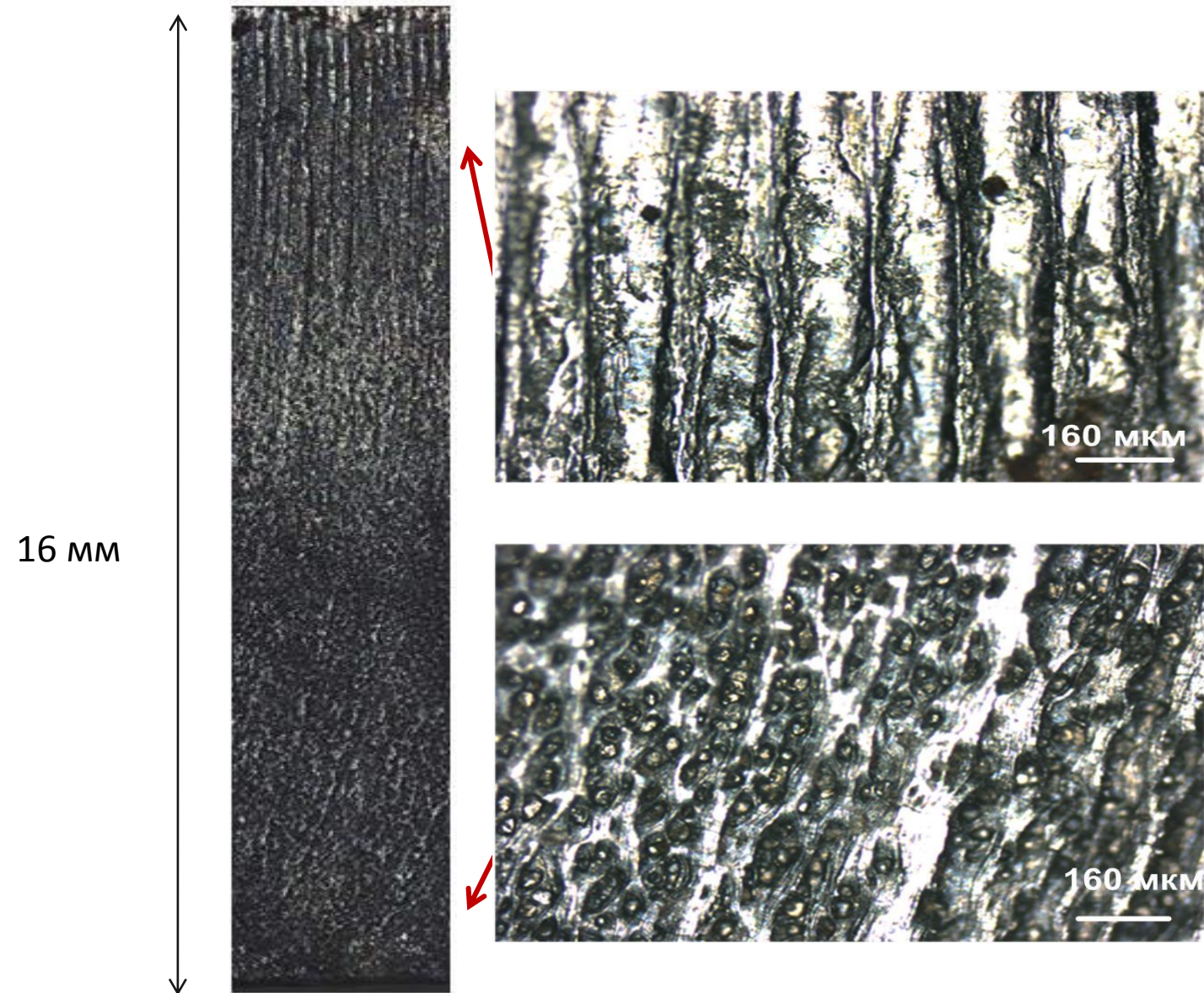
## Механизмы образования рисков

Циклический характер разрушения материала (периодические риски).

Гидродинамические явления при течении расплава (хаотичные риски).



# СТРУКТУРА ПОВЕРХНОСТИ РЕЗА



## Процессы при формировании поверхности реза

### В верхней части

нестационарный характер распространения фронта реза (волны горения),

нестационарный характер удаления расплава с фронта реза;

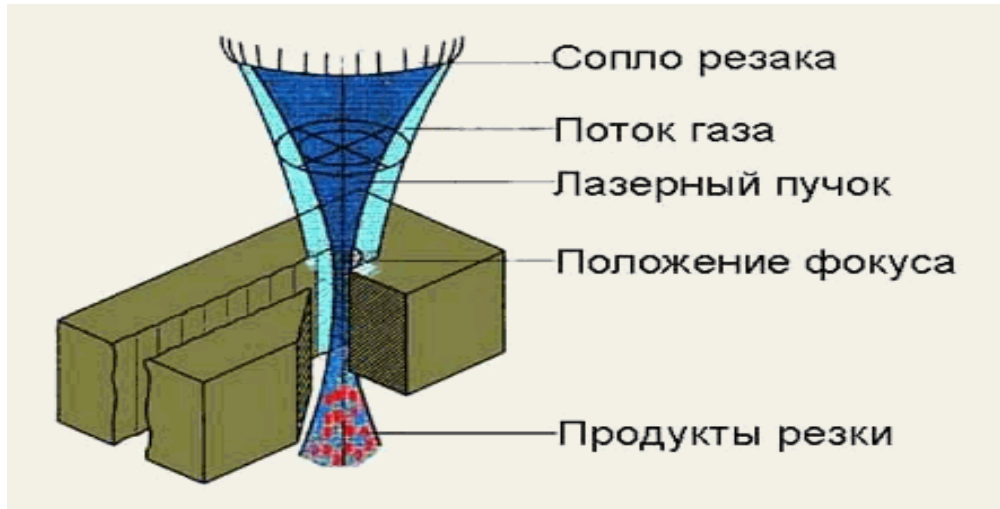
### В нижней части

возмущения течения расплава;

срыв и осаждение капель.

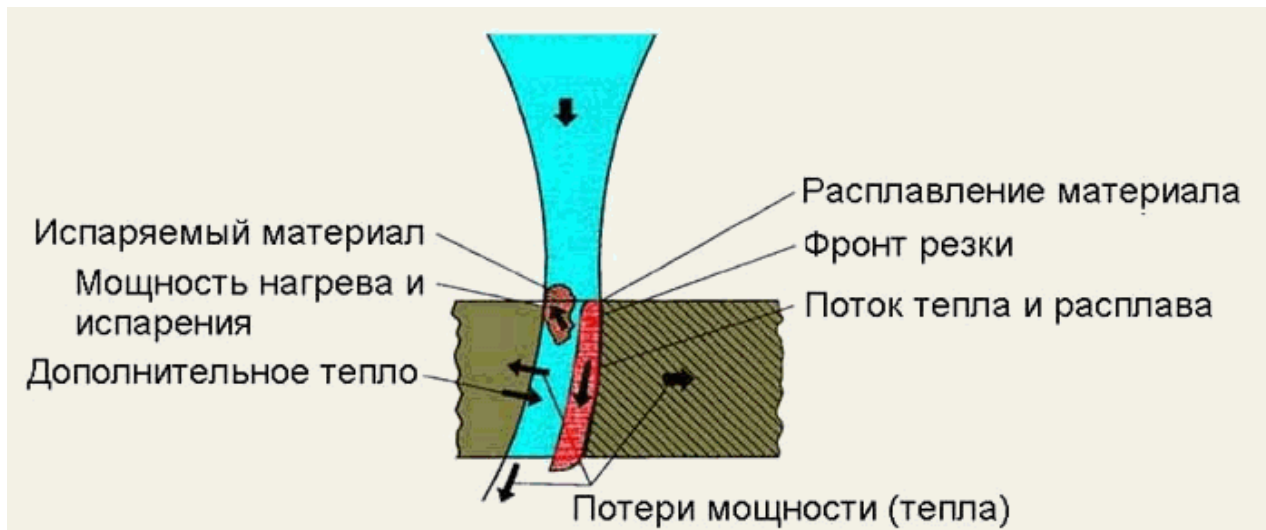
$$W = 2,2 \text{ кВт}$$

$$V = 0,8 \text{ м/мин}$$



Требования к лазерному излучению:

- диаметр фокального пятна 0,1...0,2 мм;
- интенсивность в фокальном пятне  $\sim 10^7$  Вт/см<sup>2</sup>;
- отсутствие побочных максимумов с большим содержанием энергии;
- круговая поляризация излучения.



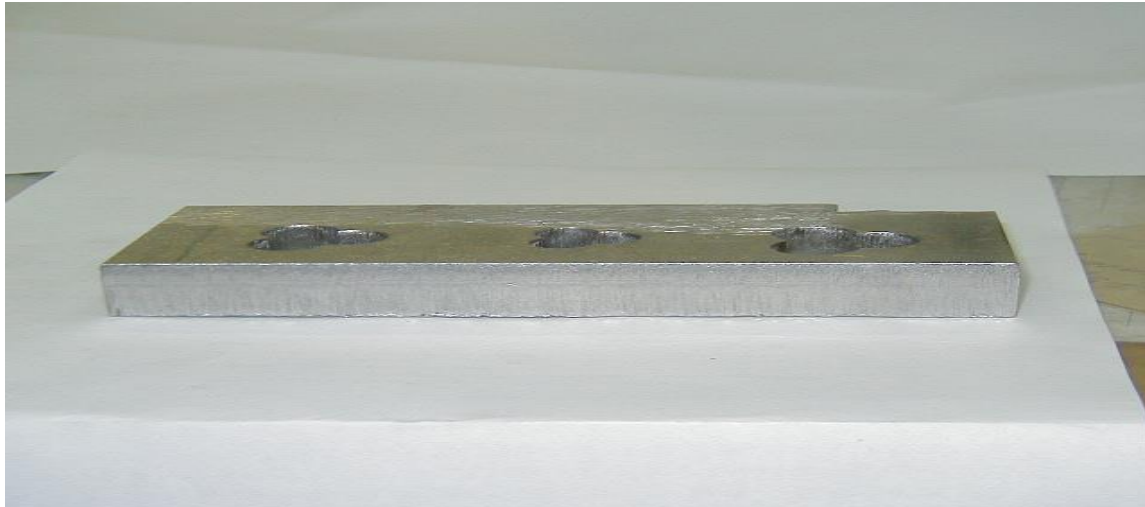
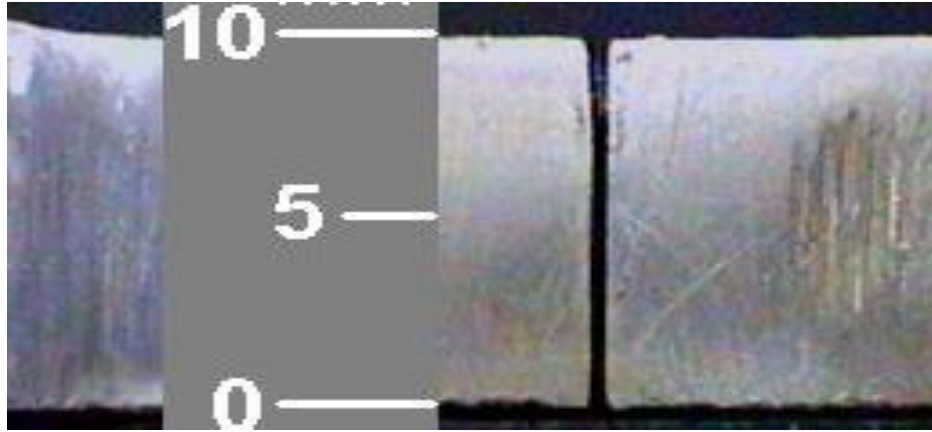
Основной вопрос:  
Как параметры резки (мощность и скорость) должны изменяться с ростом толщины металла?



