



Открытое акционерное общество  
«Центральное конструкторское бюро автоматики»  
[www.ckba.net](http://www.ckba.net)

## Серия докладов

*“Фотоника как закономерный итог развития  
мировой науки, техники и промышленности”*

### Доклад №1

*“Изобретение лазера -  
ключевое событие в истории создания фотоники”*

**Вольхин Ю.Н., ведущий инженер ОАО “ЦКБА”**

**ЦКБА, 2014 г.**

# *[www.radiophotonics.ru](http://www.radiophotonics.ru)*

*Этот сайт должен стать:*

- коллективным популяризатором и аккумулятором знаний по фотонике и радиофотонике*
- постоянно - действующей площадкой для общения специалистов в области фотоники и радиофотоники*
- информационным стендом , на котором будут отражаться новости из мира фотоники и радиофотоники и пр., пр., пр.*

# Ландау Л.Д., Лившиц Е.М. Теоретическая физика в 10 т.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА I  Л.Д. ЛАНДАУ Е.М. ЛИВШИЦ	ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА II  Л.Д. ЛАНДАУ Е.М. ЛИВШИЦ	ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА III  Л.Д. ЛАНДАУ Е.М. ЛИВШИЦ	ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА IV  Л.Д. ЛАНДАУ Е.М. ЛИВШИЦ Л.П. ПИТАЕВСКИЙ	ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА V  Л.Д. ЛАНДАУ Е.М. ЛИВШИЦ
МЕХАНИКА	ТЕОРИЯ ПОЛЯ	КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА НЕРЕЛЯТИВИСТСКАЯ ТЕОРИЯ	КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА	СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА ЧАСТЬ I
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА VI  Л.Д. ЛАНДАУ Е.М. ЛИВШИЦ	ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА VII  Л.Д. ЛАНДАУ Е.М. ЛИВШИЦ	ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА VIII  Л.Д. ЛАНДАУ Е.М. ЛИВШИЦ	ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА IX  Е.М. ЛИВШИЦ Л.П. ПИТАЕВСКИЙ	ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА X  Л.Д. ЛАНДАУ Е.М. ЛИВШИЦ
ГИДРОДИНАМИКА	ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ	ЭЛЕКТРОДИНАМИКА СПЛОШНЫХ СРЕД	СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА ЧАСТЬ II	ФИЗИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА

*Сверхзадача данного сайта:*

*чёткое осознание научно-технической  
общественностью того факта, что мир  
вступил в постэлектронную эру*

*Фотоника - это наука об  
использовании света в различных  
сферах применения, включающая в  
себя:*

- генерацию света,*
- обнаружение света,*
- управление светом.*

*Пьер Эйгрейн, 1967 г.*

*Формулировка академика А.Н. Теренина  
(1967 г.)*

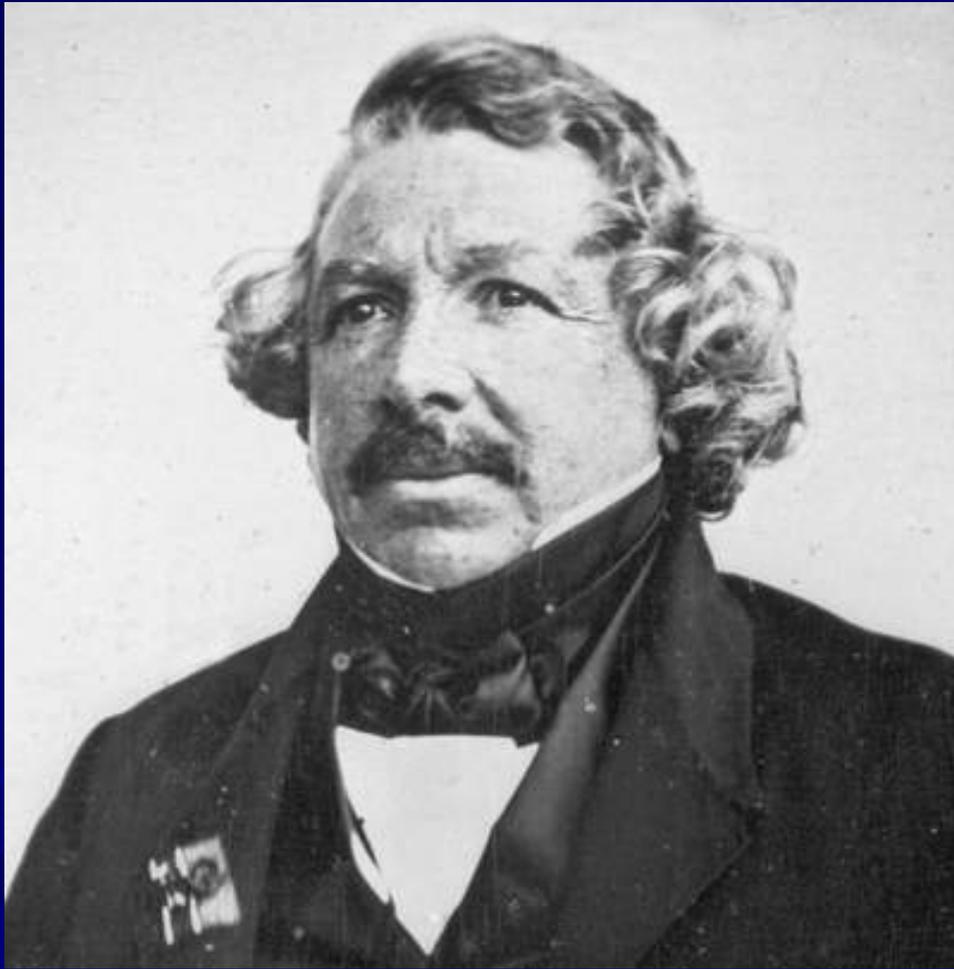


*“Фотника - это  
совокупность  
взаимосвязанных  
фотофизических и  
фотохимических  
процессов*

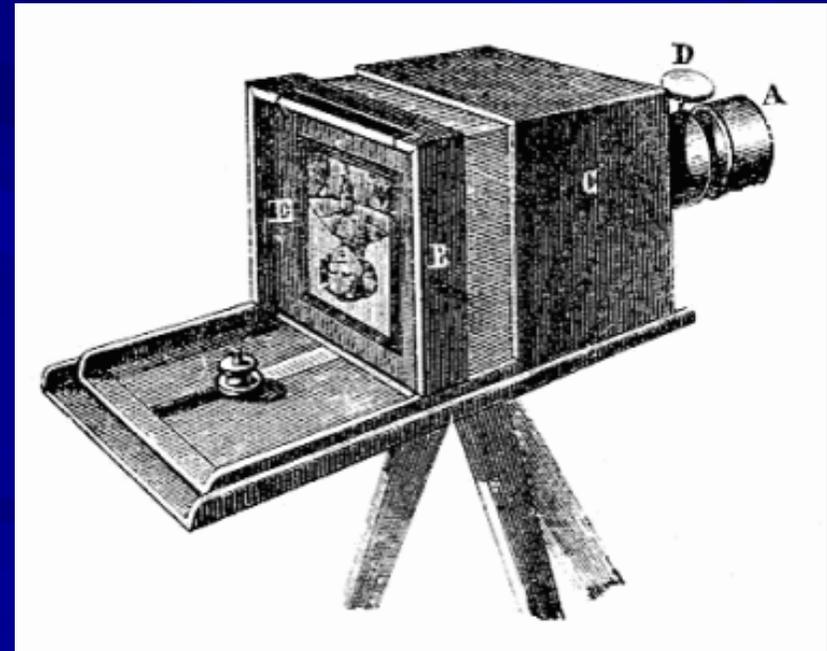
**Формулировка  
9-го Международного конгрессе по  
скоростной фотографии  
(Denver. USA. 1970)**

***Фотоника – это раздел науки,  
изучающий системы,  
в которых носителями информации  
являются фотоны***

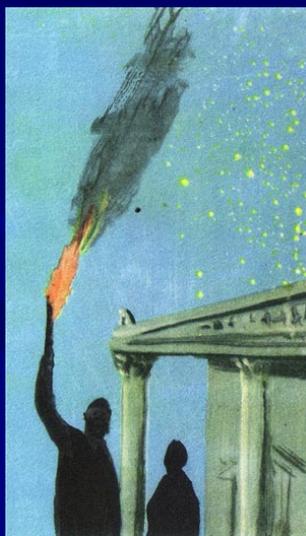
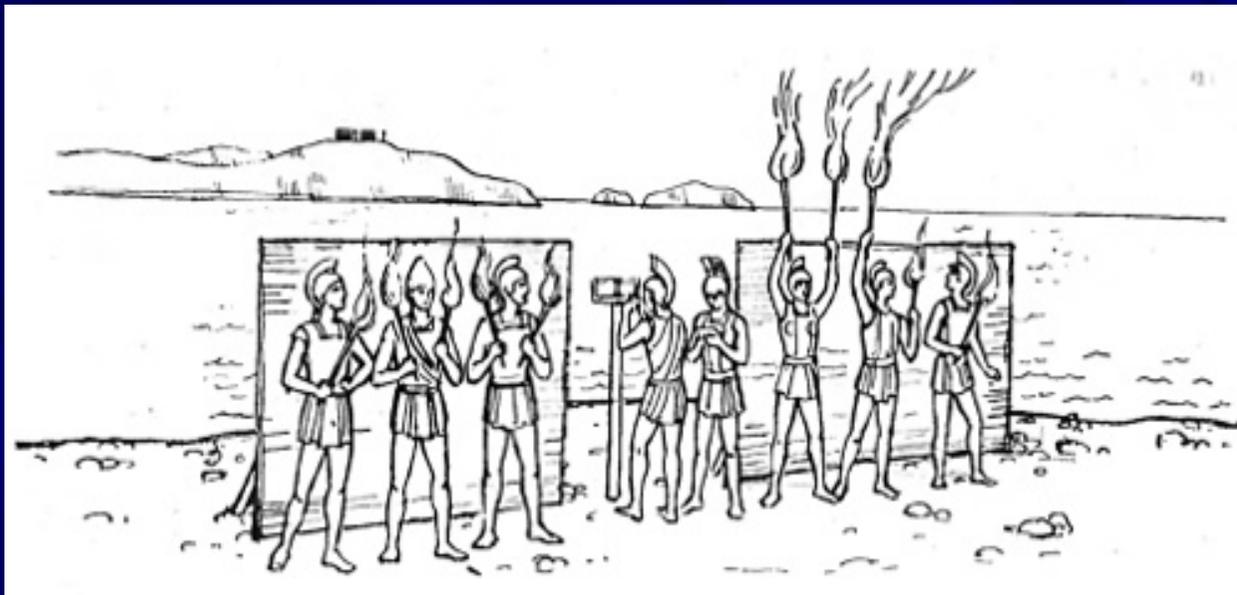
*Луи́ Жак Манде́ Дагэ́р*  
*(Louis Jacques Mandé Daguerre)*



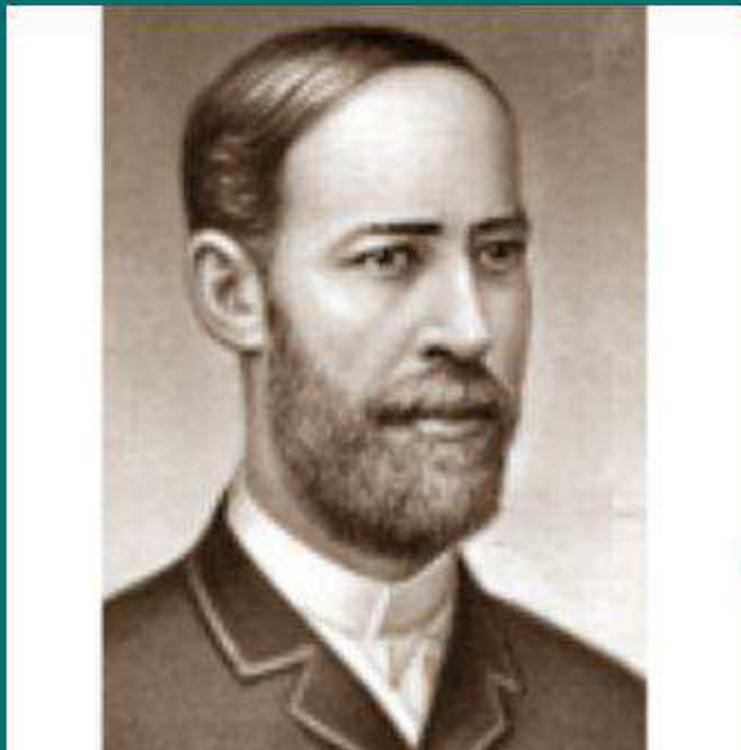
*Изобретение  
фотографии  
1839 г.*



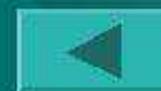
# Передача информации при помощи световых сигналов



1887 год.

