



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 №2

*“Физические явления и эффекты в радиофотонных  
устройствах (часть 1).”*

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

**ЦКБА, 2014 г.**

# *www.radiofotonika.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.*

*[www.radiofotonika.ru](http://www.radiofotonika.ru)*

*Сверхзадача данного сайта:*

*- чёткое осознание*

*научно-технической общественностью*

*того, что мир вступил*

*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.***

## *Темпы развития фотоники:*

### *Оценка по 2003 год :*

- количество работ в Европе: 500 000;*
- стоимость продукции: € 60 000 000 000;*
- количество патентов: 15 000.*

### *Прогноз на 2010 год :*

- количество работ в Европе: 1 500 000;*
- стоимость продукции: € 250 000 000 000.*
- количество патентов: 45 000.*

## Продукция фотонной промышленности:

- **твёрдотельные источники света:**
  - **полупроводниковые лазеры,**
  - **светоизлучающие диоды**
- **оптические шины данных,**
- **оптические носители информации:**
  - **CD, DVD, и т.д.,**
- **голографические среды,**
- **жидкокристаллические экраны,**
- **установки машинного зрения,**
- **компоненты оптоволоконных линий связи:**
  - **оптоволокно,**
  - **фотодиоды и т.д.**

*[ru.wikipedia.org/wiki](http://ru.wikipedia.org/wiki)*

*Определение микроволновой фотоники*

*(радиофотоники ):*

*Микроволновая фотоника изучает взаимодействие*

- между оптическим сигналом*
- и высокочастотным (больше 1 ГГц) электрическим сигналом.*

*Эта область включает*

- основы оптико-микроволнового взаимодействия,*
- работу фотонных устройств на СВЧ,*
- фотонный контроль СВЧ устройств и линий высокочастотной передачи,*
- использование фотоники для выполнения различных функций в микроволновых схемах*

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

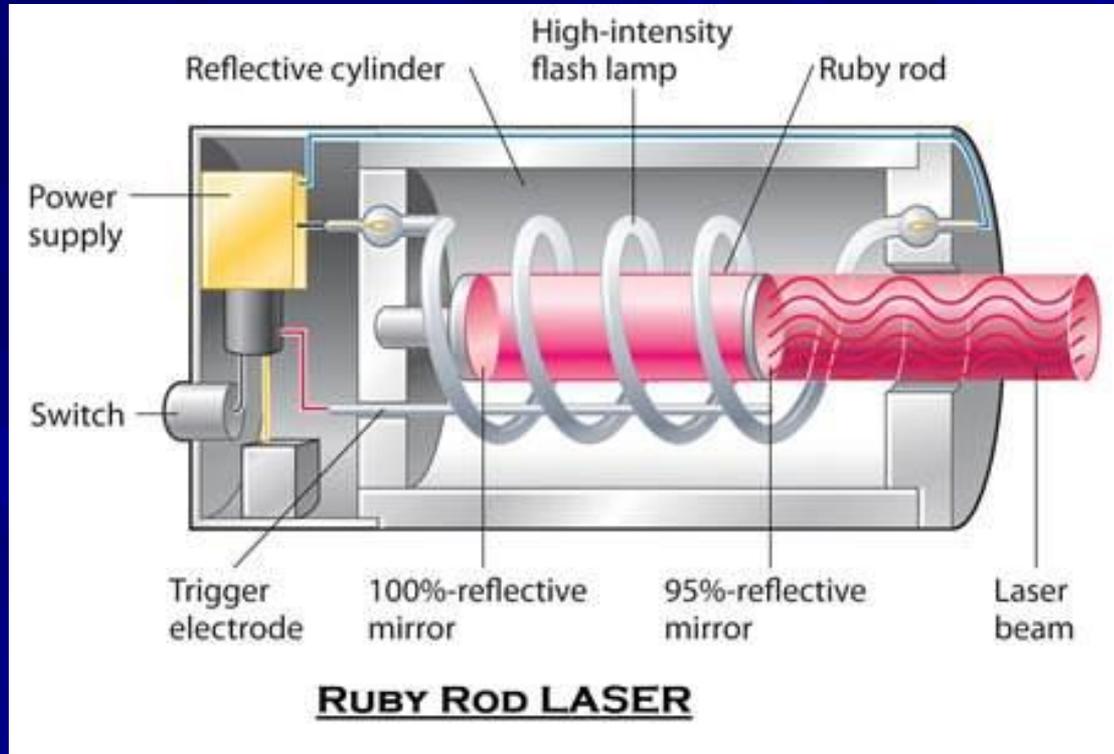


*“Фотоника - это  
совокупность  
взаимосвязанных  
фотофизических и  
фотохимических  
процессов*