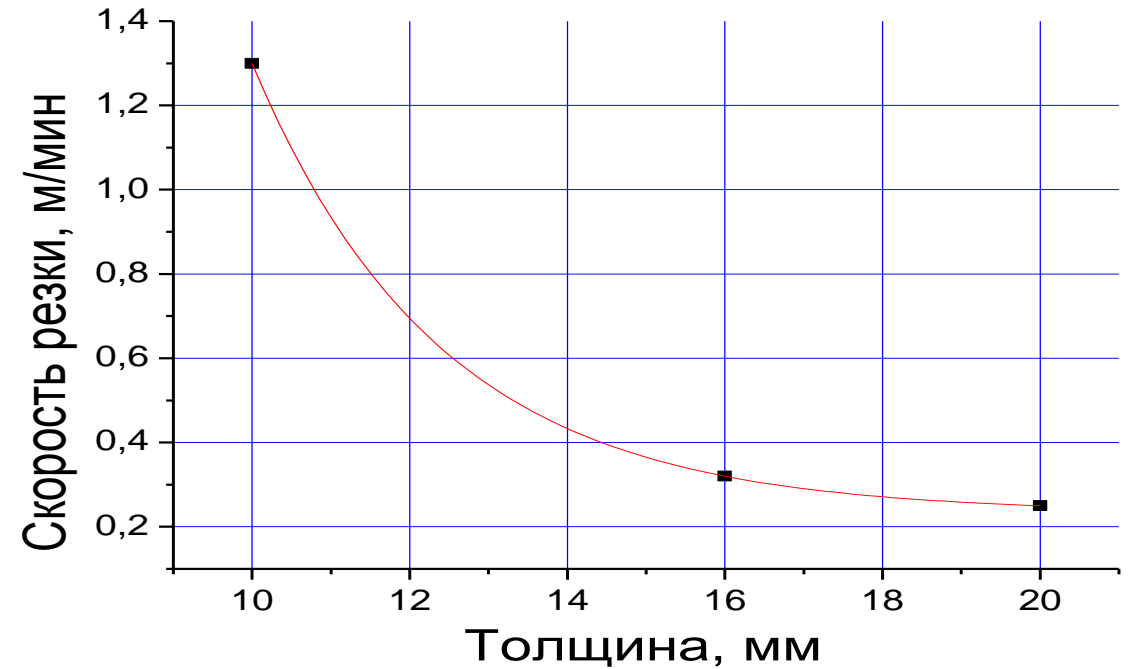
# ПРИМЕНЕНИЕ МОЩНЫХ ЛАЗЕРОВ ДЛЯ РЕЗКИ ТОЛСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

## Нержавеющая сталь

$W = 4.5 \text{ kW}$ ,  $F = 254 \text{ мм}$ ,  $P \text{ азота} = 12 \text{ бар}$ ,  $V = 1,3 \text{ м/мин}$ ,  
ширина реза  $0,3\text{-}0,4 \text{ мм}$

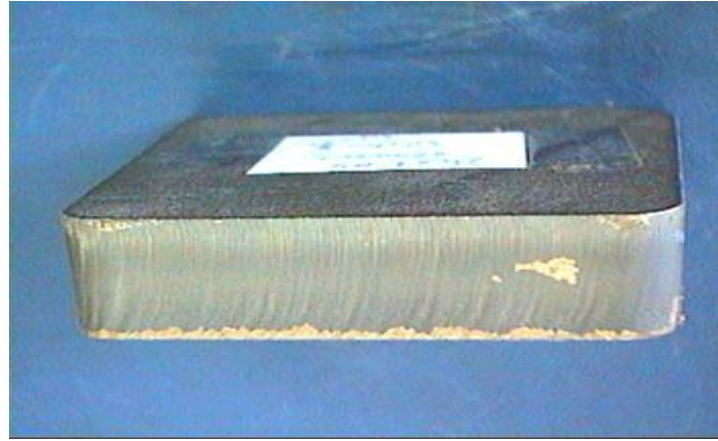
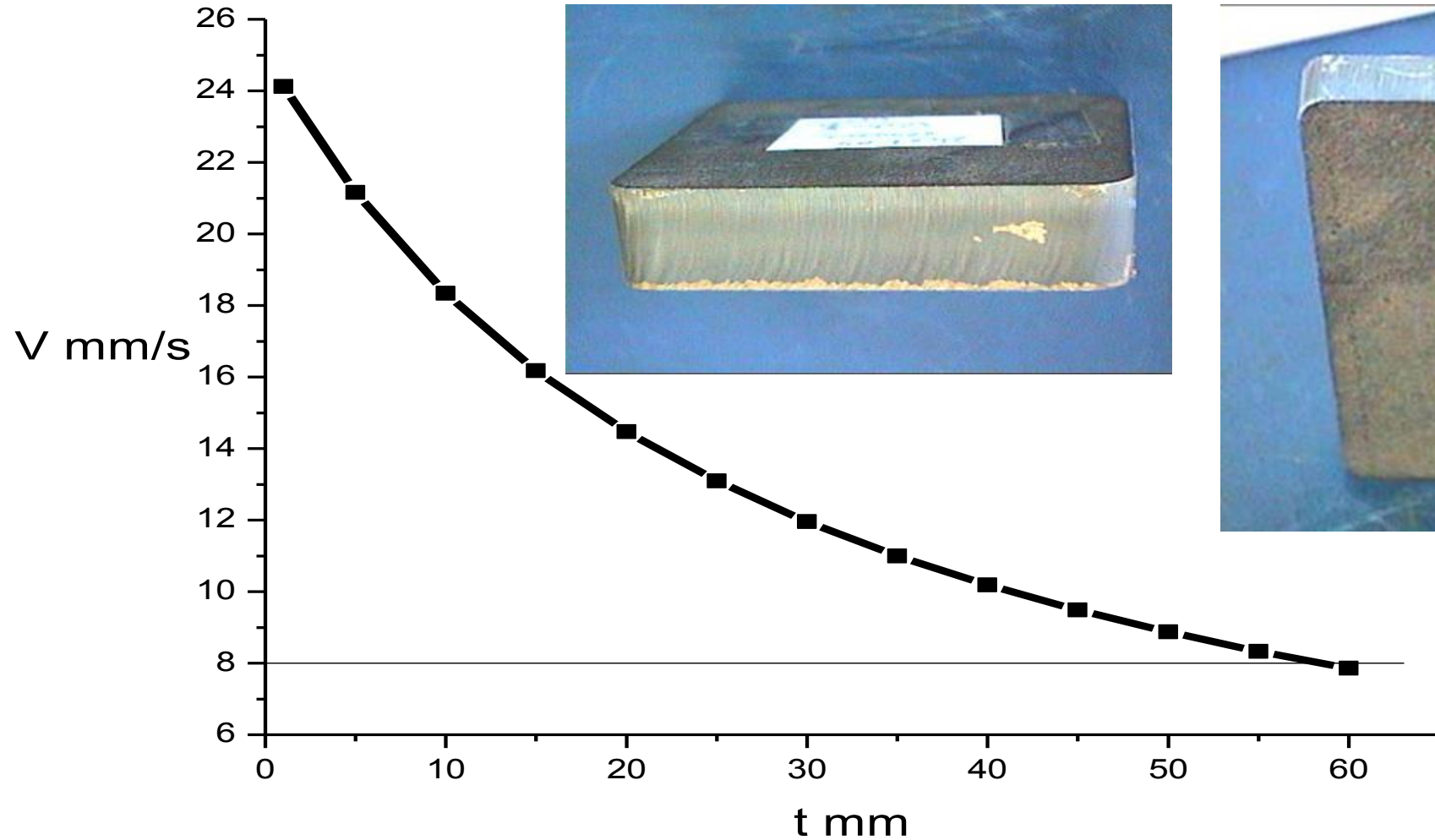


## Зависимость скорости резки от толщины



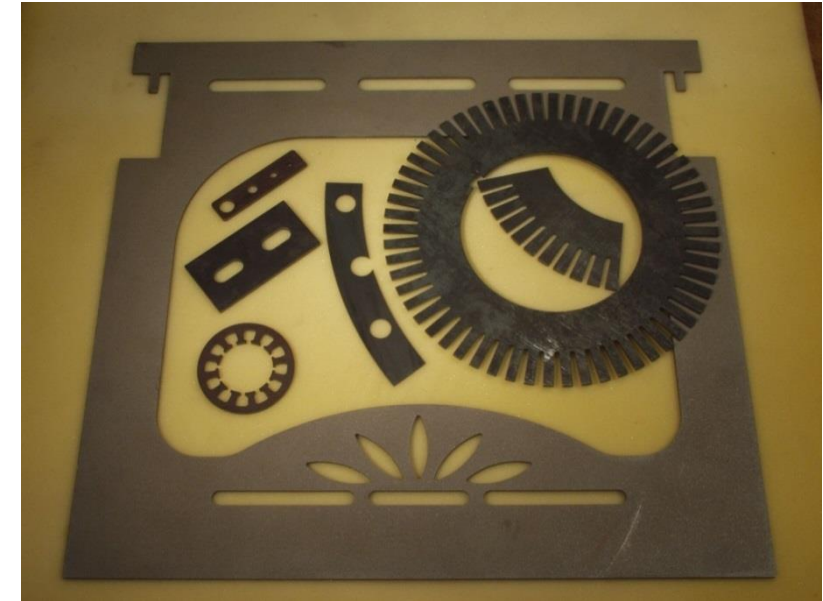
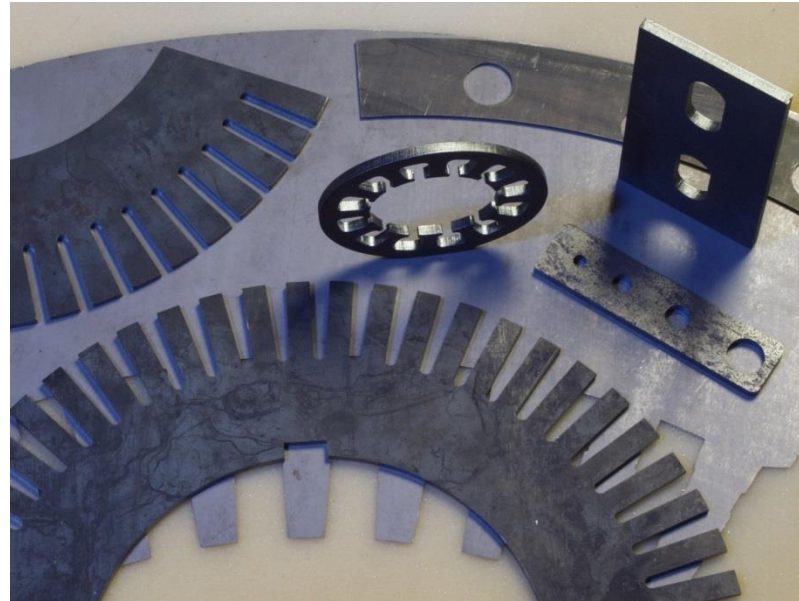
$t = 16 \text{ мм}$ ,  $W = 4.5 \text{ kW}$ ,  $F = 190.5 \text{ мм}$ ,  
аргона = 12 бар

# ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ РЕЗКИ ОТ ТОЛЩИНЫ МЕТАЛЛА ПРИ УСЛОВИИ МИНИМУМА ШЕРОХОВАТОСТИ



Данные представлены НИУ «ОКБ лазерной техники» ИТПМ СО РАН

Фото деталей для электрических двигателей большой мощности (ИТПМ СО РАН)