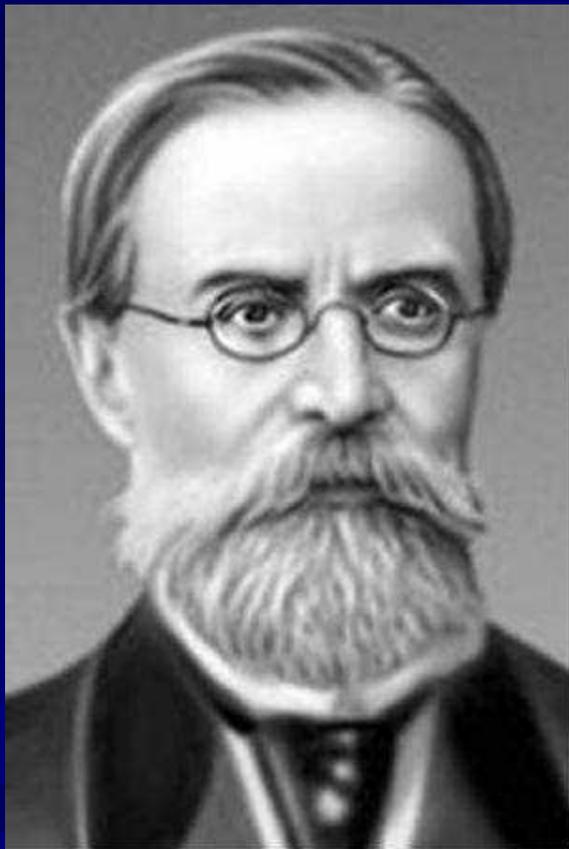


Генрих Герц открыл  
явление  
фотоэффекта

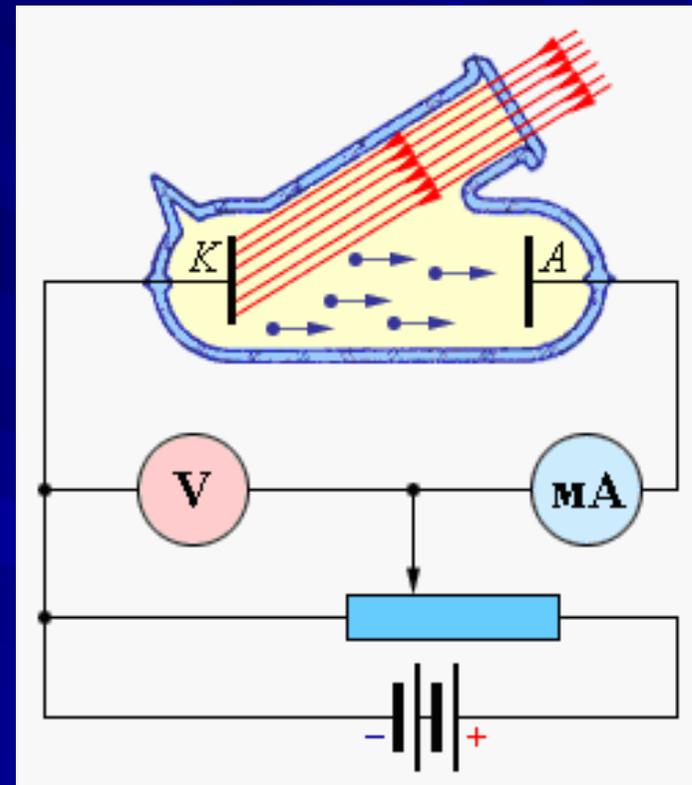


## Создание лазера : хронология событий

*Эпизод первый : 1888 год - проведены первые фундаментальные исследования фотоэффекта*



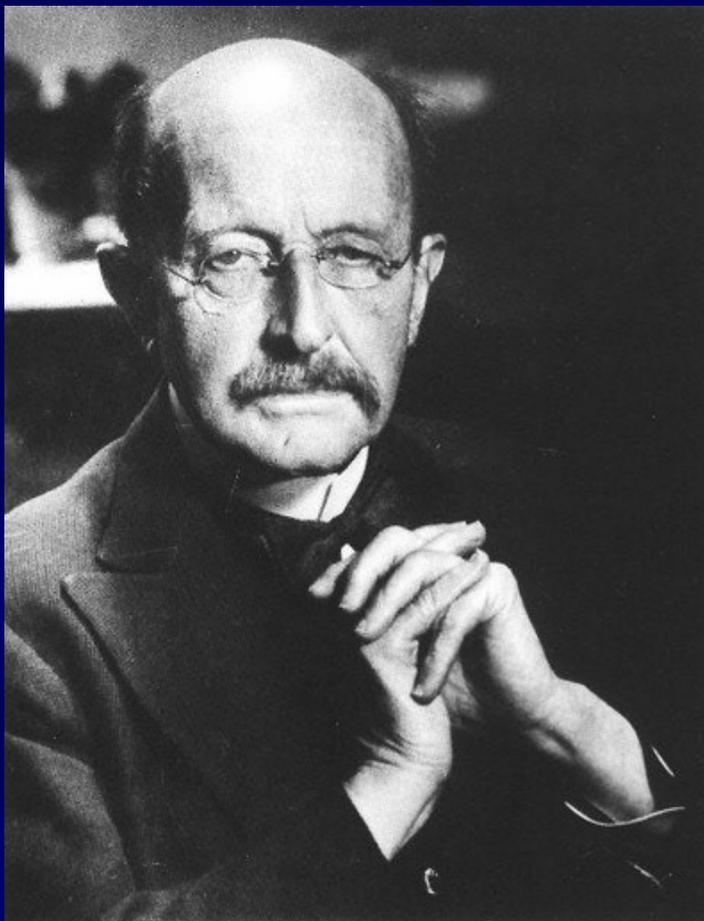
*А. Г. Столетов*



*Проявление фотоэффекта*

## Законы Столетова для фотоэффекта:

1. *Сила фототока прямо пропорциональна плотности светового потока.*
2. *Максимальная кинетическая энергия вырываемых светом электронов линейно возрастает с частотой света и не зависит от его интенсивности.*
3. *Для каждого вещества существует красная граница фотоэффекта, то есть минимальная частота света (или максимальная длина волны  $\lambda_0$ ), при которой ещё возможен фотоэффект, и если  $\lambda > \lambda_0$ , то фотоэффект уже не происходит.*



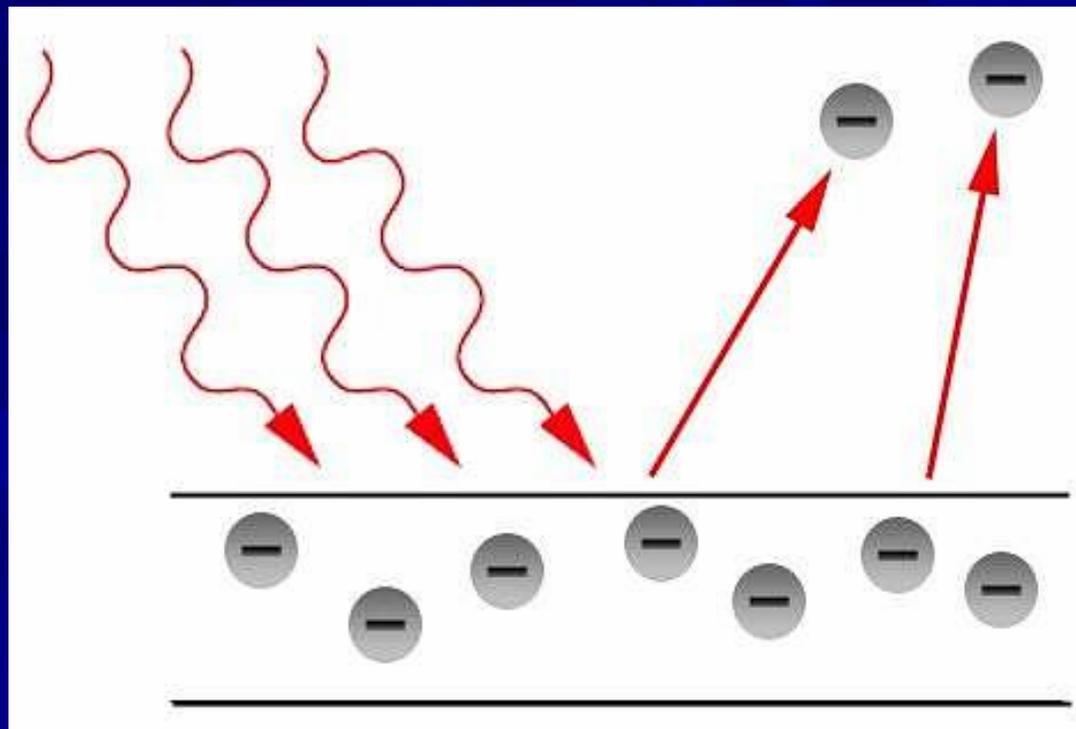
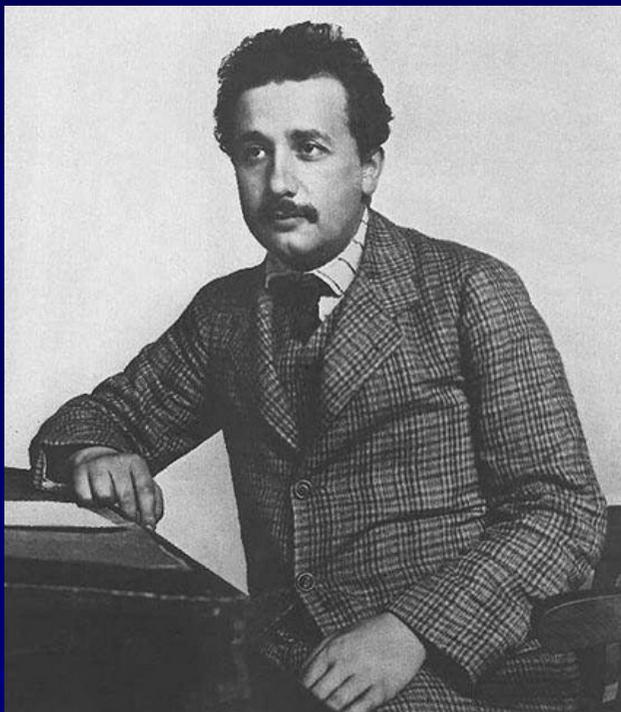
1900 год