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

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

*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*

*ОКГ - оптический квантовый генератор*

---

*LGSER -*

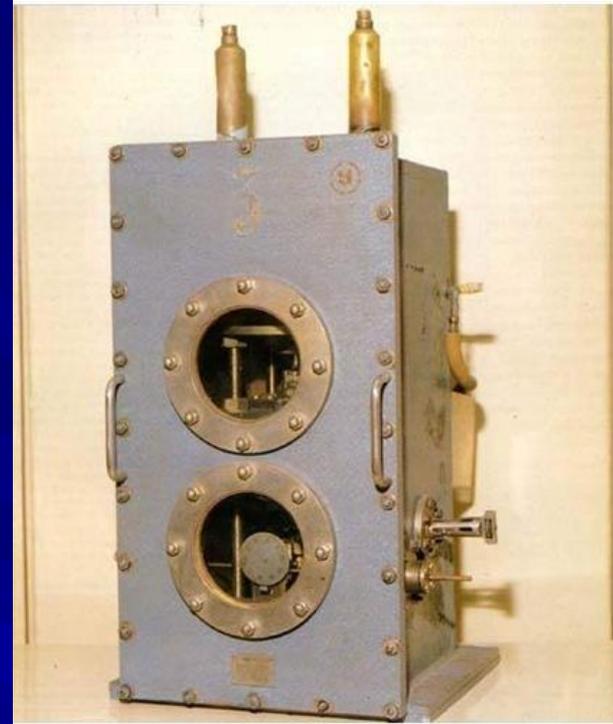
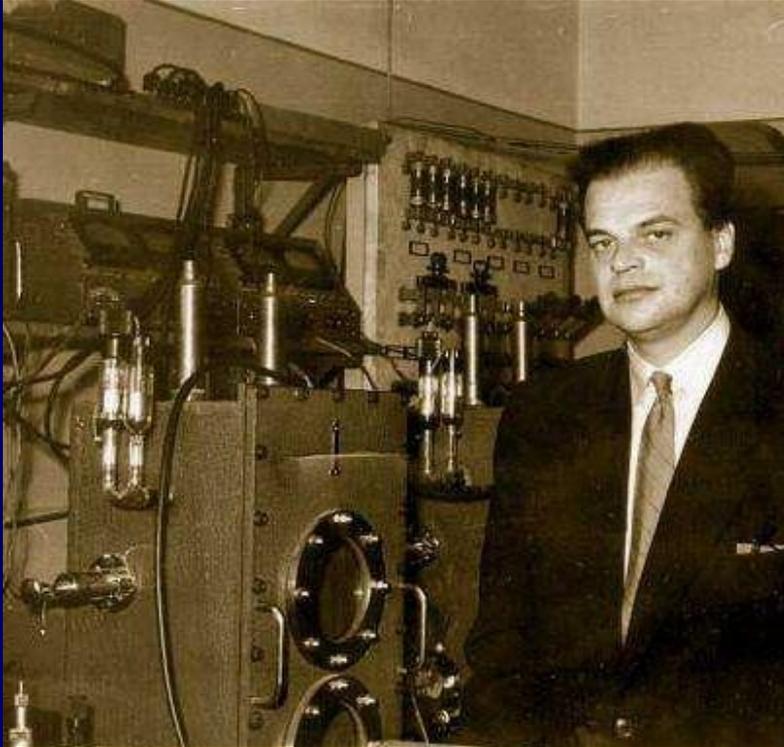
*light generation by stimulated emission of  
radiation*

*генерация света с помощью  
индуцированного (стимулированного)  
излучения*

---

*LOSER - light oscillation by stimulated  
emission of radiation*

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



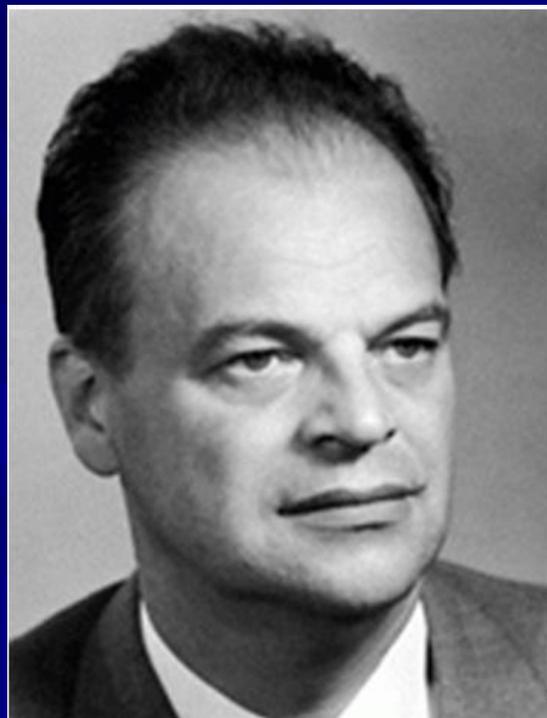
*MASER - это  
microwave amplification by stimulated emission of radiation  
усиление микроволн с помощью индуцированного  
(стимулированного) излучения*

*1954 год - экспериментальное подтверждение  
возможность индуцированного излучения*