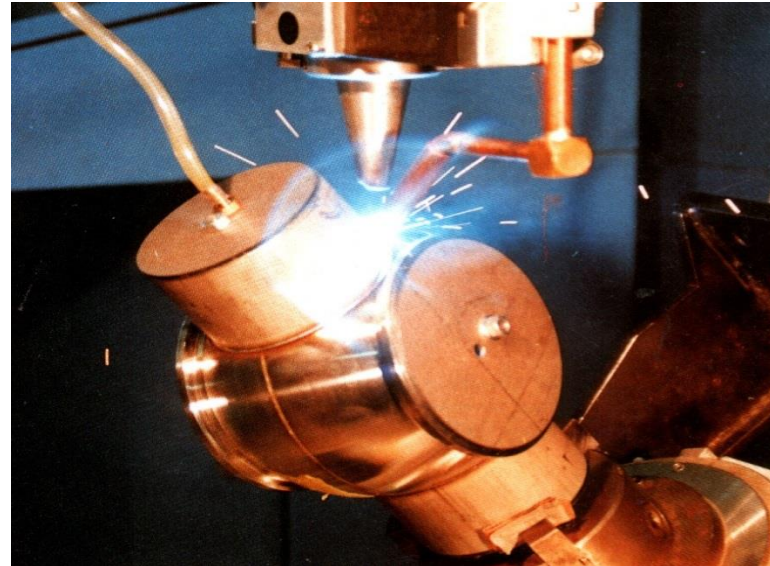
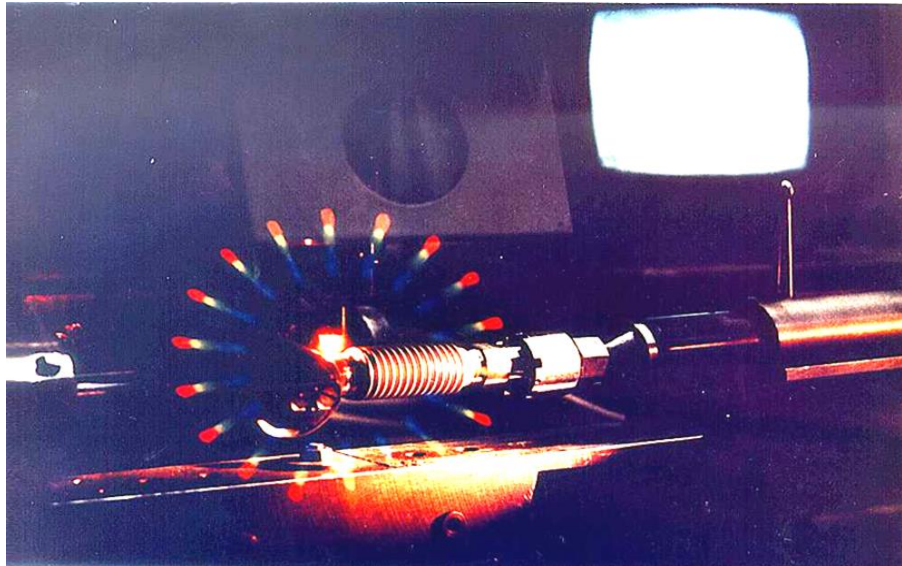


## ВИДЫ ТЕХНОЛОГИЙ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ:

ИМПУЛЬСНАЯ  
ЛАЗЕРНАЯ  
ШОВНАЯ  
СВАРКА

ЛАЗЕРНАЯ СВАРКА  
НЕПРЕРЫВНЫМ  
ЛАЗЕРНЫМ  
ИЗЛУЧЕНИЕМ

ГИБРИДНЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ  
ЛАЗЕРНОЙ  
СВАРКИ:



Тандемная

Лазерно-дуговая

Лазерно-индукционная

Лазерно-плазменная

Лазерно-светолучевая

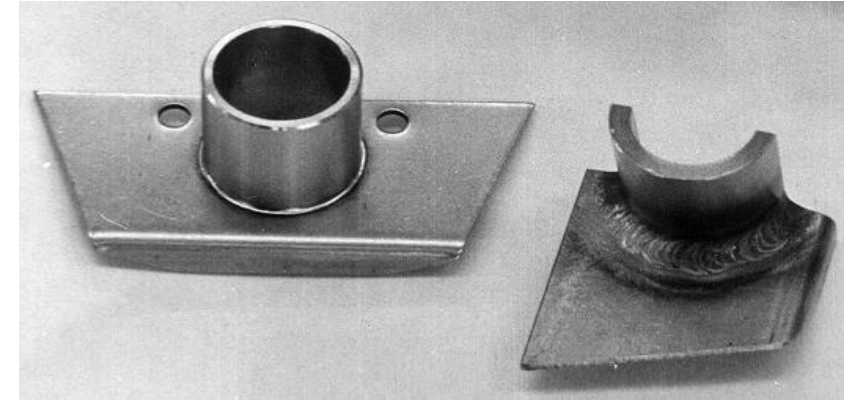


## Импульсная лазерная шовная сварка

### Основные преимущества:

- уменьшается продольная и поперечная усадочная деформация сварных узлов до 10 раз;
- ликвидируется зачистка швов, так как сварка ведётся без присадки и при этом прочность сварного соединения находится на уровне прочности основного металла;
- получаются минимальные зоны термического влияния, что открывает возможность вести сварку вблизи термочувствительных элементов;
- операция лазерной сварки становится окончательной сборочной операцией;

*Цельнотянутый сильфон, приваренный к переходникам импульсной лазерной шовной сваркой*



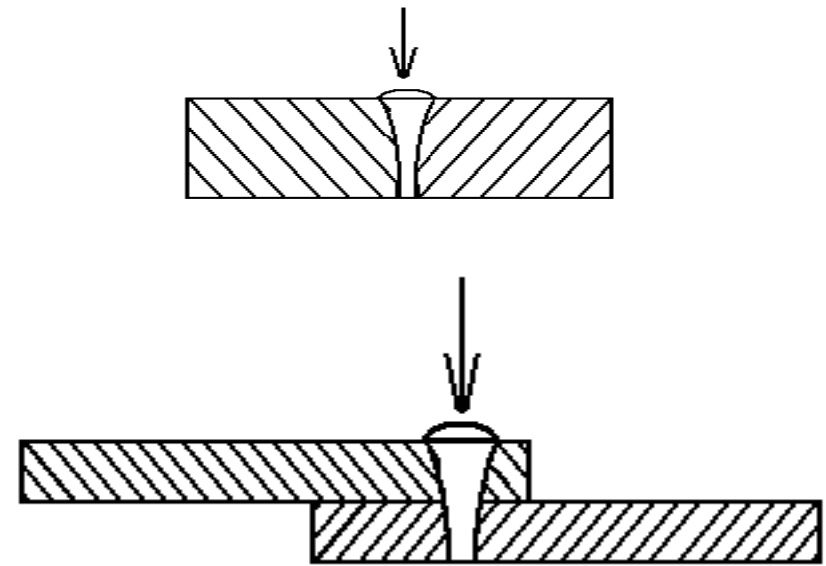
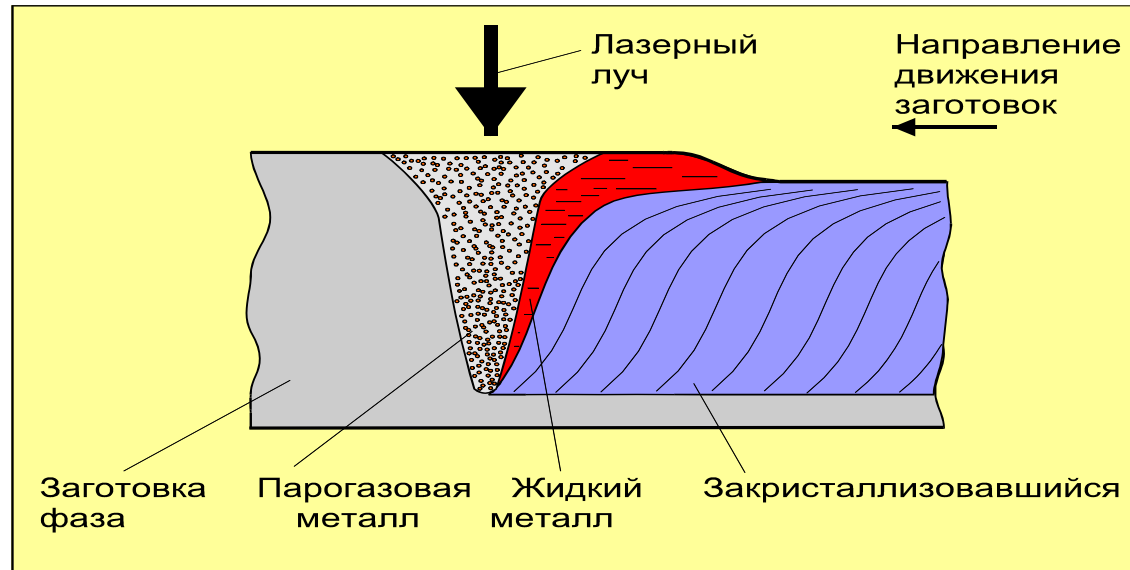
*Внешний вид детали сваренной:*

*а) импульсной лазерной шовной сваркой*

*б) аргоно-дуговой*

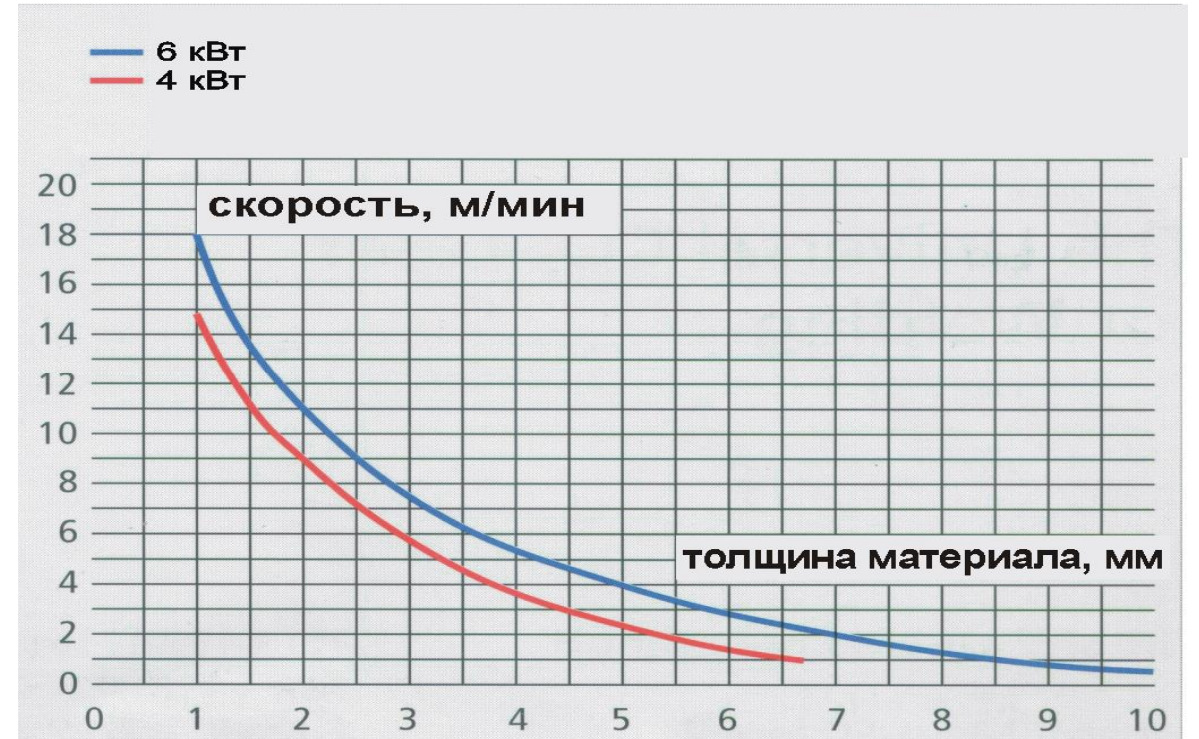
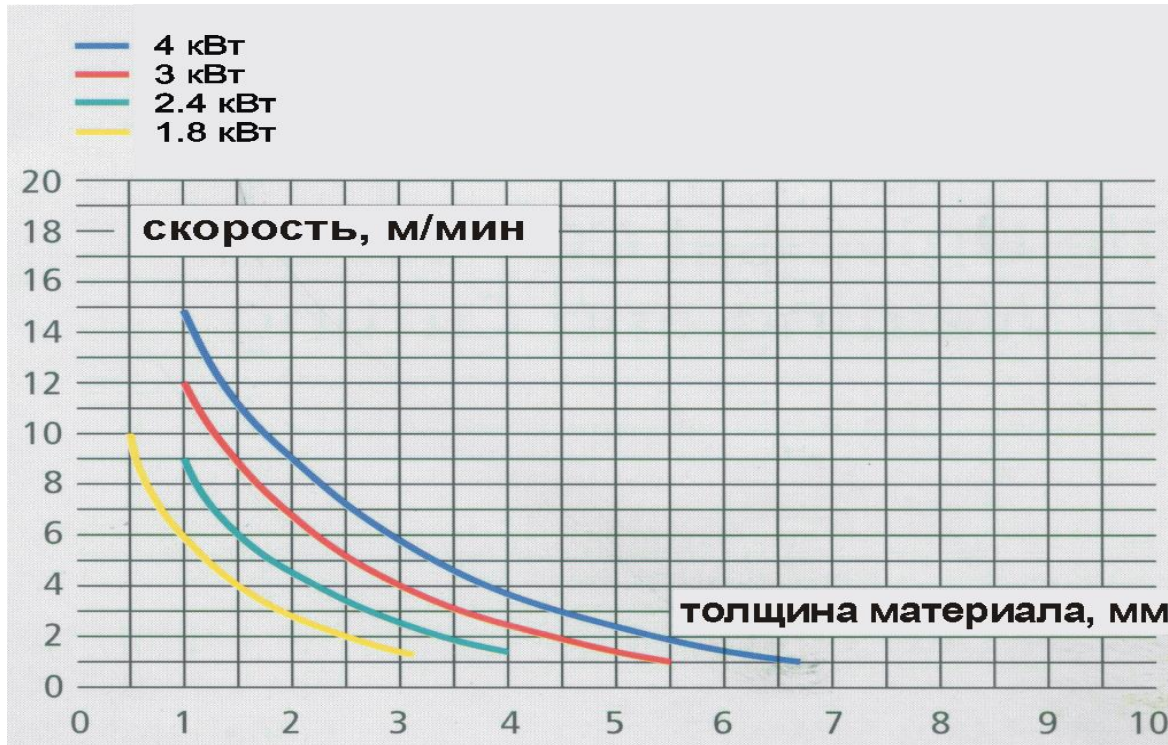