- Заложены основы квантовой теории
- Введено понятие “квант”
- Теоретически установлена взаимосвязь энергии кванта и его частоты:  $E = h \times f$

*Макс Планк*

Нобелевская премия по физике 1918 г. «в знак признания его заслуг в деле развития физики благодаря открытию квантов энергии»

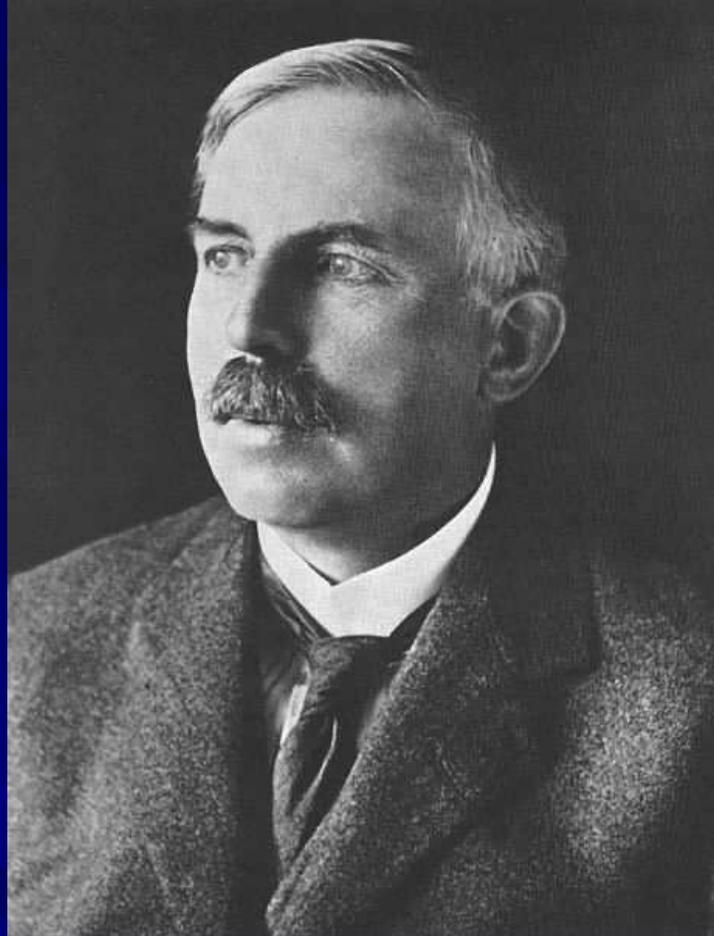
*1905 год - для объяснения фотоэффекта  
вводится понятие фотона - как кванта  
электромагнитного излучения*



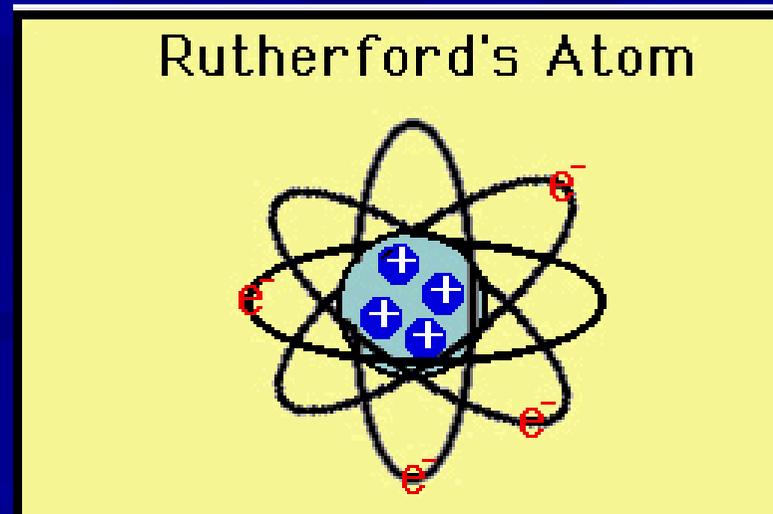
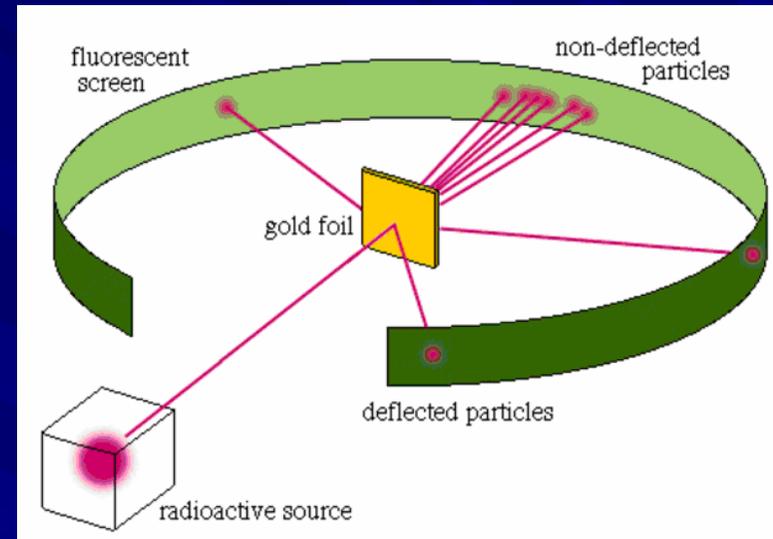
*Альберт Эйнштейн*

Нобелевская премия по физике 1921 г.

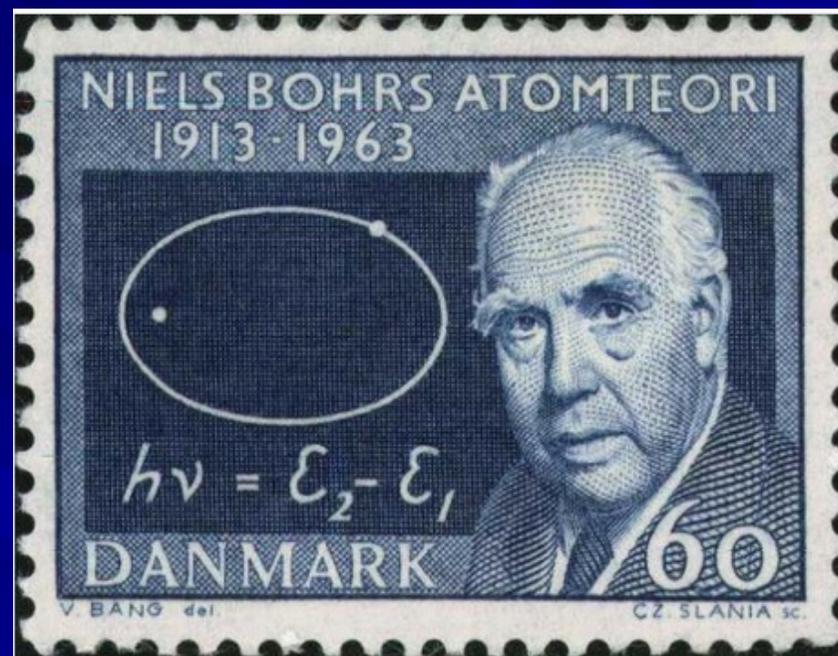
# 1911 год - планетарная модель атома



*Сэр Эрнст Резерфорд*



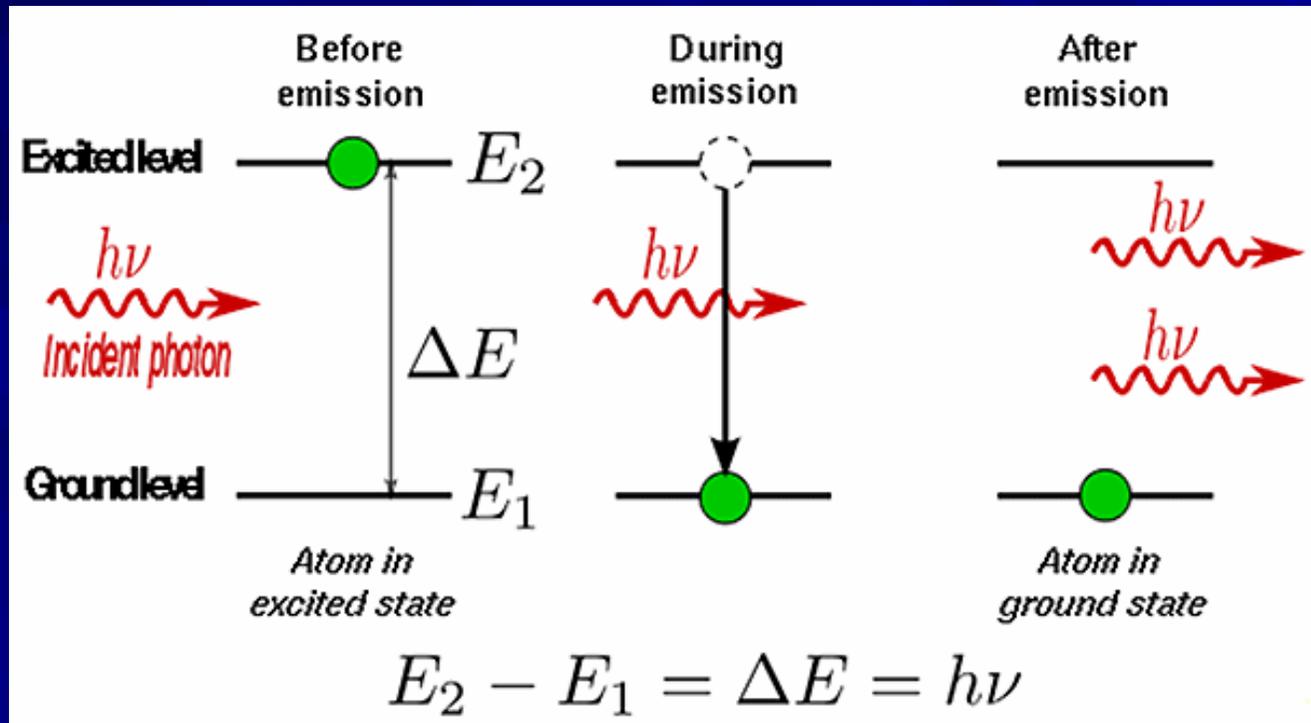
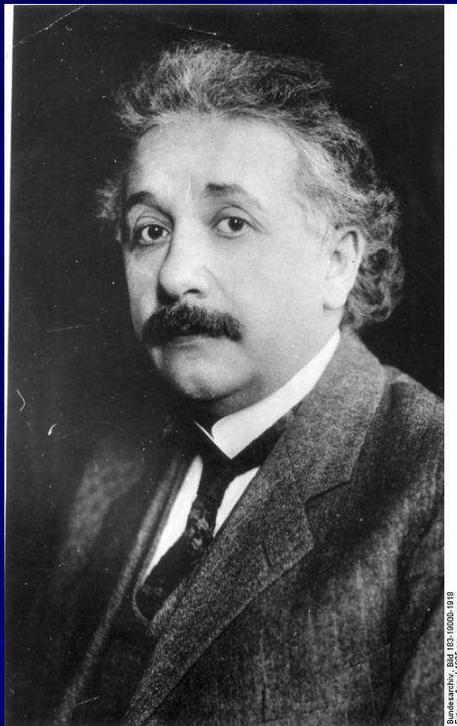
*1913 год - теоретическое обоснование  
планетарной модели Резерфорда с  
использованием квантовой теории Планка*