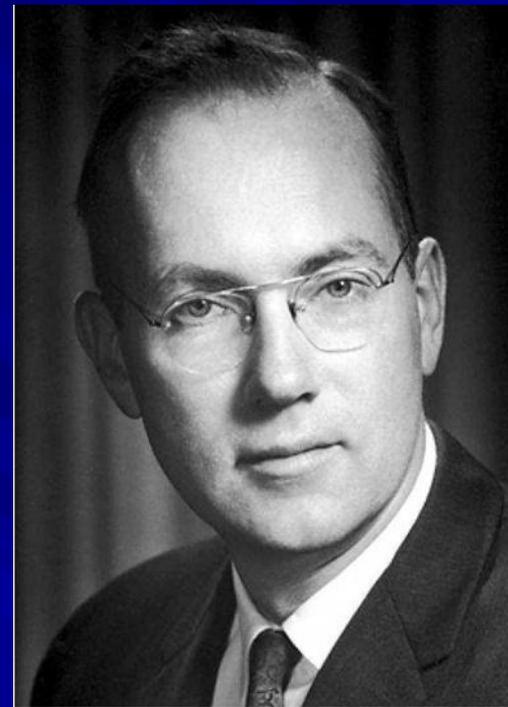
Нобелевская премия по физике 1964 года



*Прохоров  
Александр  
Михайлович*



*Басов  
Николай  
Геннадьевич*



*Townes  
Charles  
Hard*

*1957 год - выпускник Колумбийского университета Гордон Гулд (Gordon Gould) впервые упоминает в своих заметках слово «лазер» и нотариально закрепляет свое право на предложенные принципы его создания*

-----

*22 марта 1960 года за номером 2,929,922 был получен патент на имя Таунса и Шавлова, подтверждающий их право на изобретение оптического лазера, который сегодня мы называем просто лазер. Гулд в течении 30 лет оспаривал это решение - но безуспешно*

-----

## 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.*

Ключевые достижения человечества в  
области науки и техники:

- овладение огнём,
- изобретение колеса,
- овладение энергией пара,
- изобретение радио,
- овладение атомной энергией,
  - полёт в космос,
  - создание лазера,
  - ???????

# Изобретатели радио



*Попов*

*Александр Степанович*



*Marconi*

*Guglielmo Marchese*



*Королёв  
Николай  
Павлович*

*Хрущёв  
Никита  
Сергеевич*



*[www.radiofotonika.ru](http://www.radiofotonika.ru)*

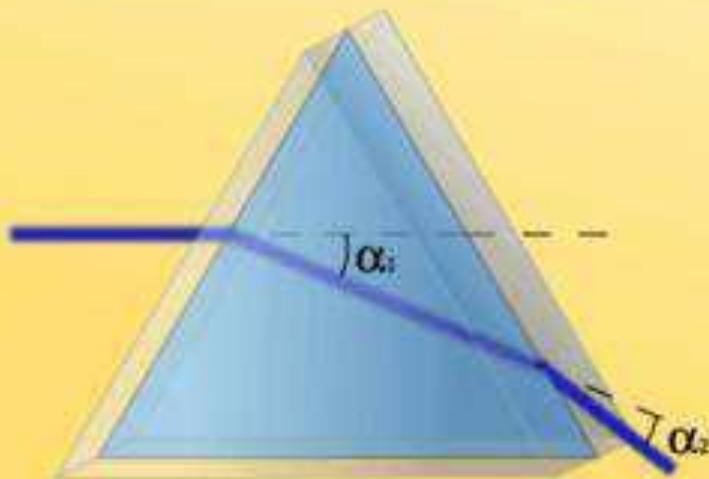
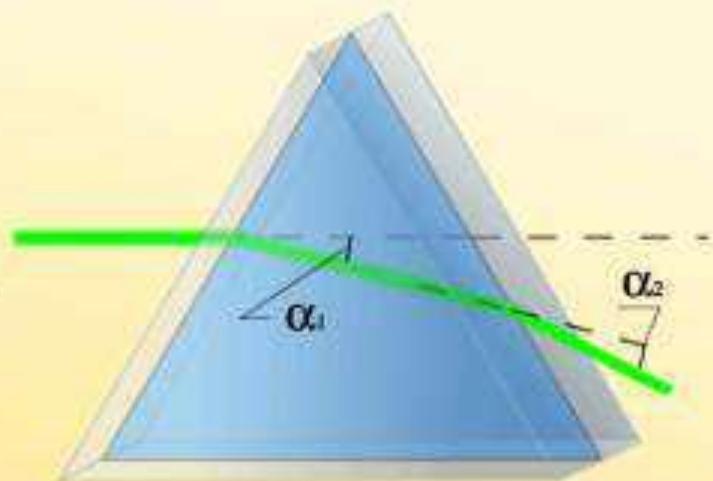
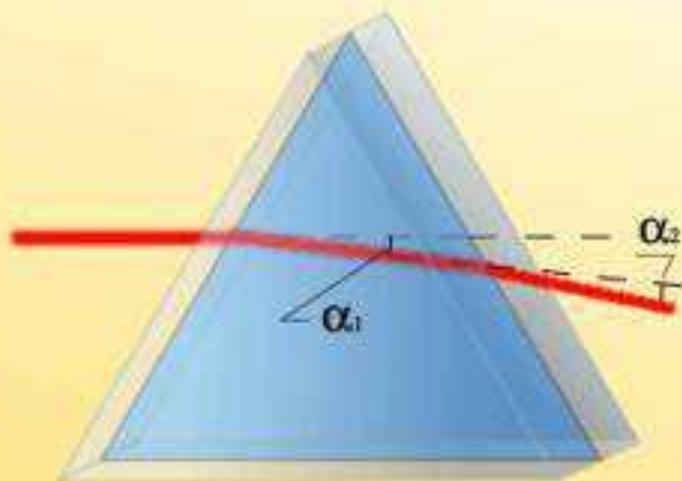
*Одна из частных задач сайта:*

*определение того теоретического  
минимума, который необходим тому, у  
кого возникнет идея профессионально  
изучать фотонику вообще, и  
радиофотонику в частности*