## Схема формирования шва



## Кинжальное проплавление

## Зависимость скорость сварки от толщины свариваемого материала для разной мощности лазерного излучения



Данные представлены НИУ «ОКБ лазерной техники» ИТПМ СО РАН



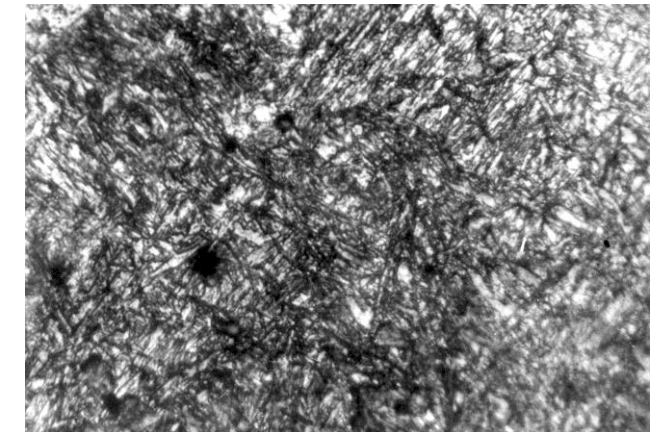
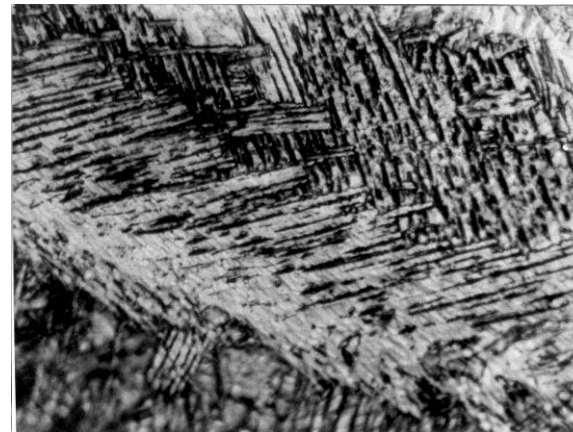
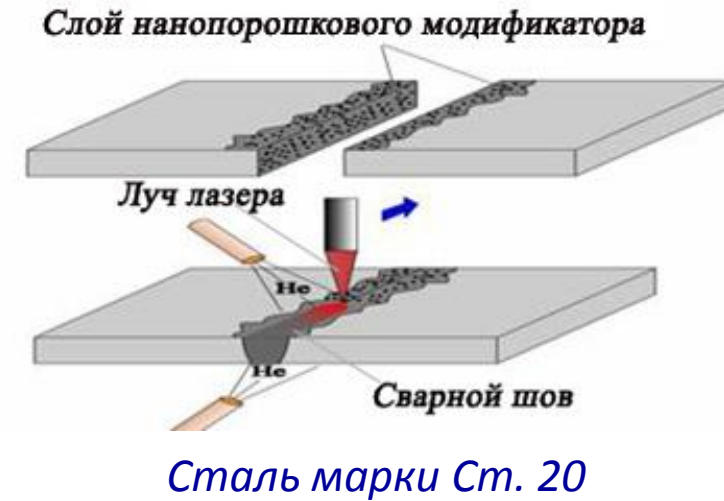
# ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ

## Применение нанопорошковых модификаторов (НПМ) при лазерной сварке

В качестве модифицирующей композиции использовалась смесь нанопорошков:



Применение порошковой обмазки существенно сказывается на морфологии и дисперсности кристаллических зерен. Резко измельчается структура сварного шва. Вместо игольчато-дендритной она становится равноосной и мелкодисперсной, соответственно повышаются механические свойства (прочность и пластичность) металла шва.



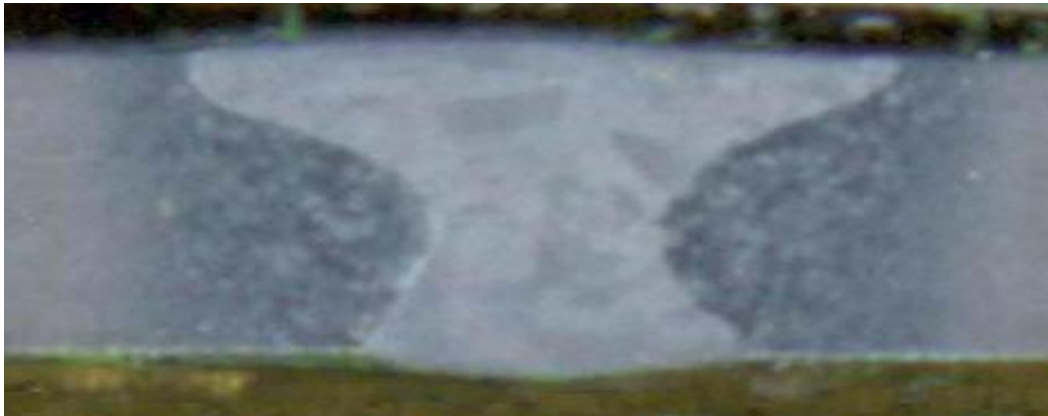
без модифицирующего порошка;

с порошком TiN + Y2O3



# ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ

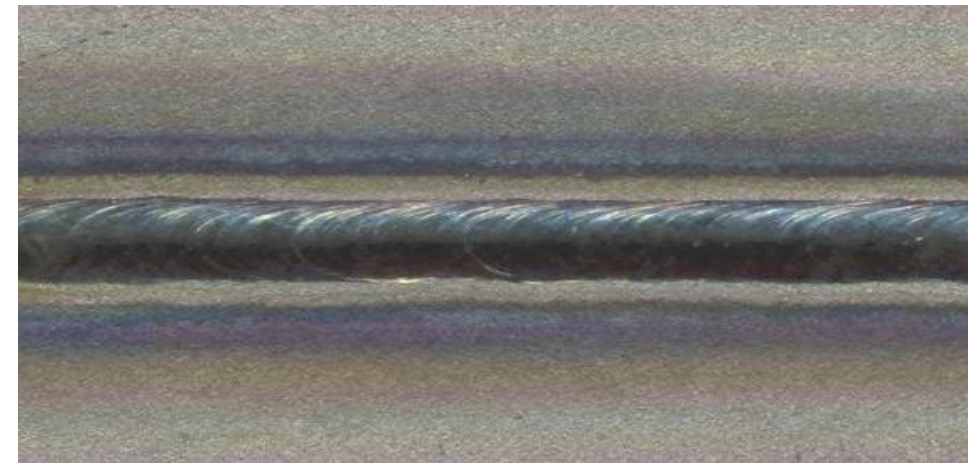
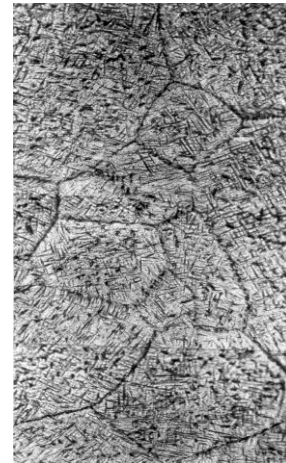
## **Применение нанопорошковых модификаторов (НПМ) при лазерной сварке (Сплав титана марки BT-20)**



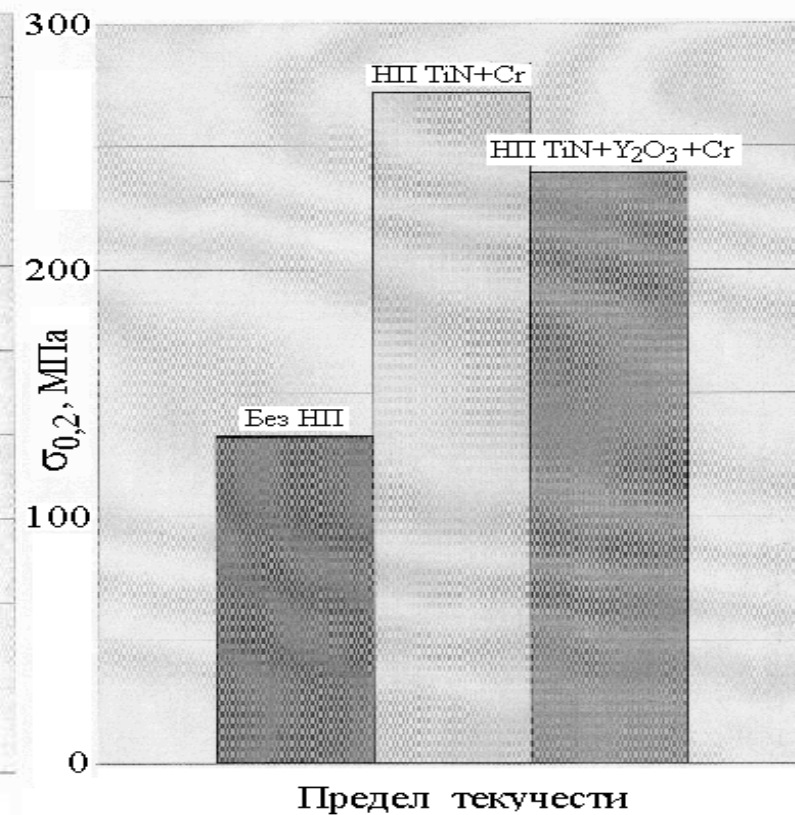
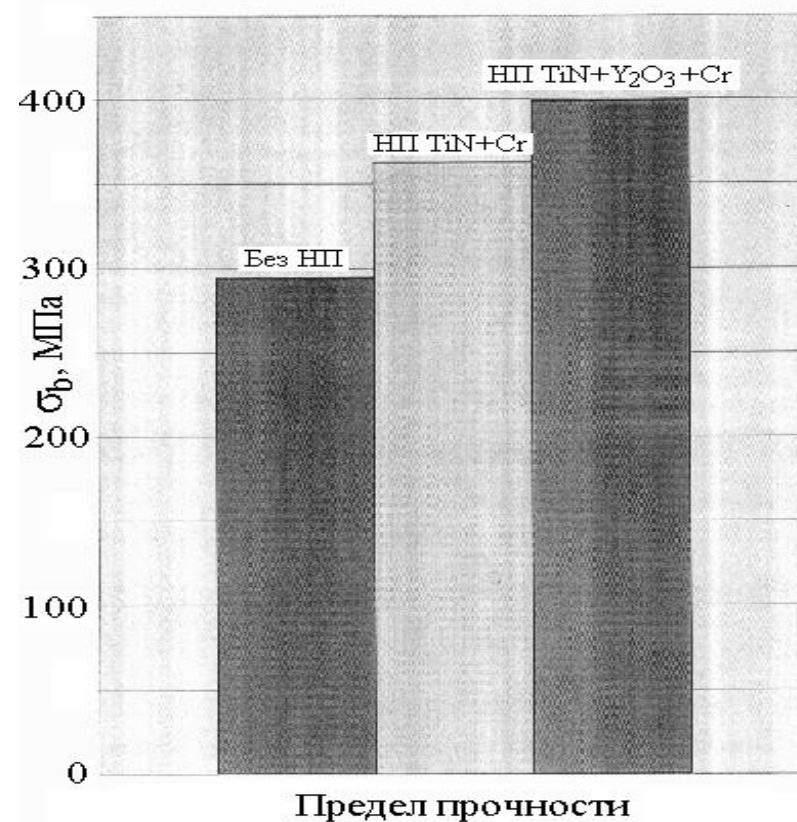
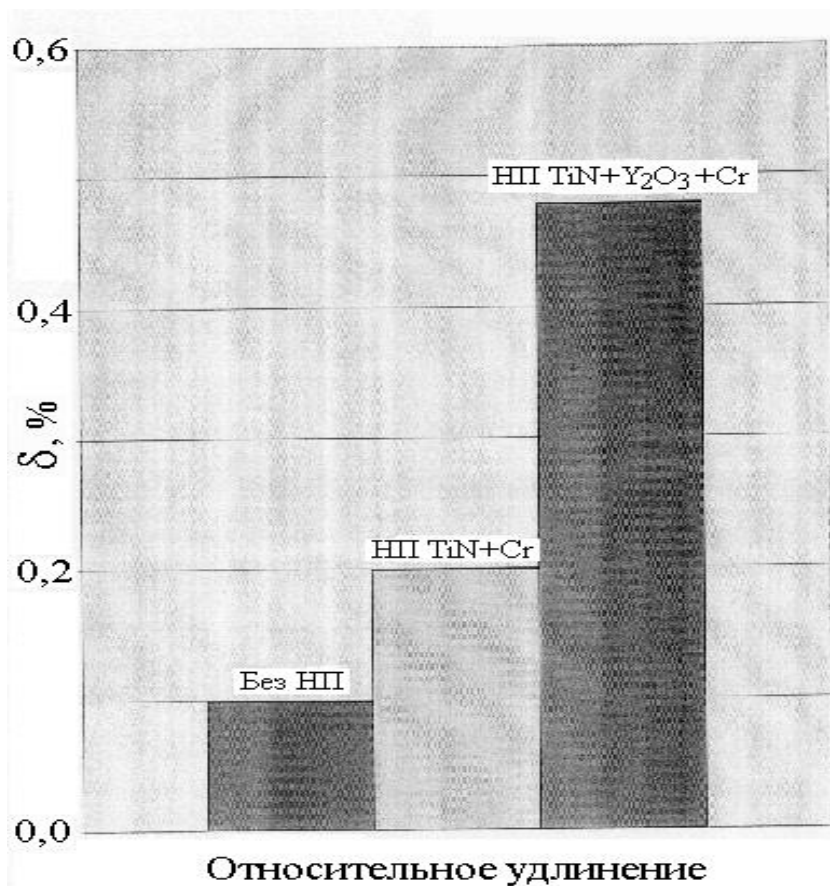
**Измельчаются в 2 – 4 раза структурные составляющие шва.**