*Нильс Бор*

Нобелевская премия по физике 1922 г «за заслуги в  
изучении строения атома»

# 1917 год - теоретически предсказана возможность индуцированного излучения



**А. Эйнштейн**

**Индуцированное излучение**

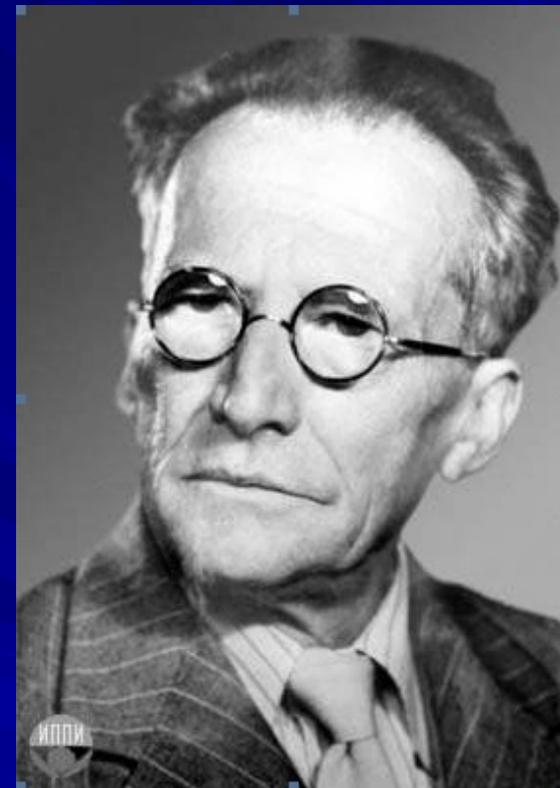
## Нобелевские премии по физике 1932 - 1933



*Вернер  
Гейзенберг*



*Поль  
Дирак*



*Эрвин  
Шредингер*

*Алексей Толстой и его роман*



*1954 год - экспериментальное подтверждение  
возможность индуцированного излучения*

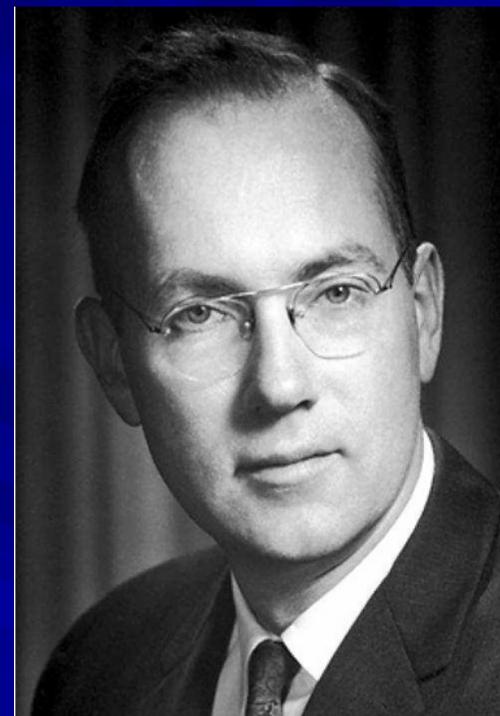
Нобелевская премия по физике 1964 года



*Прохоров  
Александр  
Михайлович*

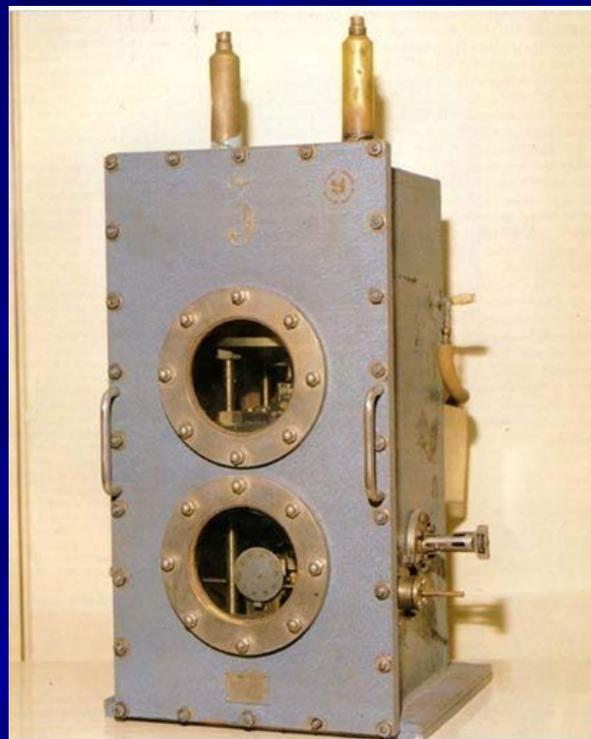
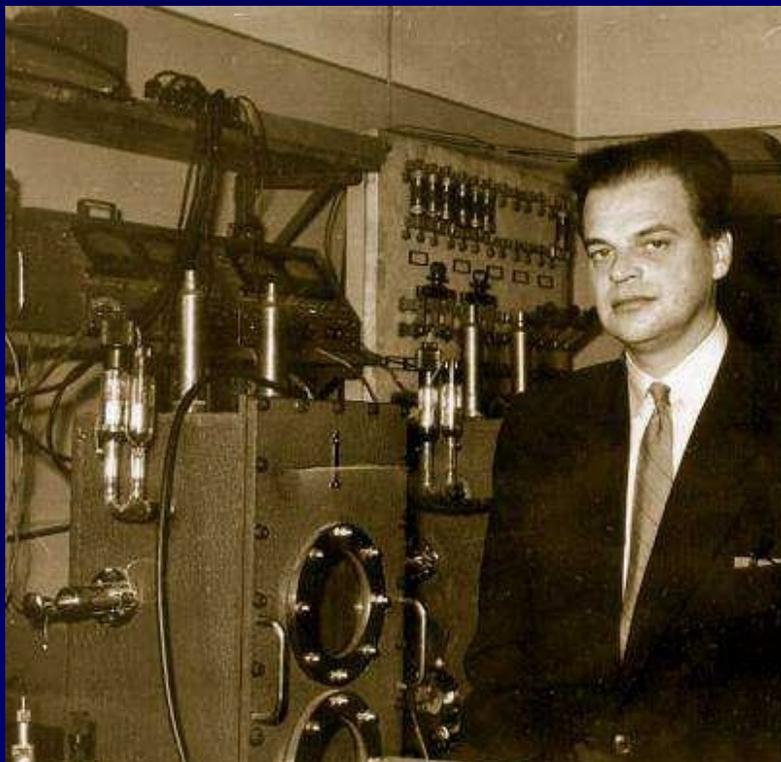


*Басов  
Николай  
Геннадьевич*



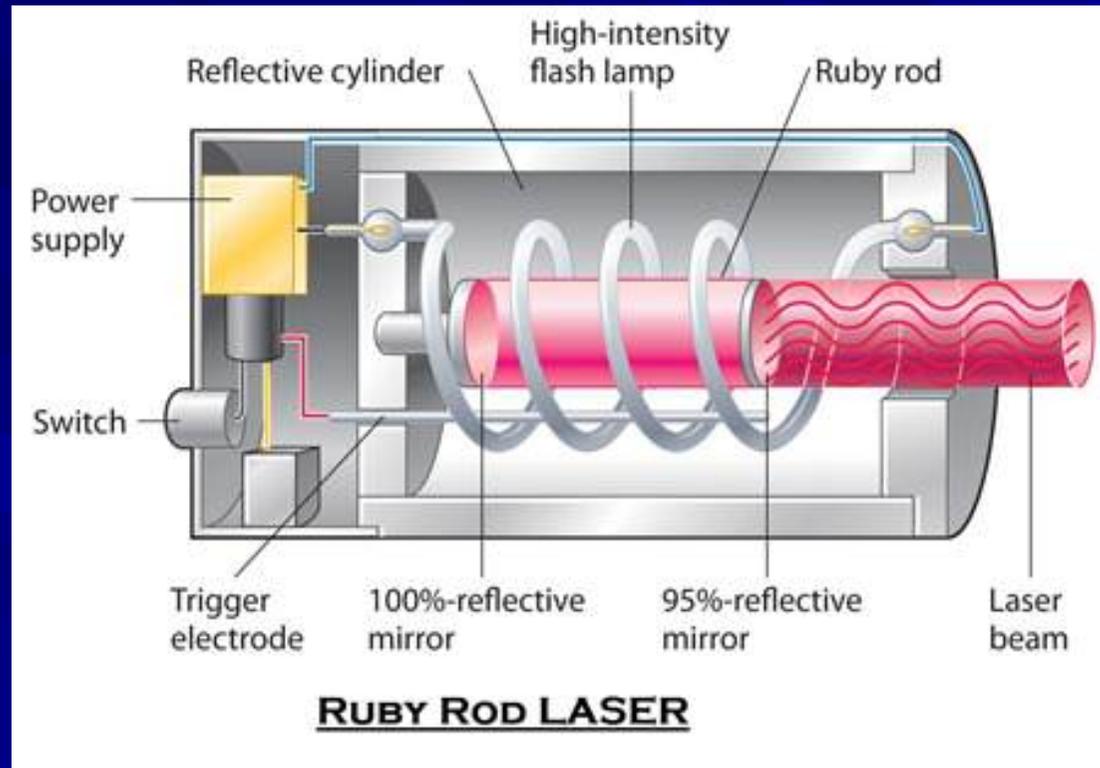
*Townes  
Charles  
Hard*

*Внешний вид мазера Прохорова-Басова  
(вторая половина 50-х годов 20-го века)*



*MASER - это  
microwave amplification by stimulated emission of radiation  
усиление микроволн с помощью индуцированного  
(стимулированного) излучения*