*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 НЕРЕЛИТИВИСТСКАЯ ТЕОРИЯ	КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА	СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА  ЧАСТЬ 1
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  Л.Д. ЛАНДАУ Е.М. ЛИВШИЦ Л.П. ПИТАЕВСКИЙ	ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА X  Л.Д. ЛАНДАУ Е.М. ЛИВШИЦ
ГИДРОДИНАМИКА	ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ	ЭЛЕКТРОДИНАМИКА СПЛОШНЫХ СРЕД	СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА  ЧАСТЬ 2	ФИЗИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА

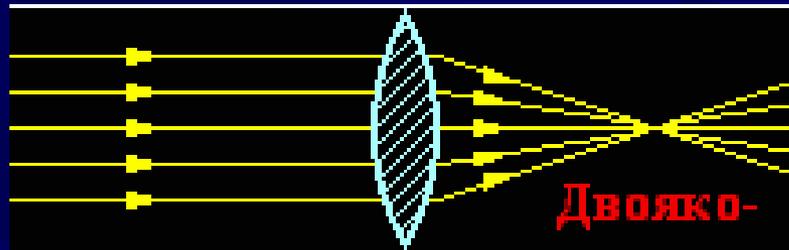
# Преломление монохроматического света



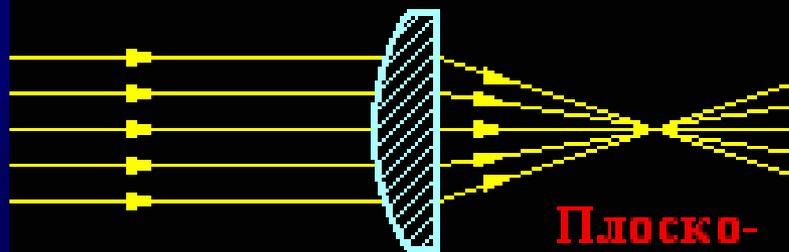
$$\alpha_{1K} < \alpha_{13} < \alpha_{1C}$$