**Меняется морфология кристаллического зерна: вместо игольчато-дендритной формируется дисперсная равноосная структура.**

**Выравниваются механические характеристики, сокращается размер шва и зона термического влияния, соответственно улучшаются прочностные и пластические**



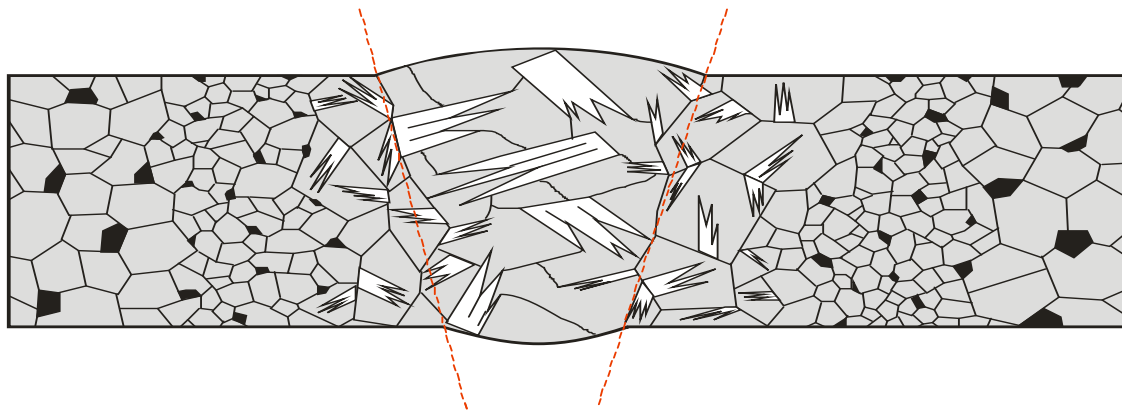
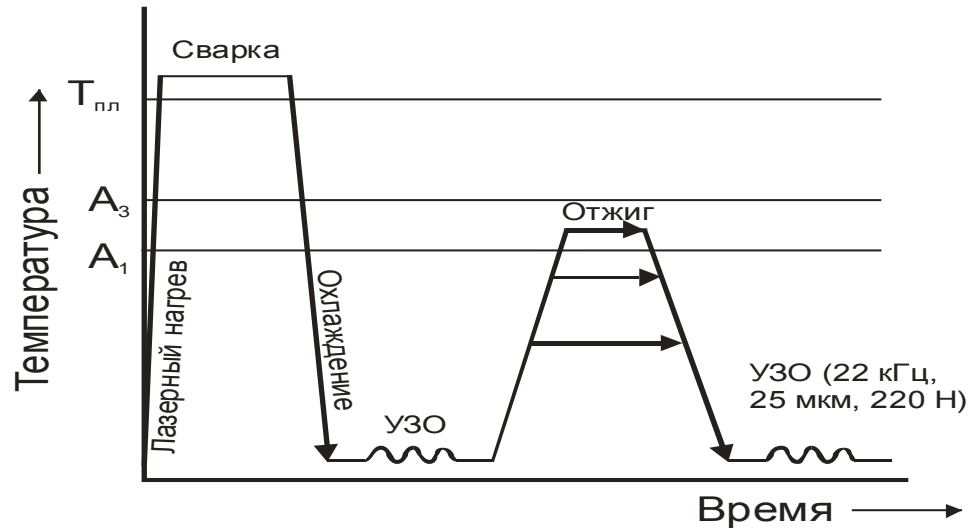
## Механические характеристики сварного соединения сплава ВТ 20: Без добавок НПИ и с добавками НПИ тугоплавких соединений



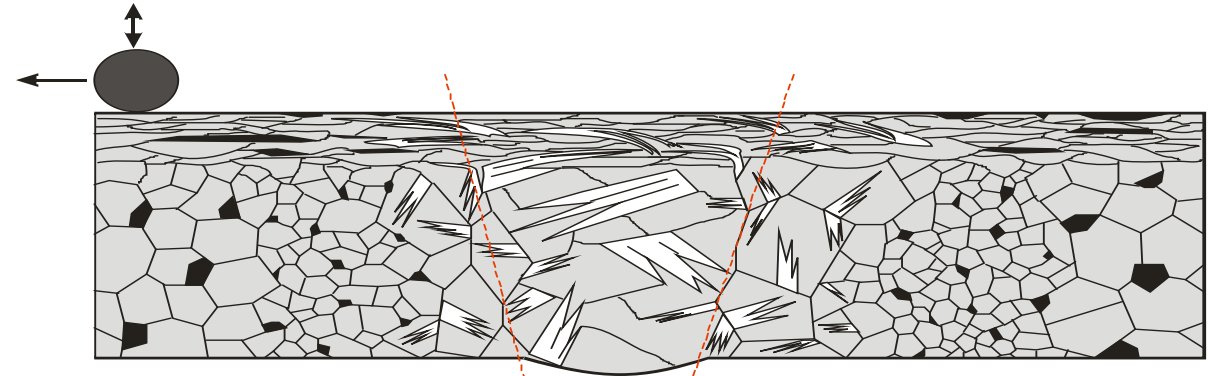
Данные представлены НИУ «ОКБ лазерной техники» ИТПМ СО РАН



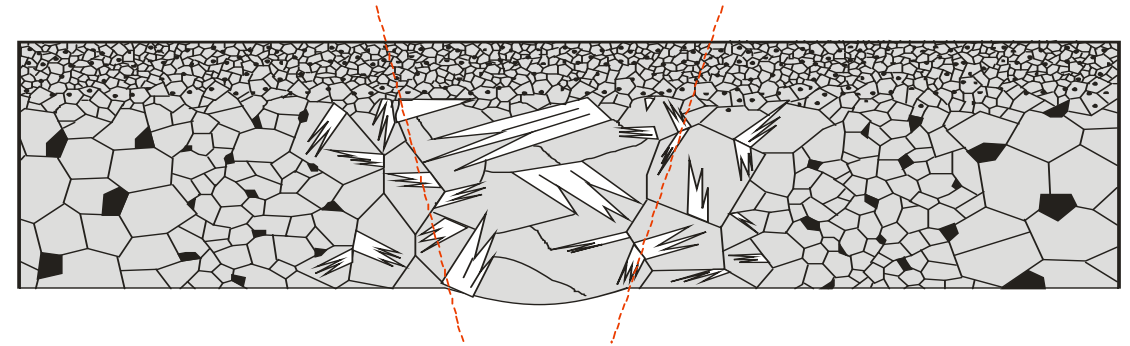
## Структура лазерного сварного шва



Лазерная сварка



Ультразвуковое воздействие



Ультразвуковое воздействие  
Термоупрочнение

Данные представлены НИУ «ОКБ лазерной техники» ИТПМ СО РАН

# ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ

## Лазерно-дуговая сварка

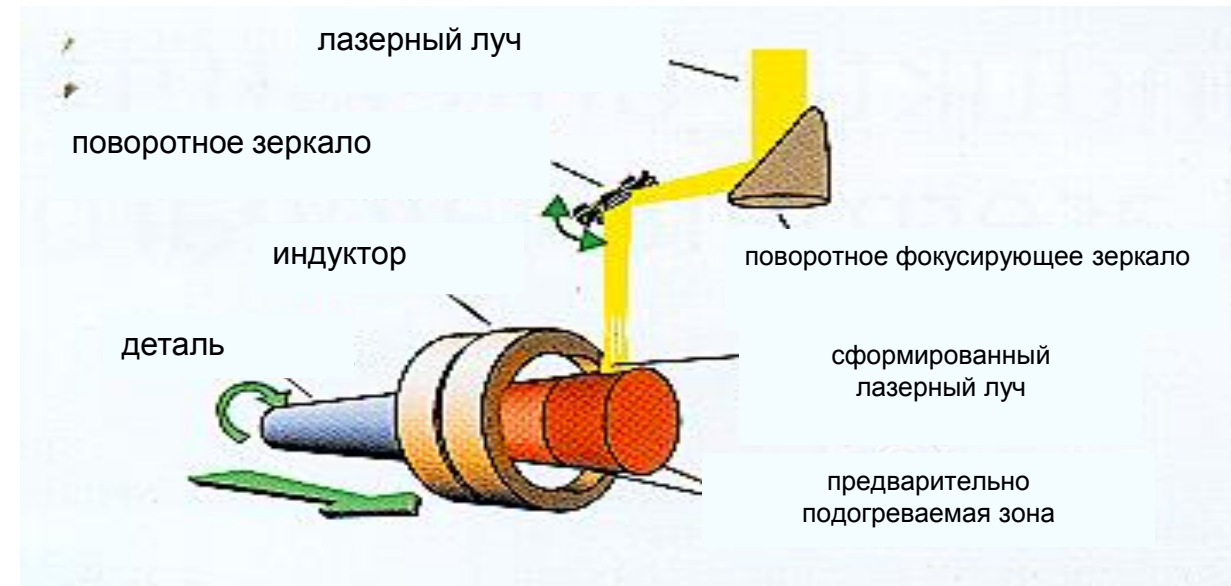
При лазерно-дуговой сварке формирование сварочной ванны происходит при одновременном воздействии лазерного излучения и сварочной дуги.