*Теодор Гарольд Мейман  
и его твердотельный рубиновый лазер  
(1960 г)*

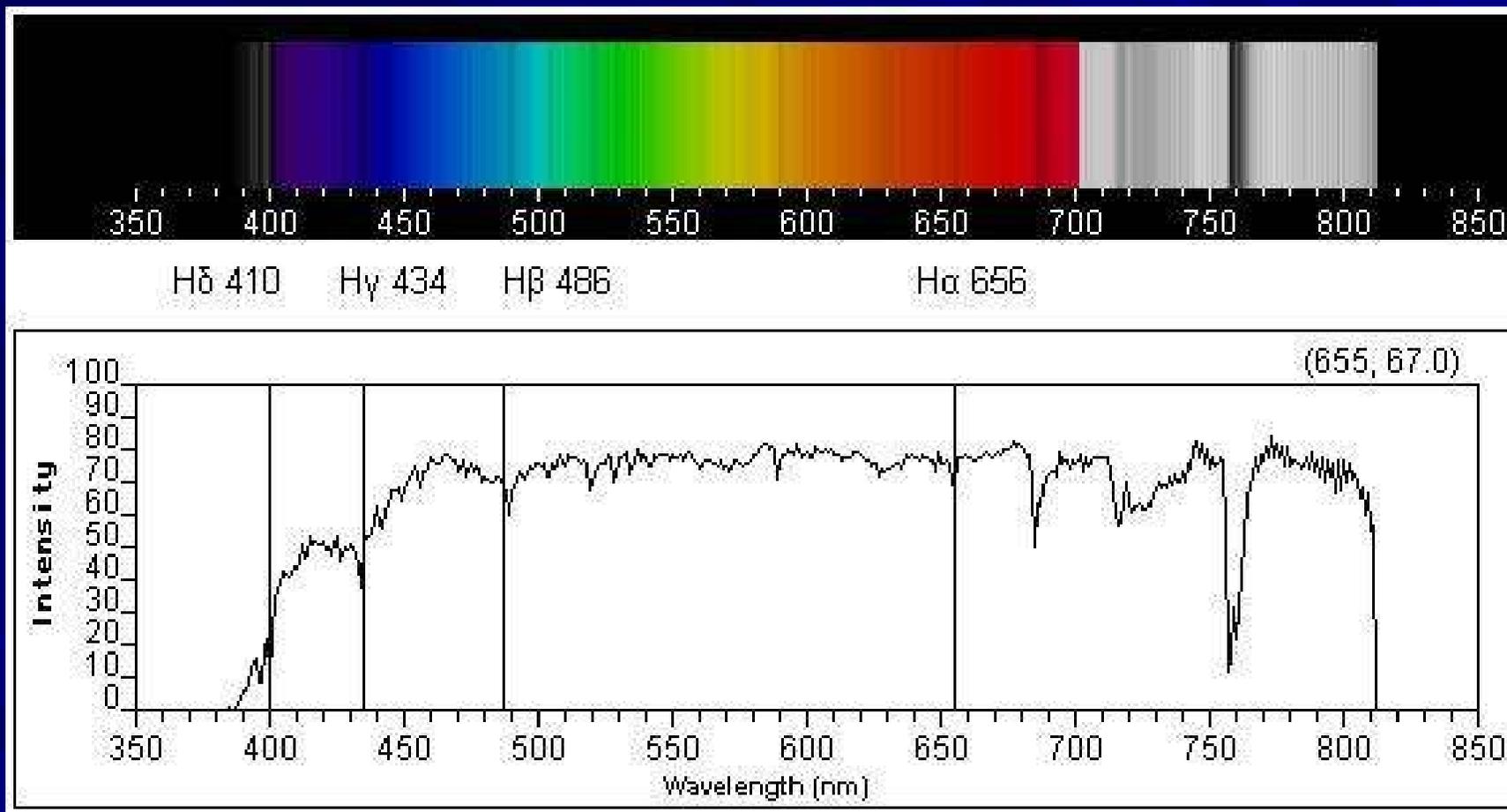


*LASER - light amplification by stimulated emission of radiation  
усиление света с помощью индуцированного  
(стимулированного) излучения*

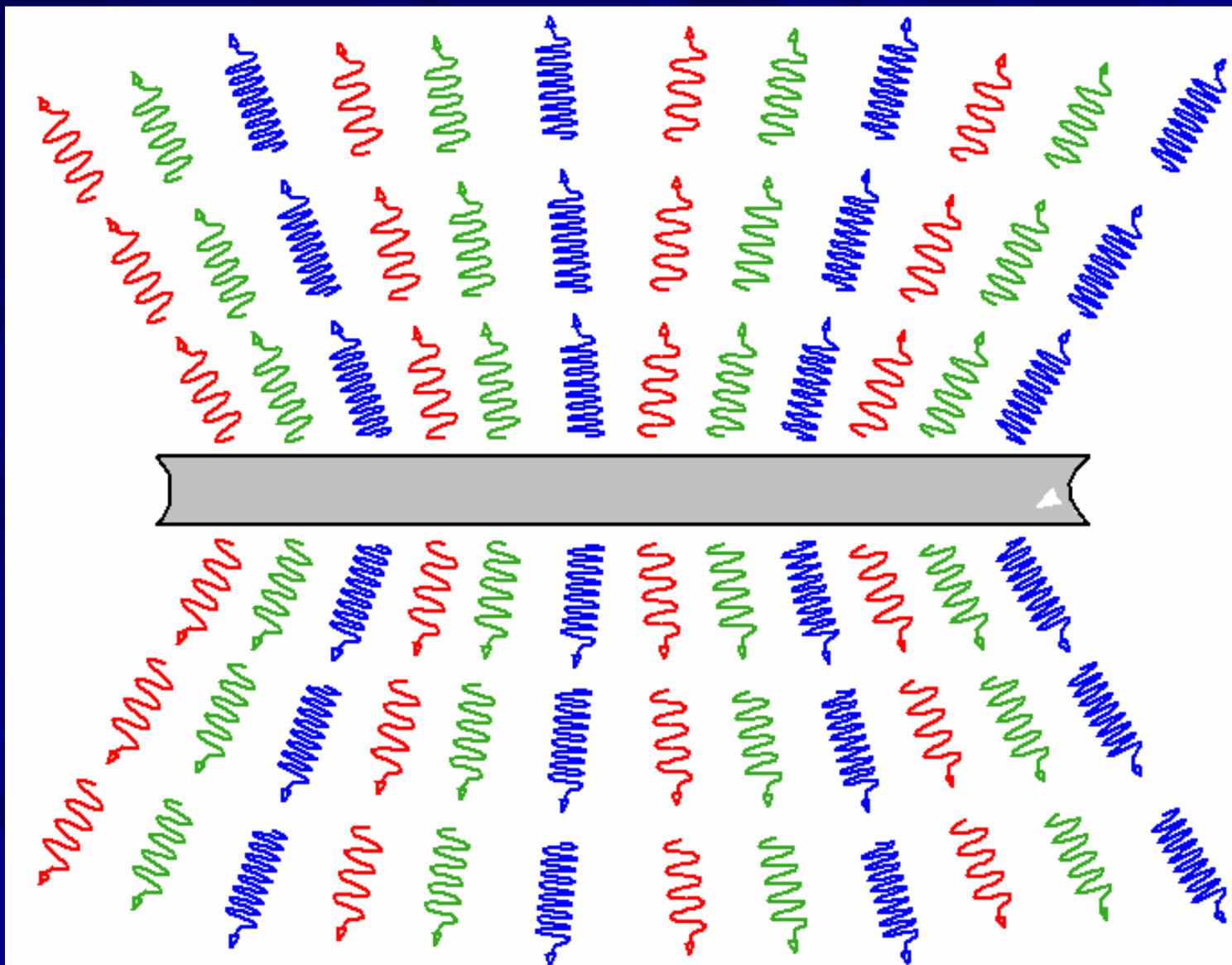
# *Лампа накаливания*



# Спонтанное излучение лампы накаливания



# Спонтанное излучение лампы накаливания



Особенности лазерного излучения:

- узкополосность (монохроматичность)

- когерентность

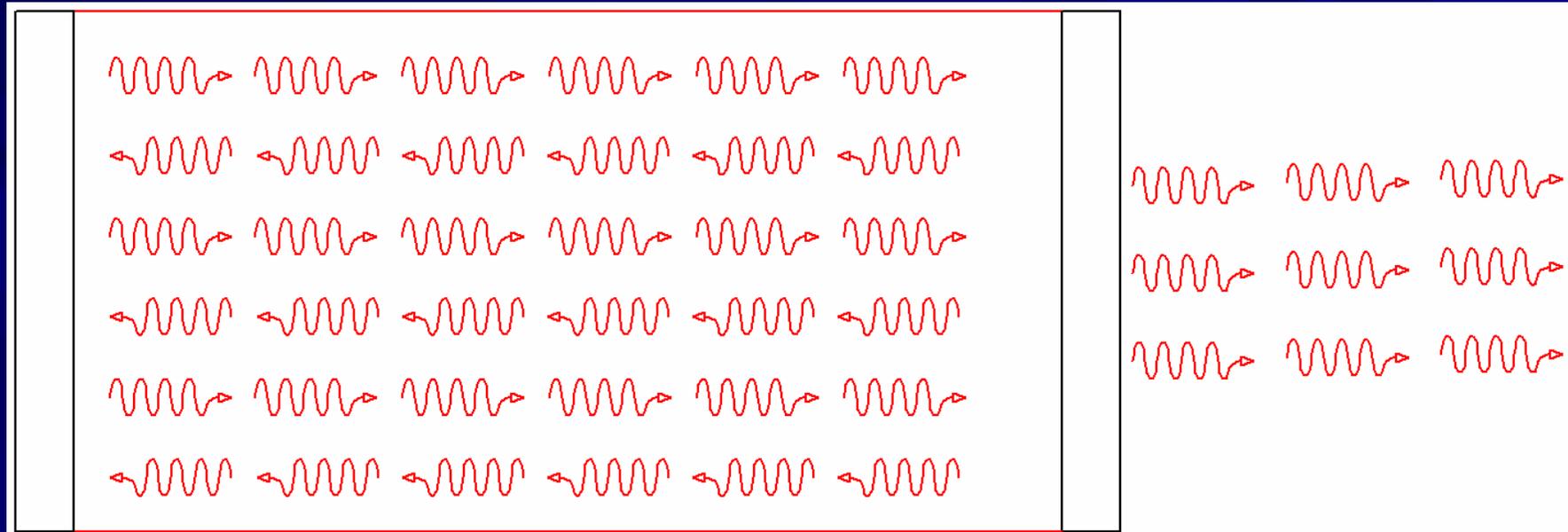
- “параллельность” направлений излучаемых фотонов