$$\alpha_{2K} < \alpha_{23} < \alpha_{2C}$$

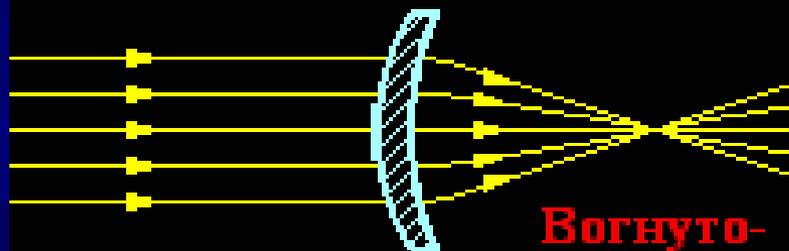
# Методы фокусировки оптического луча



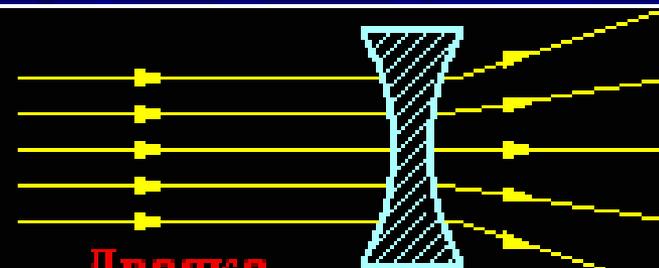
**Двойко-  
выпуклая**



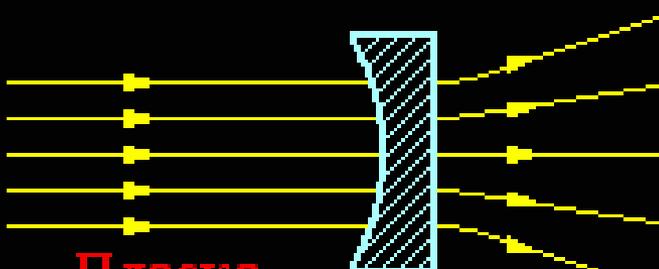
**Плоско-  
выпуклая**



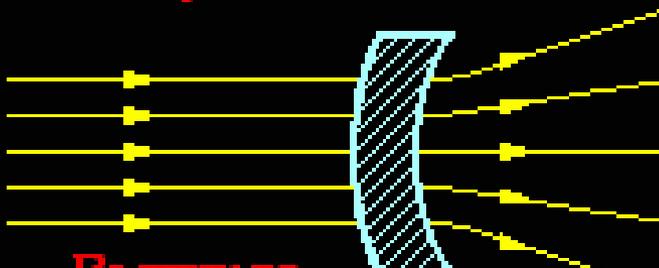
**Вогнуто-  
выпуклая (мениск)**



**Двойко-  
вогнутая**



**Плоско-  
вогнутая**

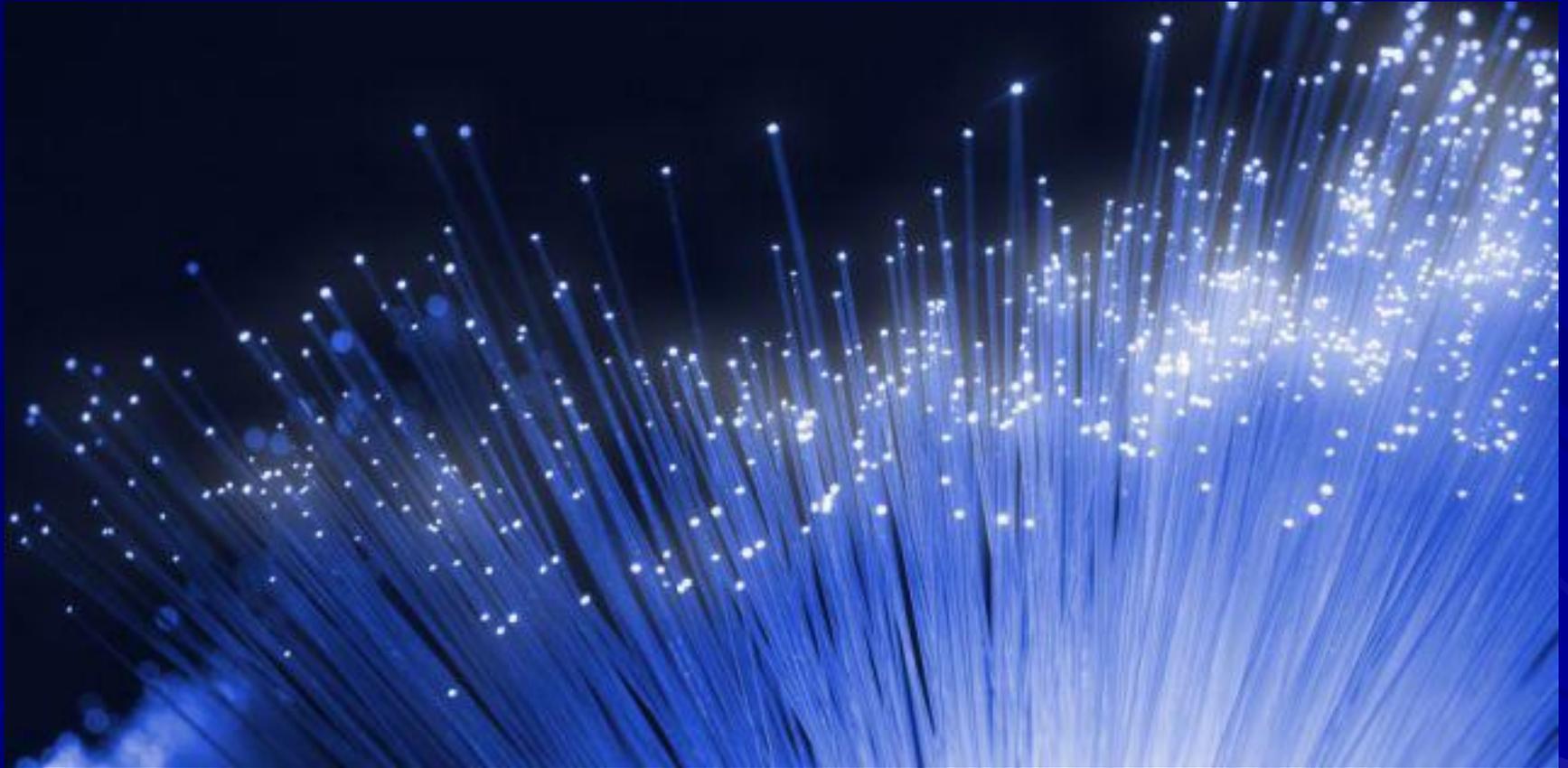