## Лазерно-индукционная сварка

Гибридная лазерно-индукционная сварка – это такой способ сварки, при котором формирование сварной ванны происходит при одновременном действии лазерного излучения и токов высокой частоты (ТВЧ-нагрев).



Приводные валы, изготовленные с помощью лазерно-индукционной сварки.



Функциональная схема технической реализации лазерно-индукционной сварки.

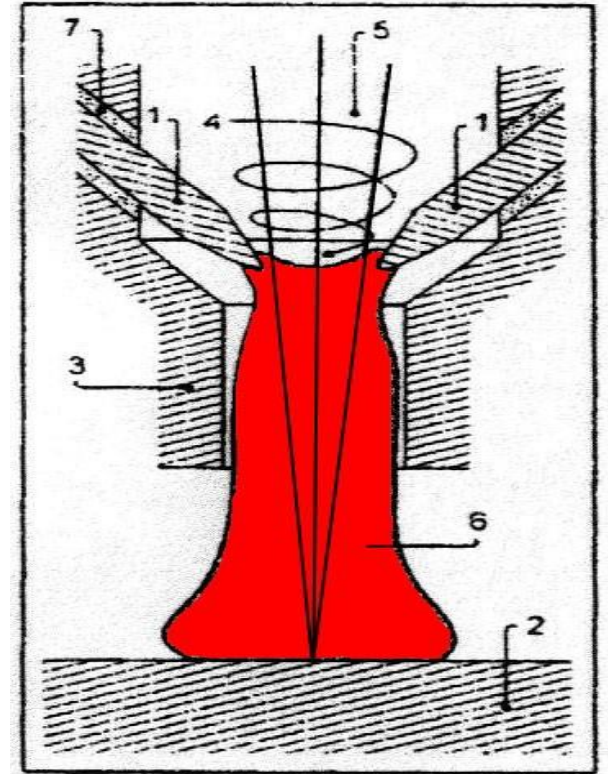


## Лазерно-плазменная сварка

При лазерно-плазменной сварке формирование сварочной ванны происходит при одновременном действии луча лазера и плазменной струи (рис. 10).

### Преимущества лазерно-плазменной сварки:

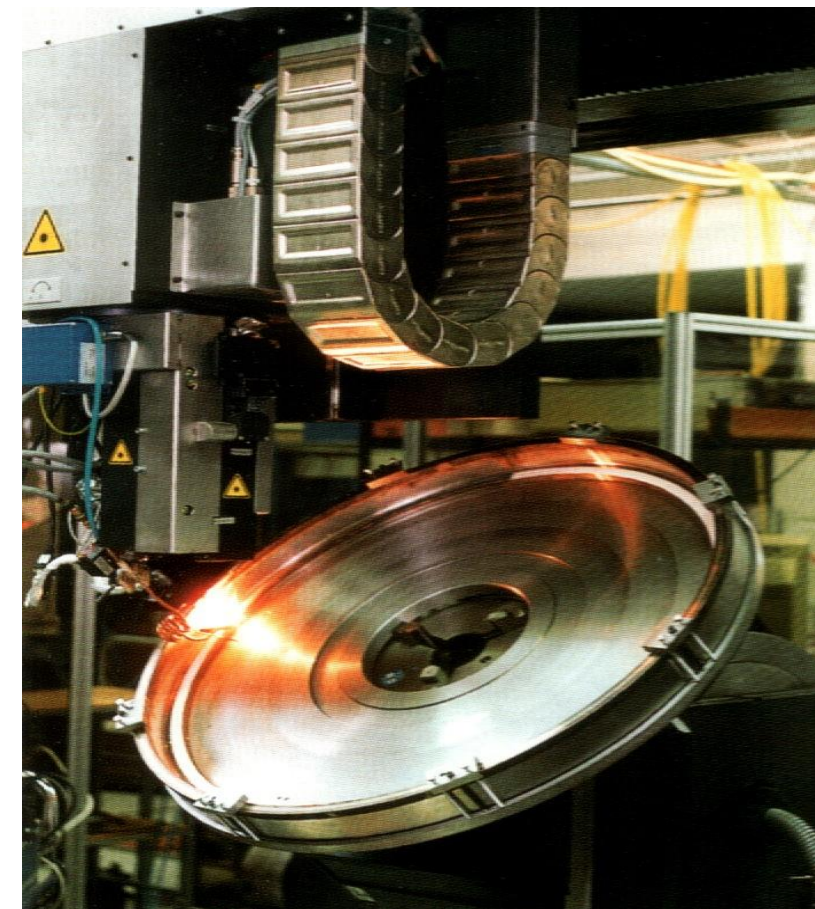
- Улучшение пространственной стабилизации пятна дуги на поверхности металла;
- Повышение устойчивости горения дуги при малых токах и больших скоростях перемещения;
- Нагрев металла плазмой приводит к увеличению коэффициента поглощения лазерного излучения и эффективность лазерной сварки возрастает, что особенно важно при использовании лазеров небольшой мощности;
- При лазерно-плазменной сварке алюминиевых сплавов происходит очистка поверхности от окисной пленки  $Al_2O_3$ ;
- Повышение эффективности;
- Снижение себестоимости.



Схемы интегрированных плазмотронов прямого действия:  
1 – катод; 2 – анод; 3 – плазмоформирующее сопло;  
4 – плазмообразующий газ;  
5 – лазерный пучок;  
6 – плазма; 7 – изолятор

# ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ

АЛТК для сварки трубных панелей. Мощность лазера – 1,5 кВт.



Данные представлены НИУ «ОКБ лазерной техники» ИТПМ СО РАН

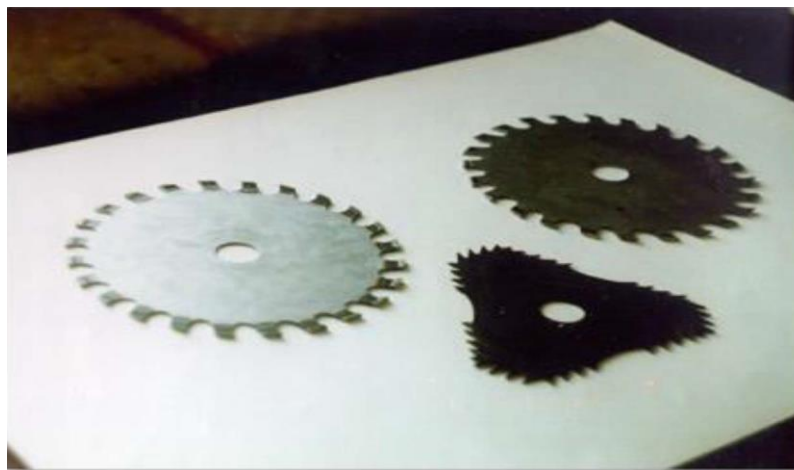


# ЗАКАЛКА И ЛАЗЕРНО-ПОРОШКОВАЯ НАПЛАВКА

**Лазерная закалка.** Технология лазерной закалки применяется преимущественно для упрочнения поверхности деталей и получения самозатачивающегося инструмента.

**Лазерно-порошковая наплавка.** Технология лазерной наплавки применяется для изготовления режущего инструмента с режущими поверхностями высокой твердости.

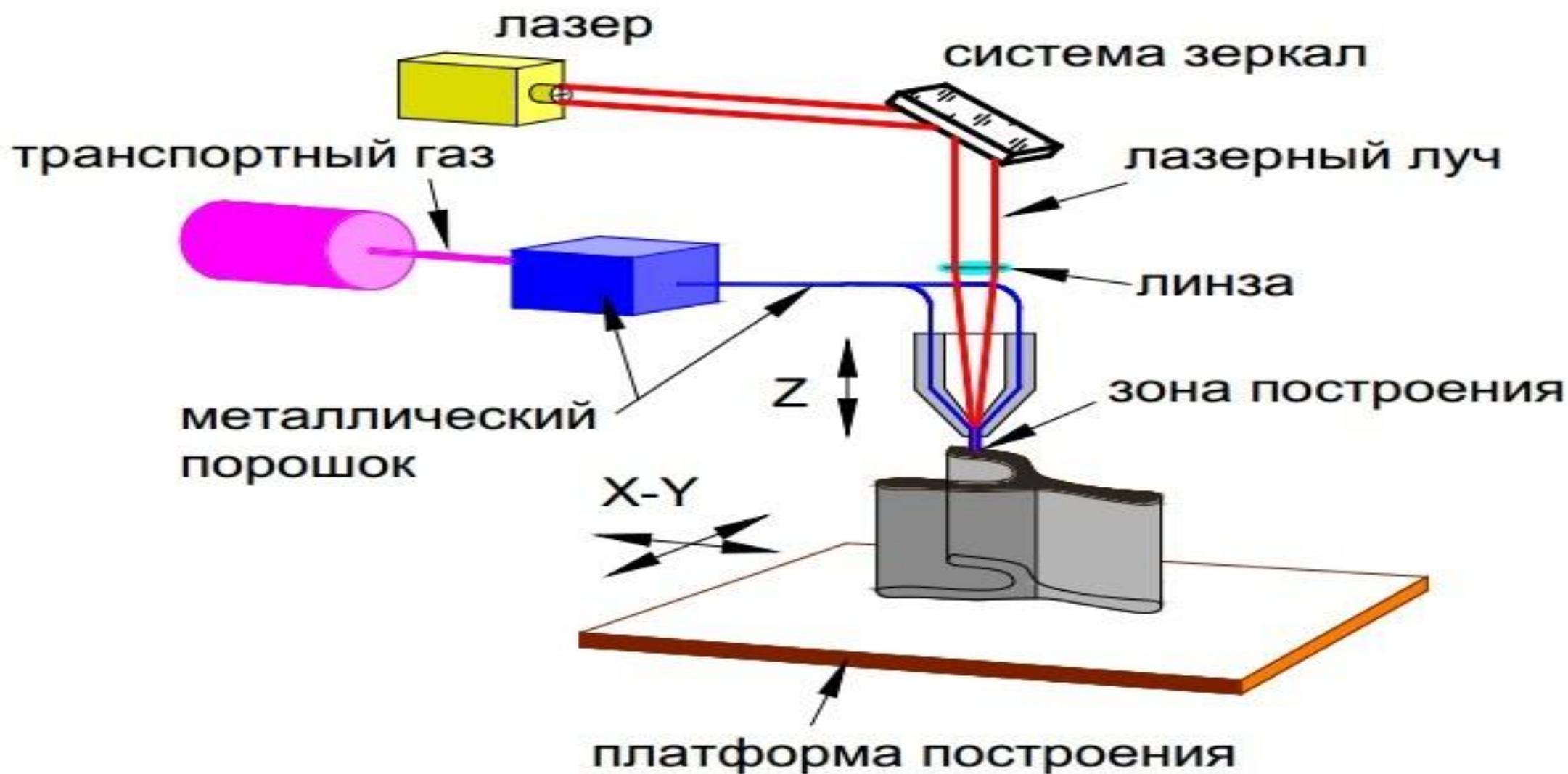
Лазерная закалка применяется также в комплексе с механической обработкой после восстановления изношенных поверхностей валков прокатных станов методом лазерно-порошковой наплавки.