или другими словами

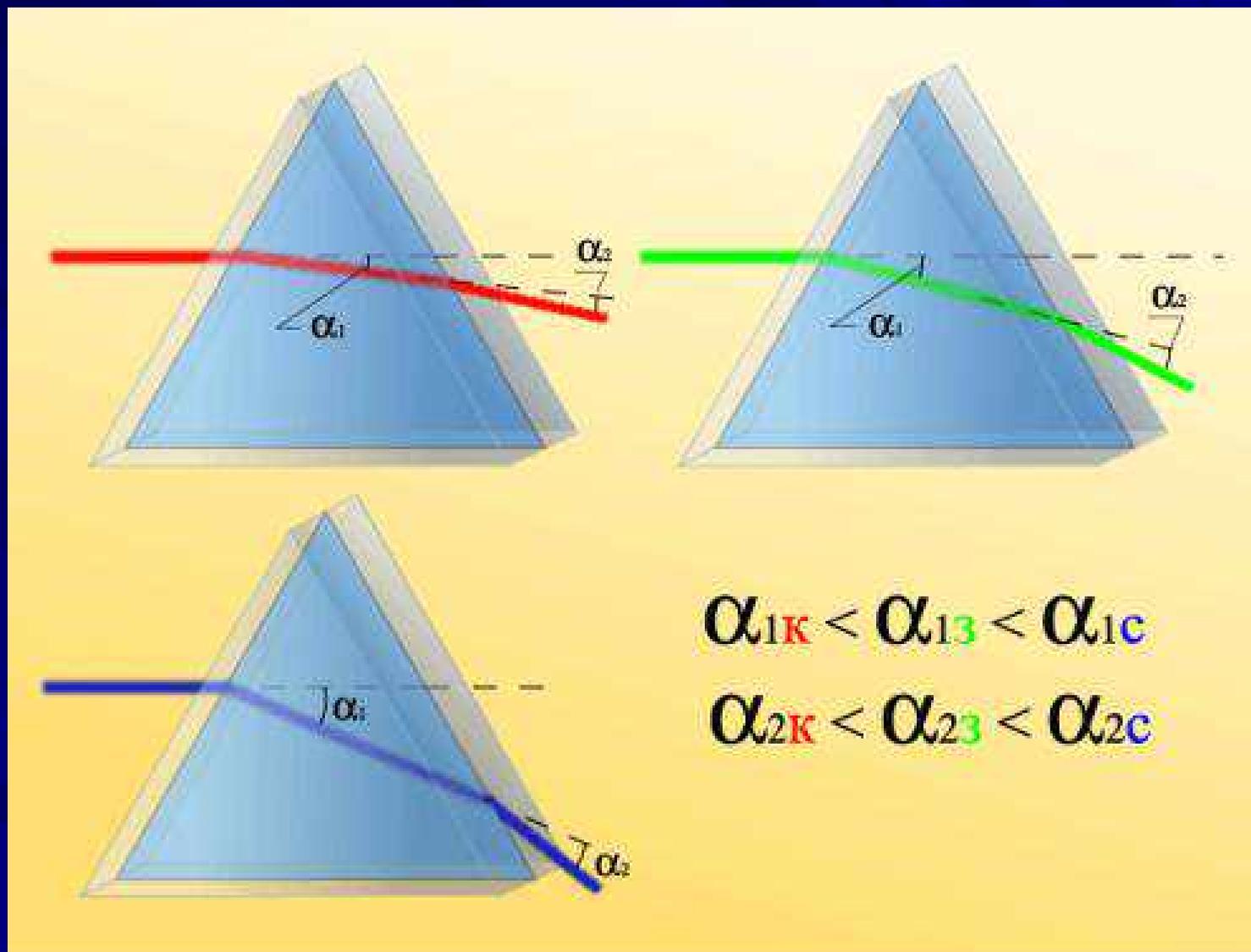
*Лазерное излучение –*

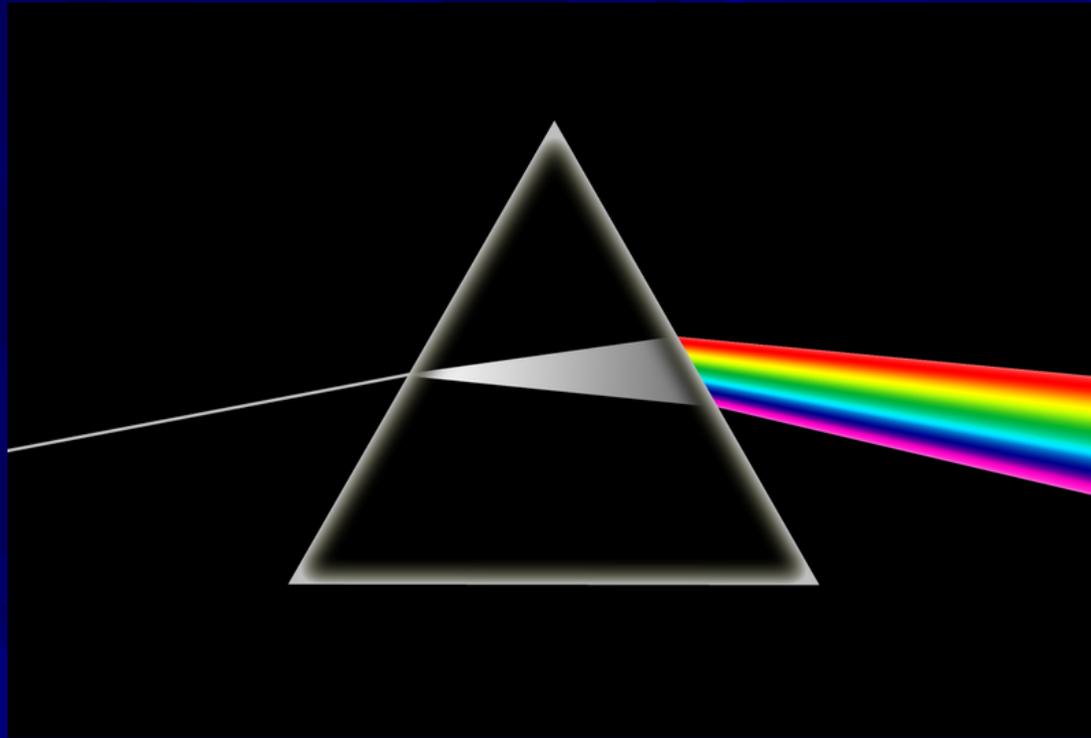
*это управляемое “ручное” излучение*

# Лазерное излучение



# Преломление монохроматического света

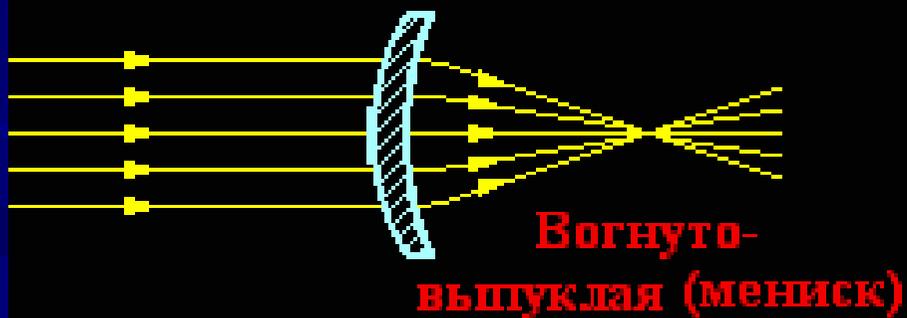
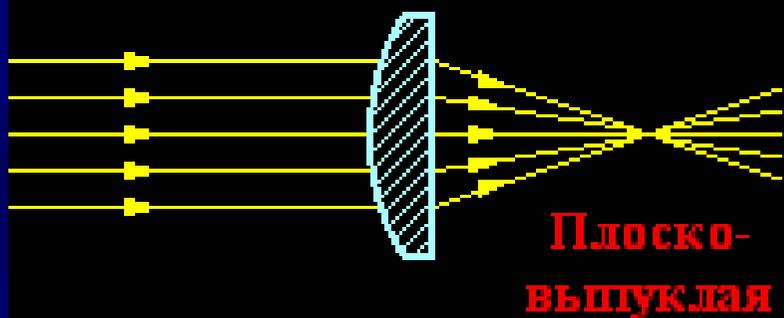
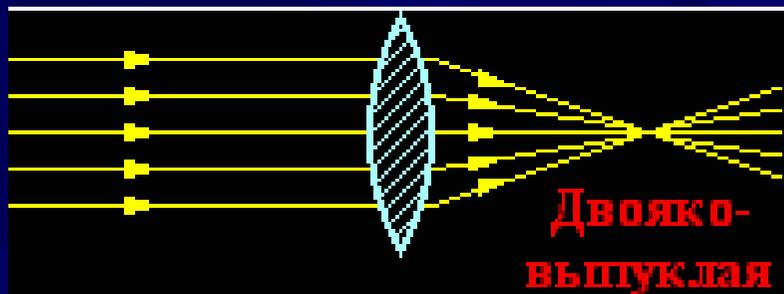




# Почему расфокусируются лучи прожекторов и фонарей?



# Методы фокусировки оптического луча



# *Луч лазера*



## Лазеры и рынок

*1961 год - появление лазеров на коммерческом рынке*

*Перечень компаний - производителей:*

*-Trion Instruments Inc.,*

*- Perkin-Elmer,*

*- Spectra-Physics.*

*- Первая операция на сетчатке глаза с использованием рубинового лазера.*

*- Год спустя получен импульсный режим работы рубинового лазера, который использовался для сварки швов на ручных часах.*

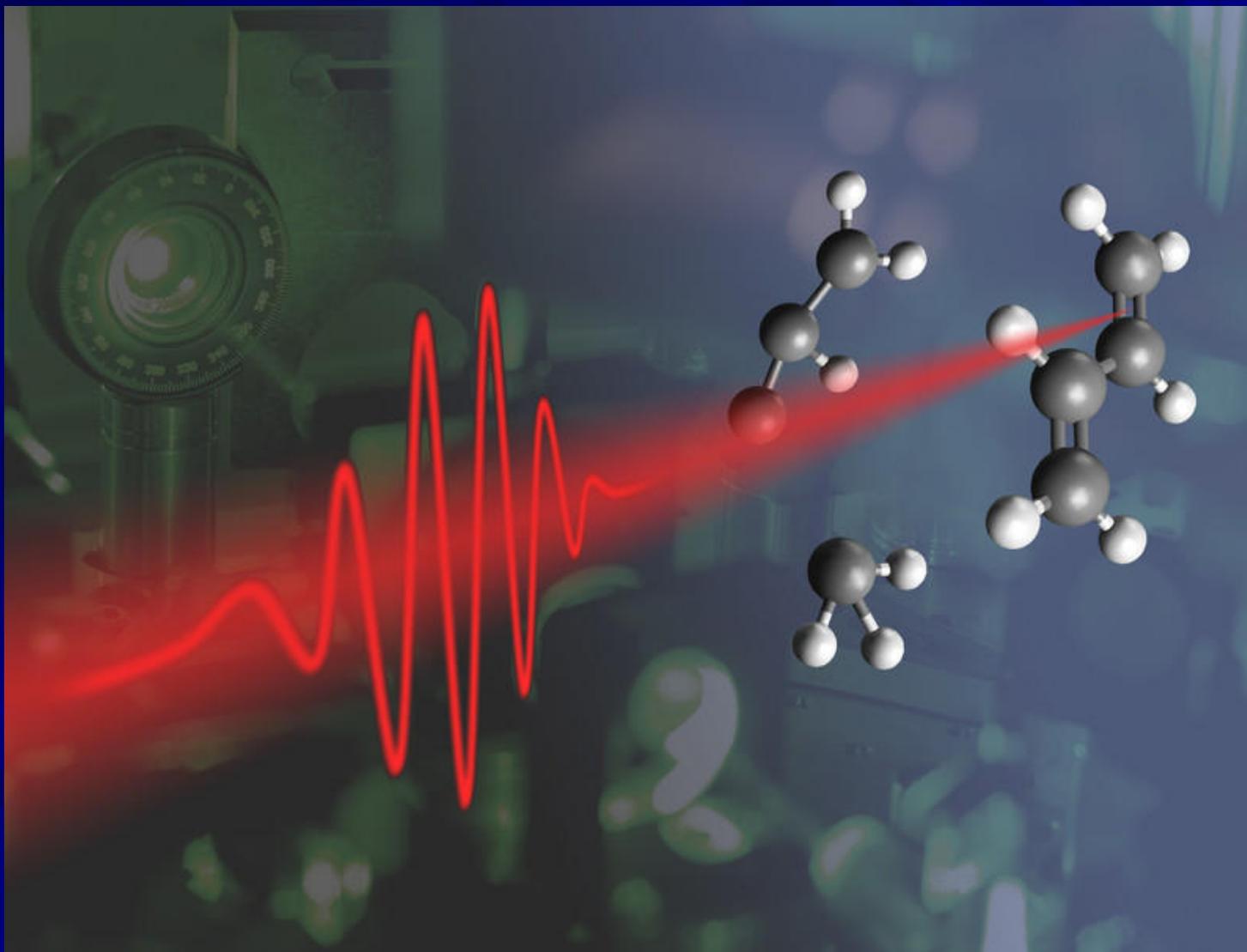
## Особенности и преимущества лазерной обработки:

- высокая концентрация подводимой энергии и локальность обработки
- возможность регулирования параметров лазерной обработки в широком интервале режимов;
  - отсутствие механических усилий на обрабатываемый материал и независимость скорости обработки от свойств материала;
- высокая технологичность обработки и возможность ее автоматизации

## Технологические процессы с использованием лазеров:

- лазерная поверхностная термообработка
- лазерная сварка
- лазерная размерная обработка
- измерительная лазерная технология
- лазерная интенсификация химических реакций.