**Выпукло-  
вогнутая (мениск)**

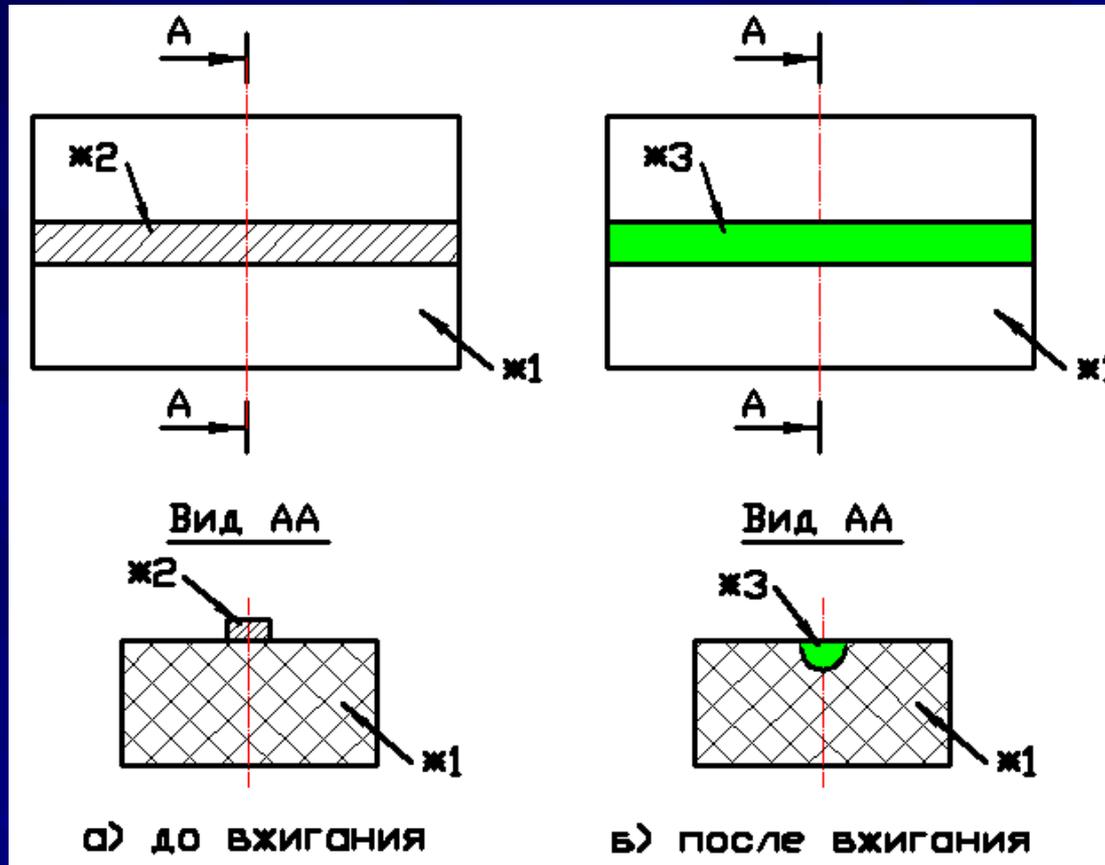
# *Луч лазера*



# *Канализация света в оптическом волокне*

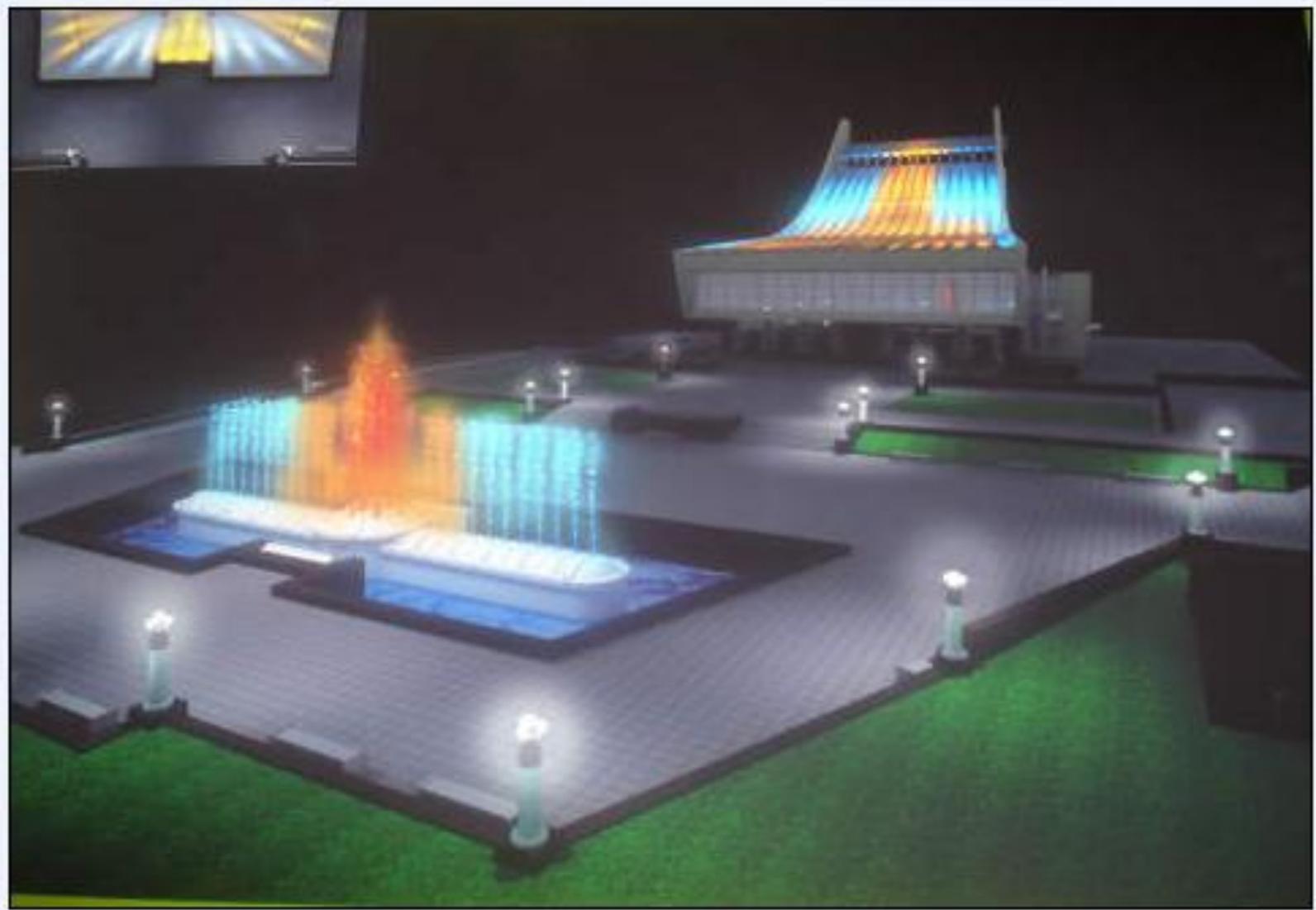


# Формирование световодных каналов

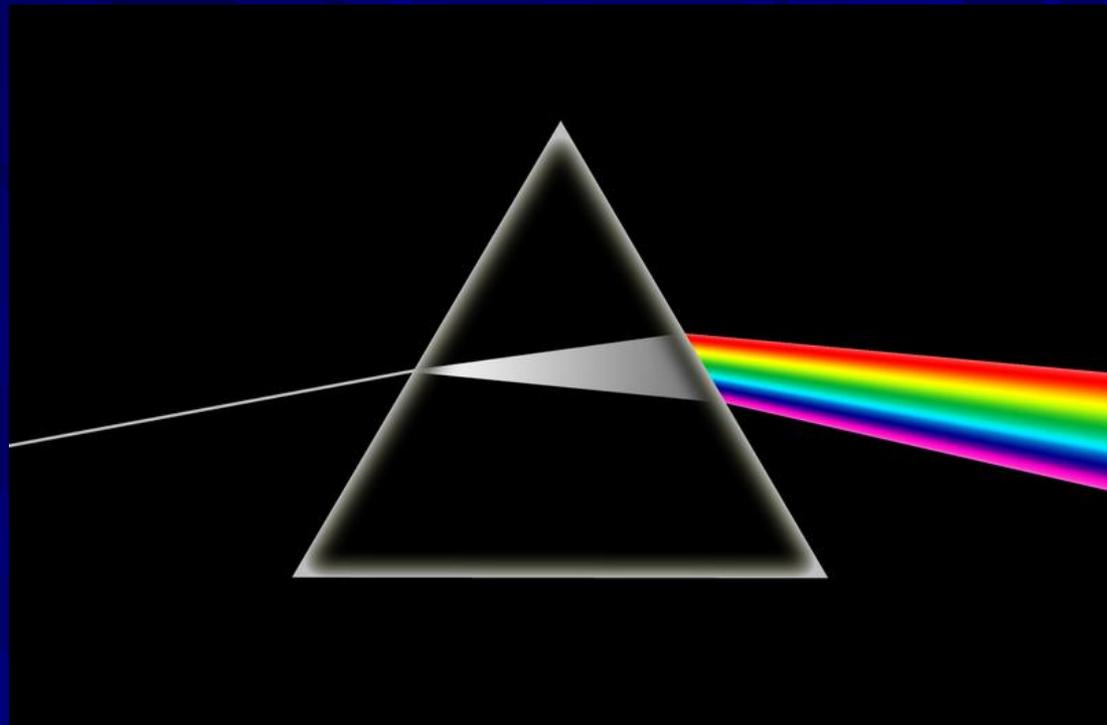


- 1 - пластина из ниобата лития,
- 2 - напылённая полоска из титана,
- 3 - световодный канал.

## *Цветомузыкальный фонтан (г. Омск)*



# *Явление дисперсии*



*Параметры оптической волны,  
на которые может оказывать воздействие  
модулирующий электрический сигнал:*

*- амплитуда*

*- фаза*

*- частота*

*- поляризация*

*- направление распространения*

Физические эффекты, используемые для модуляции  
оптических сигналов электрическими сигналами:

Эффект Фарадея - обнаружен

Майклом Фарадеем в 1845 г.

Эффект Керра - исследован Джоном Керром в 1875 г.

Эффект Погкельса - исследован

Фридрихом Погкельсом в 1893 г.