Изменение микротвердости структурных составляющих по сечению зоны лазерного воздействия

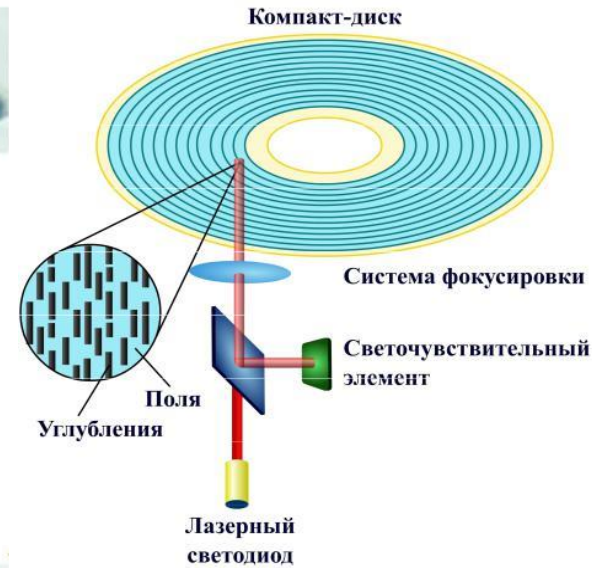
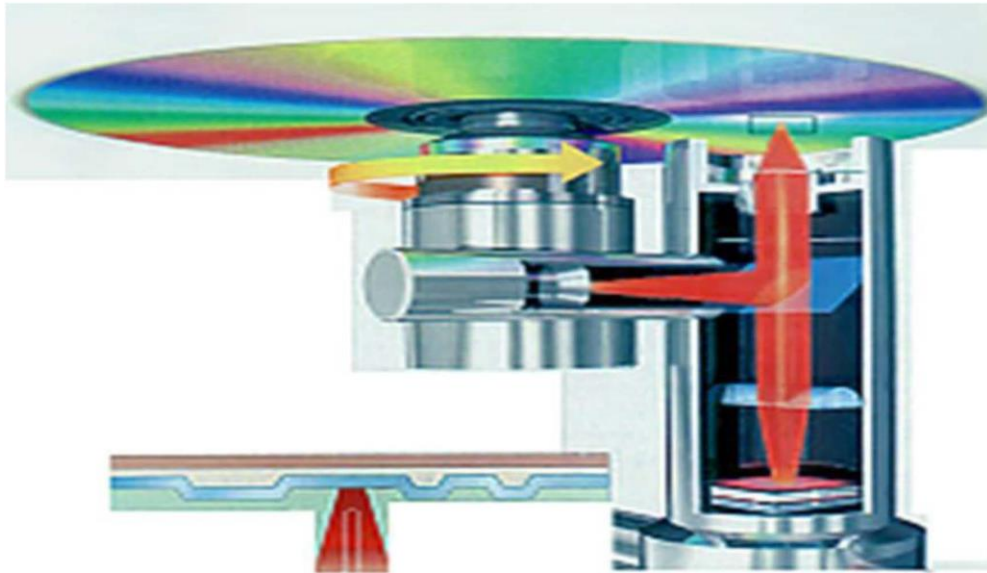


# АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. ЛАЗЕРНАЯ НАПЛАВКА

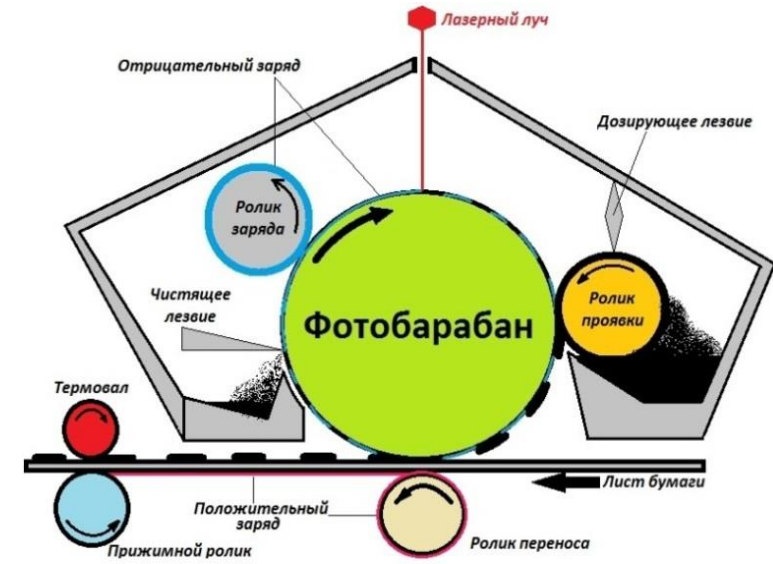


# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАЗЕРОВ В БЫТУ

## Схема записи CD диска



## Схема лазерного принтера



## Устройство лазерного сканера штрих-кода



## Изготовление ювелирных изделий

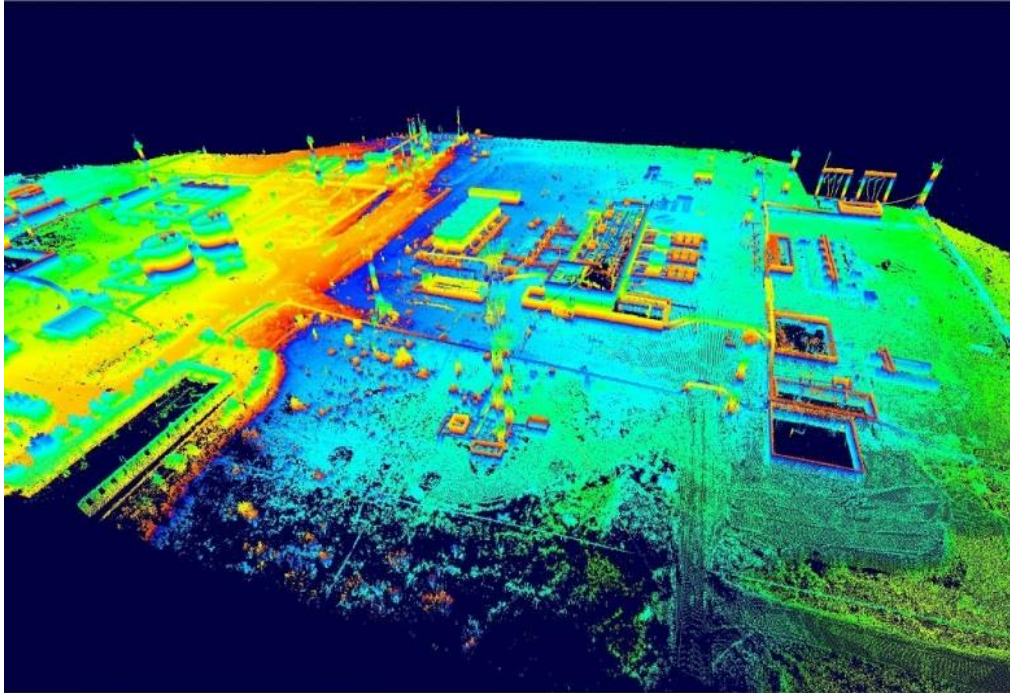




# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАЗЕРОВ В МЕДИЦИНЕ







Лазерное сканирование



Лазерные светильники

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАЗЕРОВ В ВОЕННОЙ СФЕРЕ

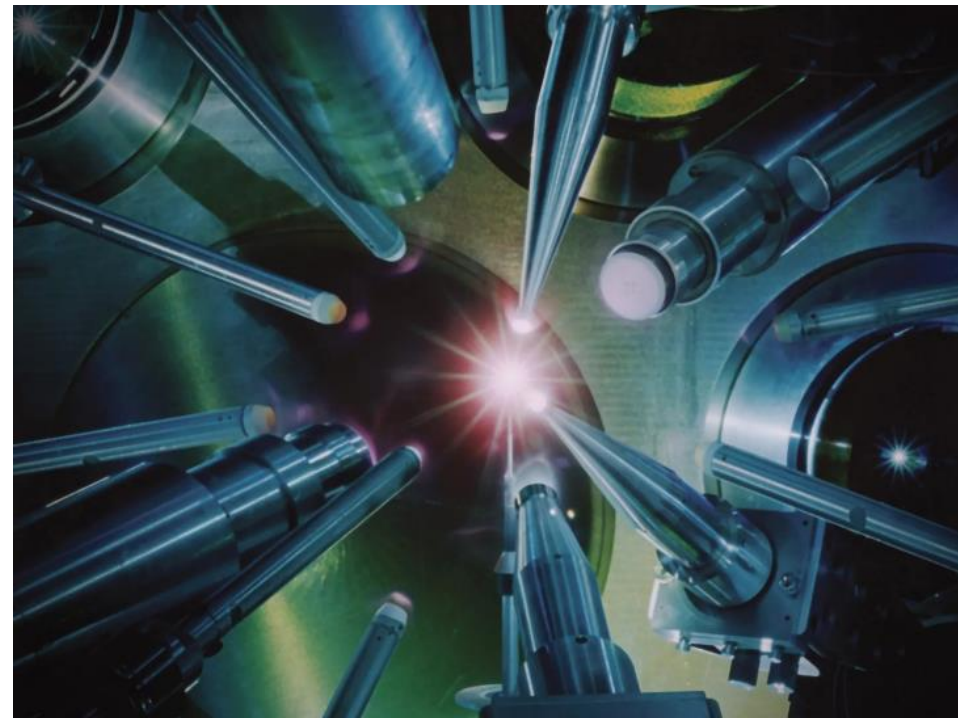
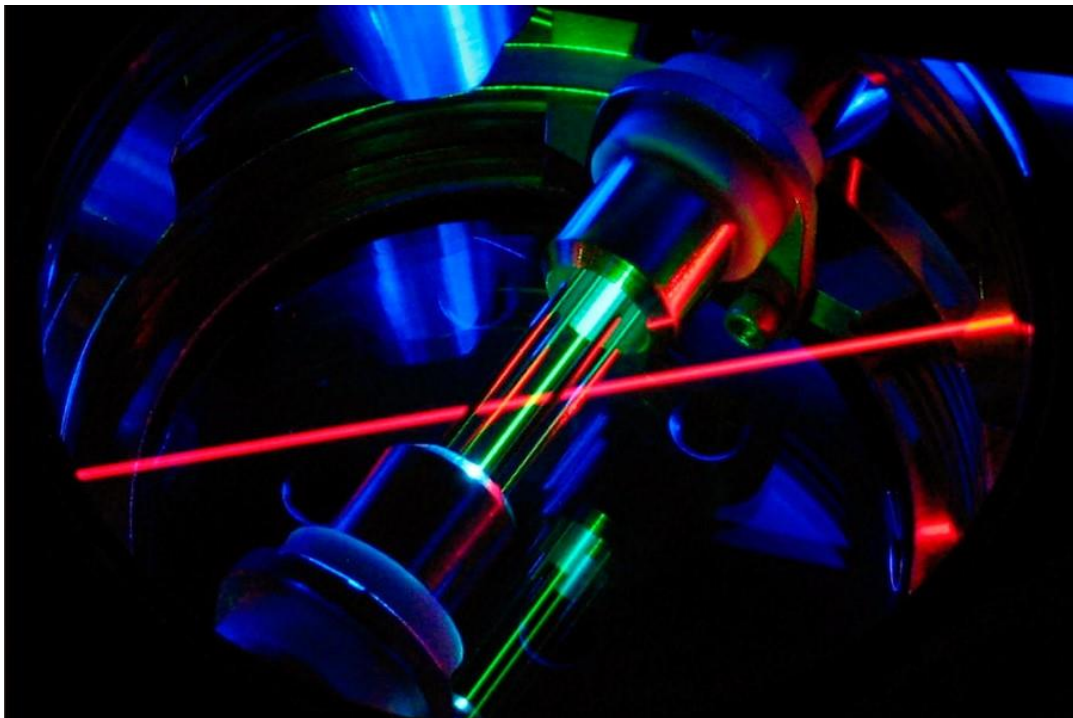
---





# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАЗЕРОВ В НАУКЕ

---

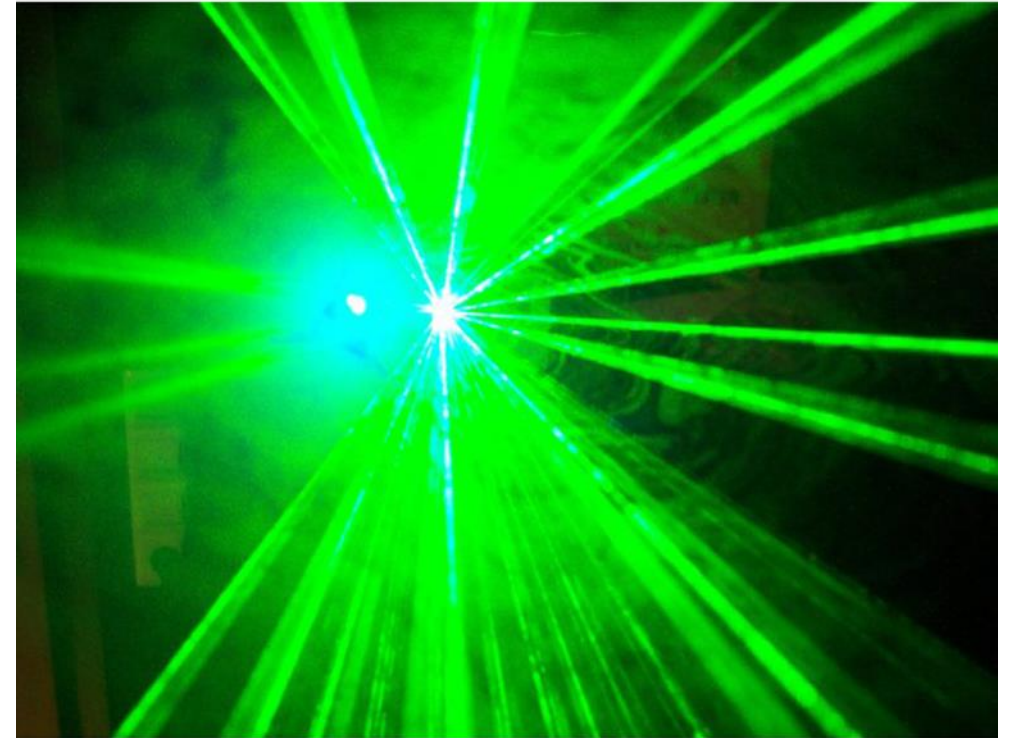




# ИТОГИ И ВЫВОДЫ

---

Сегодня лазеры занимают большое место в технике и технологических процессах. Они совершенствуются с появлением новых материалов и схем. Расширяется область применения в различных сферах деятельности человека. Повышается эффективность преобразования энергии накачки в энергию излучения. Вместе с развитием компьютерных технологий прототипирования и использованием новых материалов нас ожидает много удивительных на сегодняшний день открытий применения лазера.