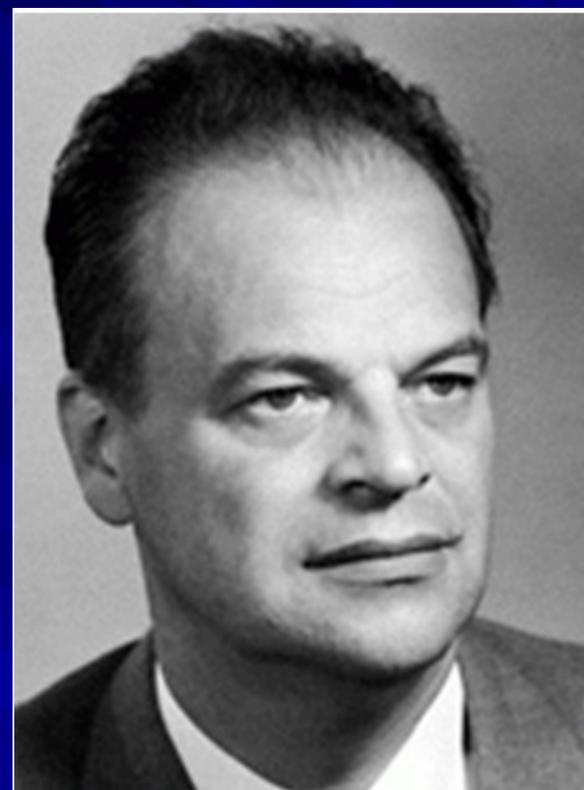
*Управление химическими процессами  
при помощи лазерных импульсов*



*Руководители первых отечественных программ  
разработки высокоэнергетических лазеров:*