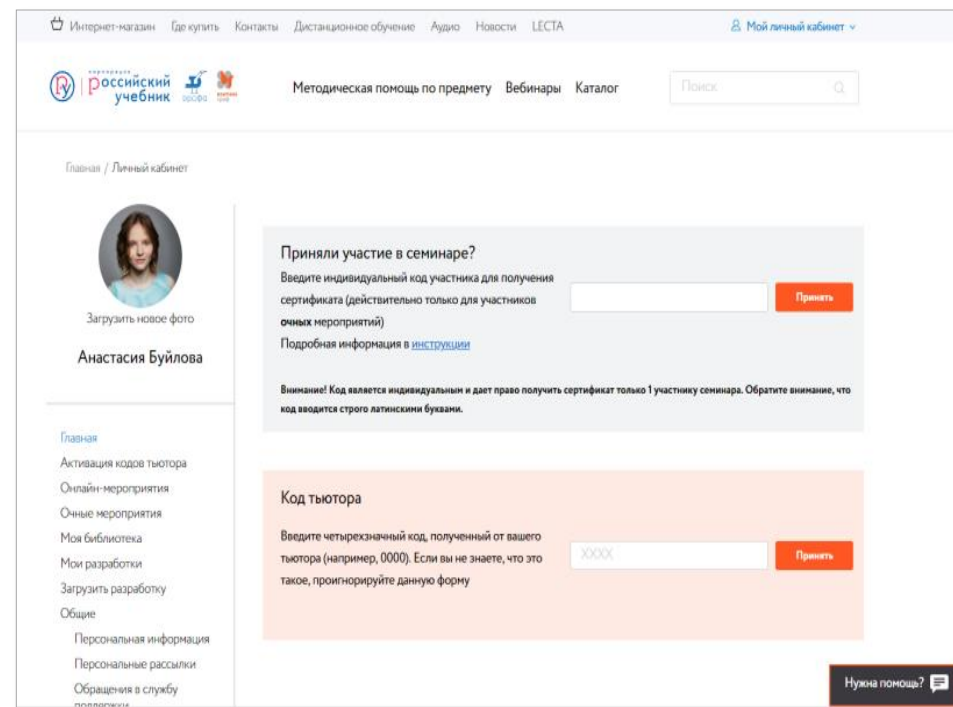


# НАША ПОДДЕРЖКА



# РЕГИСТРИРУЙТЕСЬ НА САЙТЕ ROSUCHEVNIK.RU И ПОЛЬЗУЙТЕСЬ ПРЕИМУЩЕСТВАМИ ЛИЧНОГО КАБИНЕТА

- Регистрируйтесь на очные и онлайн-мероприятия
- Получайте сертификаты за участие в вебинарах и конференциях
- Пользуйтесь цифровой образовательной платформой LECTA
- Учитесь на курсах повышения квалификации
- Скачивайте рабочие программы, сценарии уроков и внеклассных мероприятий, готовые презентации и многое другое
- Создавайте собственные подборки интересных материалов
- Участвуйте в конкурсах, акциях и спецпроектах
- Становитесь членом экспертного сообщества
- Сохраняйте архив обращений в службу техподдержки
- Управляйте новостными рассылками







Методическая помощь по предмету Вебинары Каталог

- Дошкольное образование
- Начальное образование
- Алгебра
- Английский язык
- Астрономия
- Биология
- Всеобщая история
- География
- Геометрия
- Естествознание
- ИЗО
- Информатика
- Искусство
- История России
- Итальянский язык
- Китайский язык
- Литература
- Литературное чтение
- Математика
- Музыка
- Немецкий язык
- ОБЖ
- Обществознание
- Окружающий мир
- ОРКСЭ, ОДНК
- Право
- Русский язык
- Технология**
- Физика
- Физическая культура
- Французский язык
- Химия
- Черчение
- Экология
- Экономика
- Финансовая грамотность
- Психология и педагогика
- Внеурочная деятельность

### Актуальные мероприятия

ВСЕ ВЕБИНАРЫ КОНКУРСЫ И АКЦИИ КУРСЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

7 дней до окончания — КОНКУРСЫ И АКЦИИ

**УРОКИ ДОБРА**

1 день до начала — ВЕБИНАРЫ

1 день до начала — ВЕБИНАРЫ

Нужна помощь?

# САЙТ КОРПОРАЦИИ «РОССИЙСКИЙ УЧЕБНИК» МЕТОДИЧЕСКАЯ ПОМОЩЬ ПО ПРЕДМЕТУ

[rosuchebnik.ru](http://rosuchebnik.ru)

Интернет-магазин Где купить Контакты Дистанционное обучение Аудио Новости LECTA Мой личный кабинет

корпорация российский учебник дрофа вентана граф

Методическая помощь по предмету Вебинары Каталог Поиск

### Методическая помощь

Выберите тип методической помощи

Вебинары	Внеурочная деятельность (конкурсные работы)	Из опыта педагогов
Конкурсы и акции	Конференции, форумы и фестивали	Курсы повышения квалификации
Методические пособия	Методический семинар	Наглядные и раздаточные материалы
Познавательные игры	Презентации к урокам	Рабочие программы
Рабочие программы, разработанные педагогами	Разработки уроков (конспекты уроков)	Статьи

Проекты

Выберите тип методической помощи, чтобы посмотреть материалы и мероприятия по предмету или уточните УМК.

Закрыть

# ЛЕСТА – УНИКАЛЬНАЯ ИНТЕРАКТИВНАЯ ЦИФРОВАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА



Адрес сайта: <https://lecta.rosuchebnik.ru>



ОБЛЕГЧАЕТ РАБОТУ УЧИТЕЛЯ



ПОМОГАЕТ ЛУЧШЕ УЧИТЬ И УЧИТЬСЯ



ОБЕСПЕЧИВАЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
СОВРЕМЕННЫХ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

## СЕРВИСЫ

«КЛАССНАЯ РАБОТА»

«КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА»





## Курсы повышения квалификации



Дистанционная школа - Internet Explorer  
https://rosuchebnik.ru/metodicheskaja-pomosch/distantsionnaya-shkola-uchiteley/

О КУРСАХ РАСПИСАНИЕ КОНТАКТЫ ВОПРОСЫ И ОТВЕТЫ

### План проведения дистанционных занятий

ДОШКОЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ	НАЧАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ	АЛГЕБРА	АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК	АСТРОНОМИЯ	БИОЛОГИЯ
ВСЕОБЩАЯ ИСТОРИЯ	ГЕОГРАФИЯ	ИСТОРИЯ РОССИИ	ЛИТЕРАТУРА	ЛИТЕРАТУРНОЕ ЧТЕНИЕ	МАТЕМАТИКА
МУЗЫКА	ОБЩЕСТВОЗНАНИЕ	ОКРУЖАЮЩИЙ МИР	РУССКИЙ ЯЗЫК	<b>ТЕХНОЛОГИЯ</b>	ФИЗИКА
ФИНАНСОВАЯ ГРАМОТНОСТЬ	ФРАНЦУЗСКИЙ ЯЗЫК	ХИМИЯ	ШАХМАТЫ	СМОТРЕТЬ ВСЕ КУРСЫ	

**Проектирование современного урока технологии в условиях реализации ФГОС ООО**  
Шаншина Наталья Александровна  
Начальник отдела воспитательной работы ГБУ ДПО образования Ростовской области "Ростовский ИПК и ППРО"

Для кого: учителя технологии  
Документ: удостоверение установленного образца  
Кол-во часов - 72

12 Ноября - 30 Ноября 2018  
3 Декабря - 21 Декабря 2018  
Стоимость - 750 руб.  
[Записаться на курс](#)

**Проектирование образовательной деятельности в образовательной организации в условиях реализации ФГОС**

Для кого:

12 Ноября - 30 Ноября 2018  
3 Декабря - 21 Декабря 2018

Нужна помощь?

RU 16:19

Активируйте промо-коды на сайте [lecta.rosuchebnik.ru](http://lecta.rosuchebnik.ru) и получите **БЕСПЛАТНЫЙ** доступ к электронным учебникам и уникальным сервисам на сайте LECTA:

промо-код **5books**



5 учебников



2 месяца



бесплатно

промо-код **УМК2019**



10 учебников



1 месяц



бесплатно



Сервисы «Классная работа»,  
«Контрольная работа»



2019



## НАДЕЖНАЯ ОСНОВА ЦИФРОВОЙ ШКОЛЫ: ПРОСТЫЕ РЕШЕНИЯ СЛОЖНЫХ ЗАДАЧ

**КНИГАВЫДАЧА** – возможность обеспечить школу учебниками, экономить время и средства.

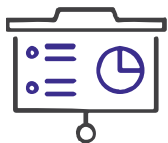
**1**  
учебник

**500**  
дней

**ЛЮБЫЕ**  
устройства  
пользователя

**75**  
рублей

В библиотеке платформы LECTA **более 500 учебников и учебных пособий в электронной форме (ЭФУ)** и аудиоприложений по всей школьной программе.



Классная  
работа



Контрольная  
работа



Курсы повышения  
квалификации



ВПР-тренажер



Атлас+





[rosuchebnik.ru](http://rosuchebnik.ru), [росучебник.рф](http://rosuchebnik.ru)

Москва, Пресненская наб., д. 6, строение 2  
+7 (495) 795 05 35, 795 05 45, [info@rosuchebnik.ru](mailto:info@rosuchebnik.ru)

## Нужна методическая поддержка?

Методический центр  
8-800-2000-550 (звонок бесплатный)  
[metod@rosuchebnik.ru](mailto:metod@rosuchebnik.ru)

## Хотите купить?



Официальный интернет-магазин  
учебной литературы [book24.ru](http://book24.ru)



ЛЕСТА

Цифровая среда школы  
[lecta.rosuchebnik.ru](http://lecta.rosuchebnik.ru)



Отдел продаж  
[sales@rosuchebnik.ru](mailto:sales@rosuchebnik.ru)

## Хотите продолжить общение?



[youtube.com/user/drofapublishing](https://youtube.com/user/drofapublishing)



[fb.com/rosuchebnik](https://fb.com/rosuchebnik)



[vk.com/ros.uchebnik](https://vk.com/ros.uchebnik)



[ok.ru/rosuchebnik](https://ok.ru/rosuchebnik)



***Благодарим за внимание!***

**Крашенинников Валерий Васильевич,**  
к.т.н., профессор кафедры машиноведения факультета технологии и  
предпринимательства ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный  
педагогический университет»

E-mail: [vkrash48@mail.ru](mailto:vkrash48@mail.ru)  
тел. раб.: 8 (383) 244-16-43