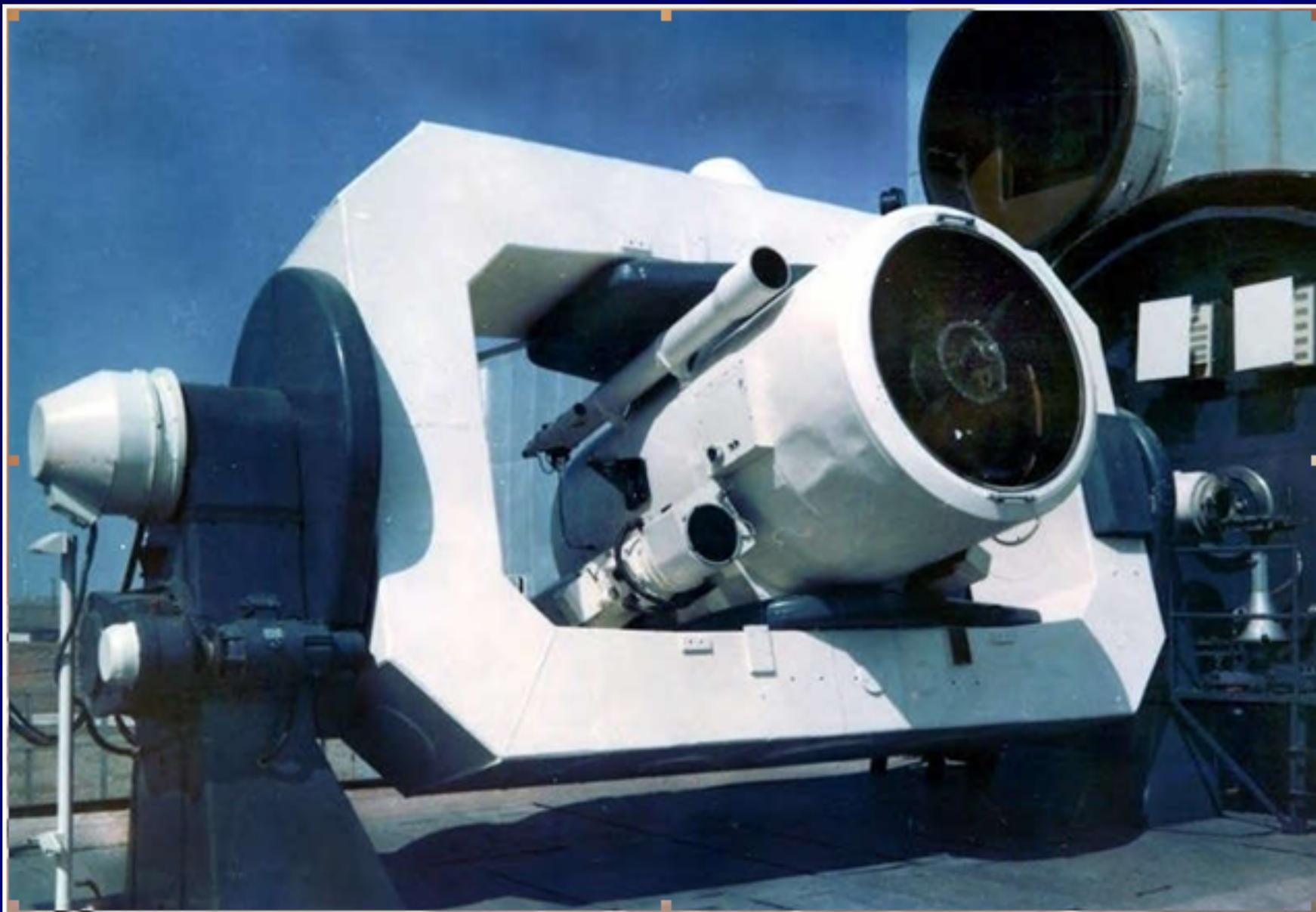


*Прохоров  
Александр Михайлович -  
научный руководитель  
программы "Омега"*



*Басов  
Николай Геннадьевич -  
научный руководитель  
программы "Терра-3"*

# *Телескоп ТГ-1 лазерного локатора ЛЭ-1*



*Raytheon Laser Shoots Down Drone (2010 г.)*



*Лазерный меч джедаев*



*LIDAR - LIght Detection and Ranging -*

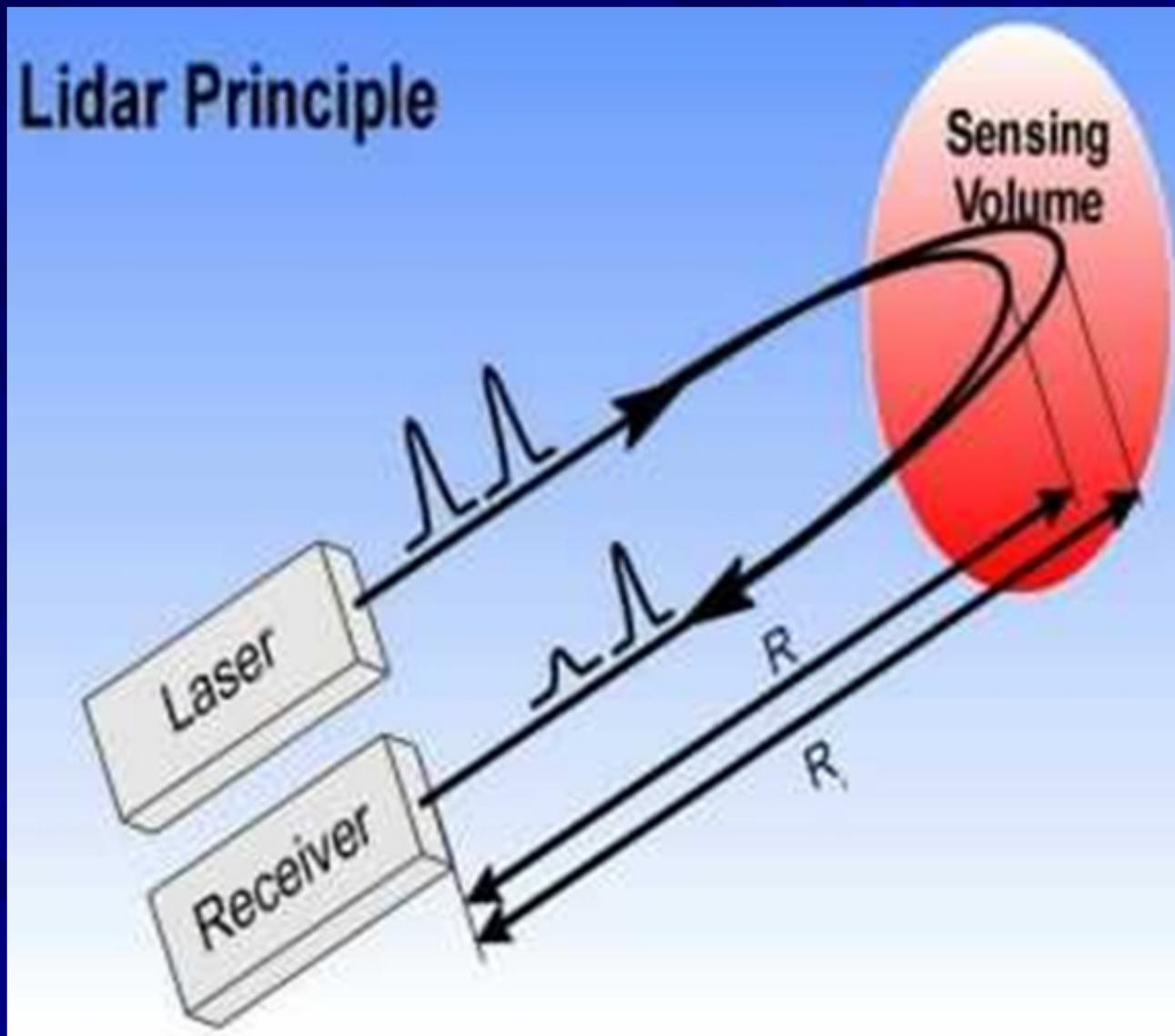
*световое обнаружение*

*и определение дальности*

*RADAR - Radio Detection and Ranging -*

*радиообнаружение и определение дальности*

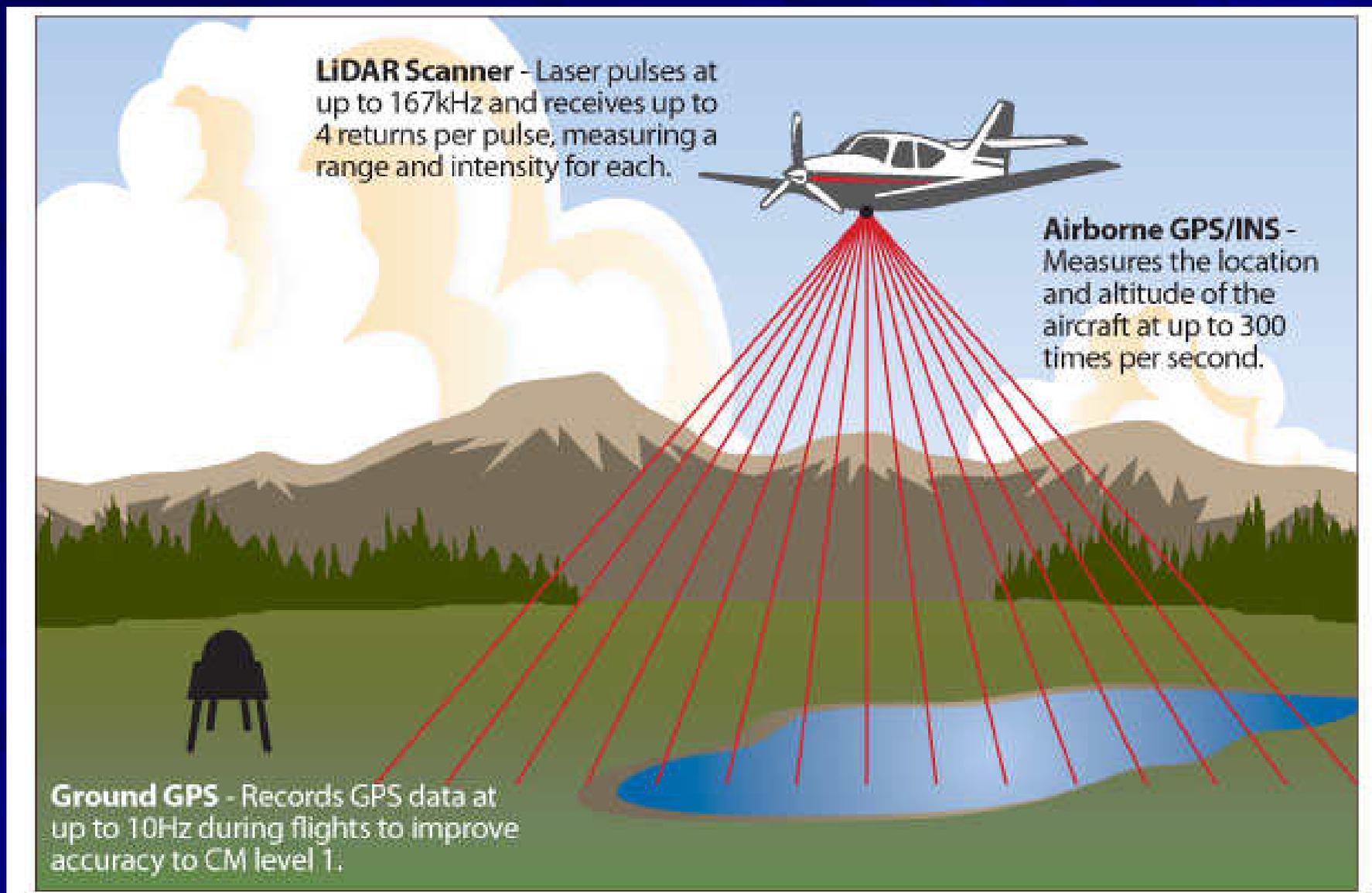
## Принцип действия лидара



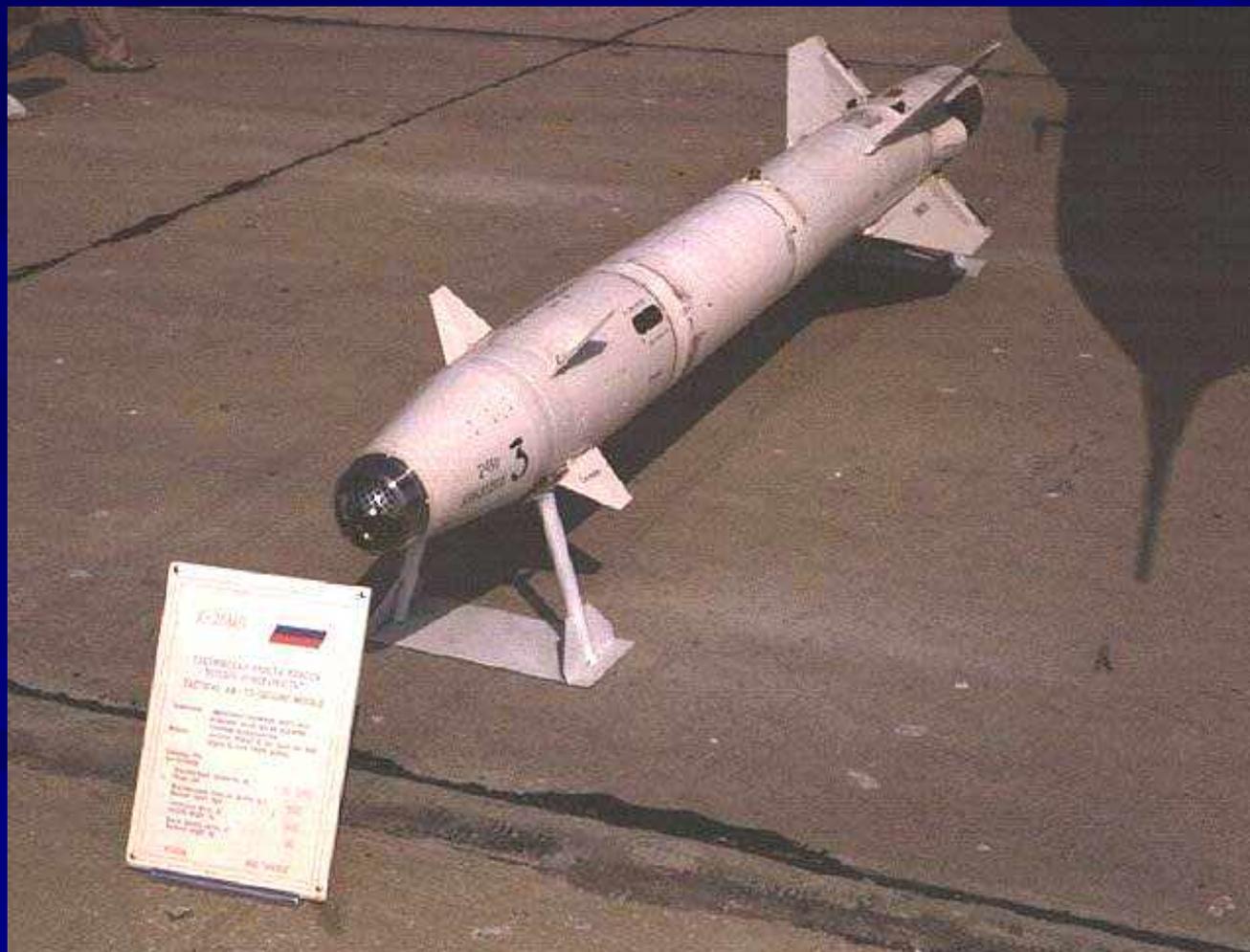
# Лазерные прицелы и дальномеры



## Авиационный лидар - сканер



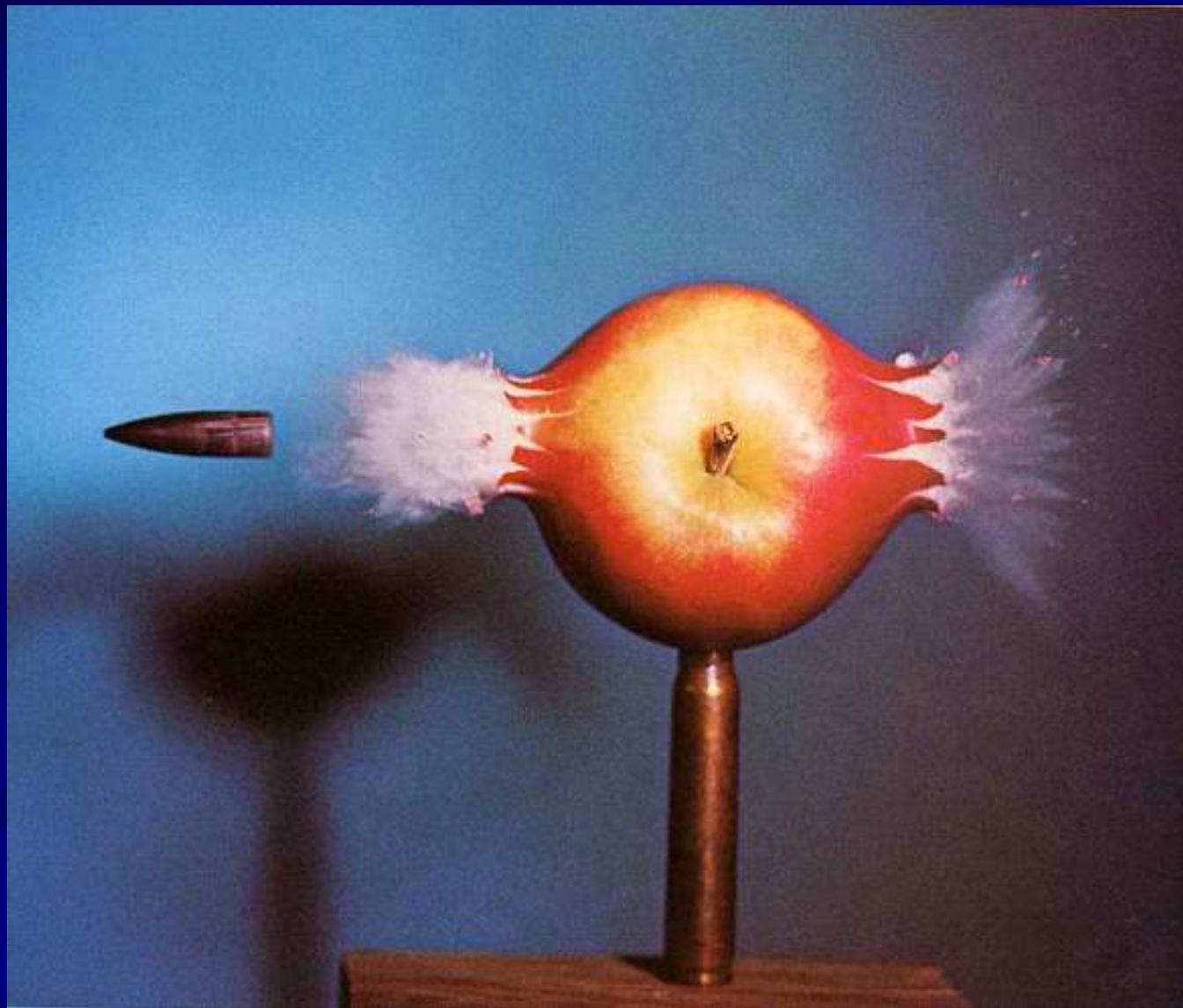
*Ракета Х-25МЛ*  
*с лазерной головкой самонаведения*  
*(СССР-РФ, ЦКБ "Геофизика")*



*Бомбы Paveway III с лазерным наведением  
(Raytheon + Texas Instruments, США)*



*Возможности сверхскоростной фотографии  
(выдержка - единицы микросекунд)*



***Спасибо  
за внимание!***

***Конструктивная критика  
принимается по адресу  
[ur-vol@yandex.ru](mailto:ur-vol@yandex.ru)***