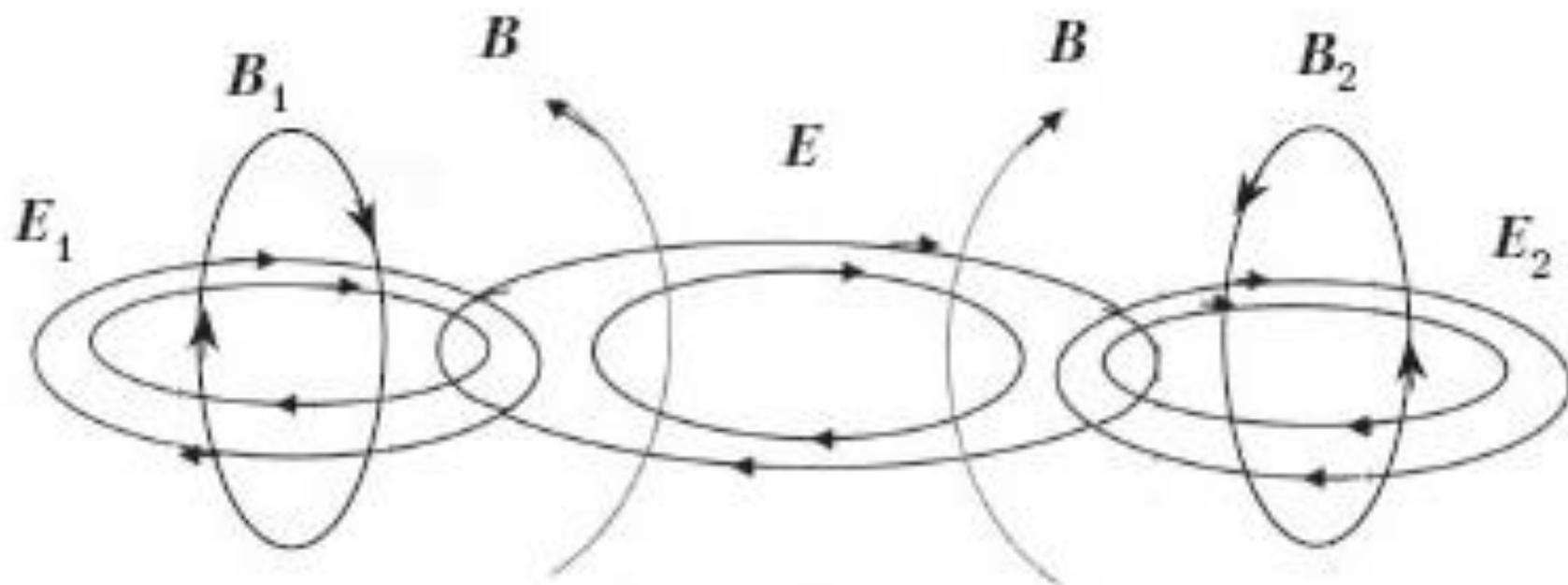
Эффект Франца – Келдыша - открыт

Волтером Францем и Леонидом Келдышем  
в 1957-1958 гг.

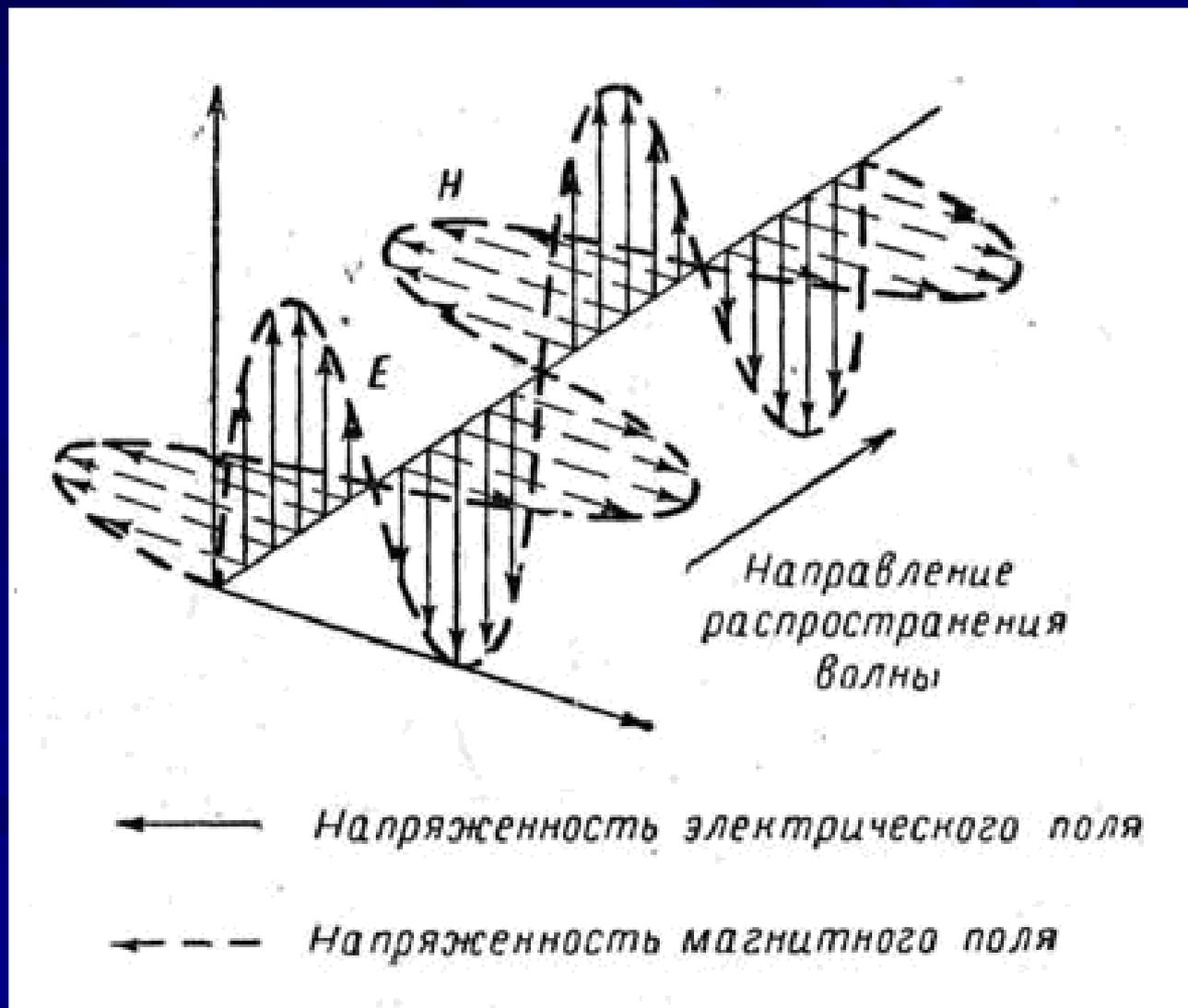
*Физические эффекты, используемые для модуляции  
оптических сигналов электрическими сигналами:*

- эффект Штарка*
- эффект Зеемана*
- эффекты электропоглощения*
  - эффект фотоупругости,*
- электро-магнитные эффекты,*
- магнито-оптические эффекты*
- акустооптические эффекты*

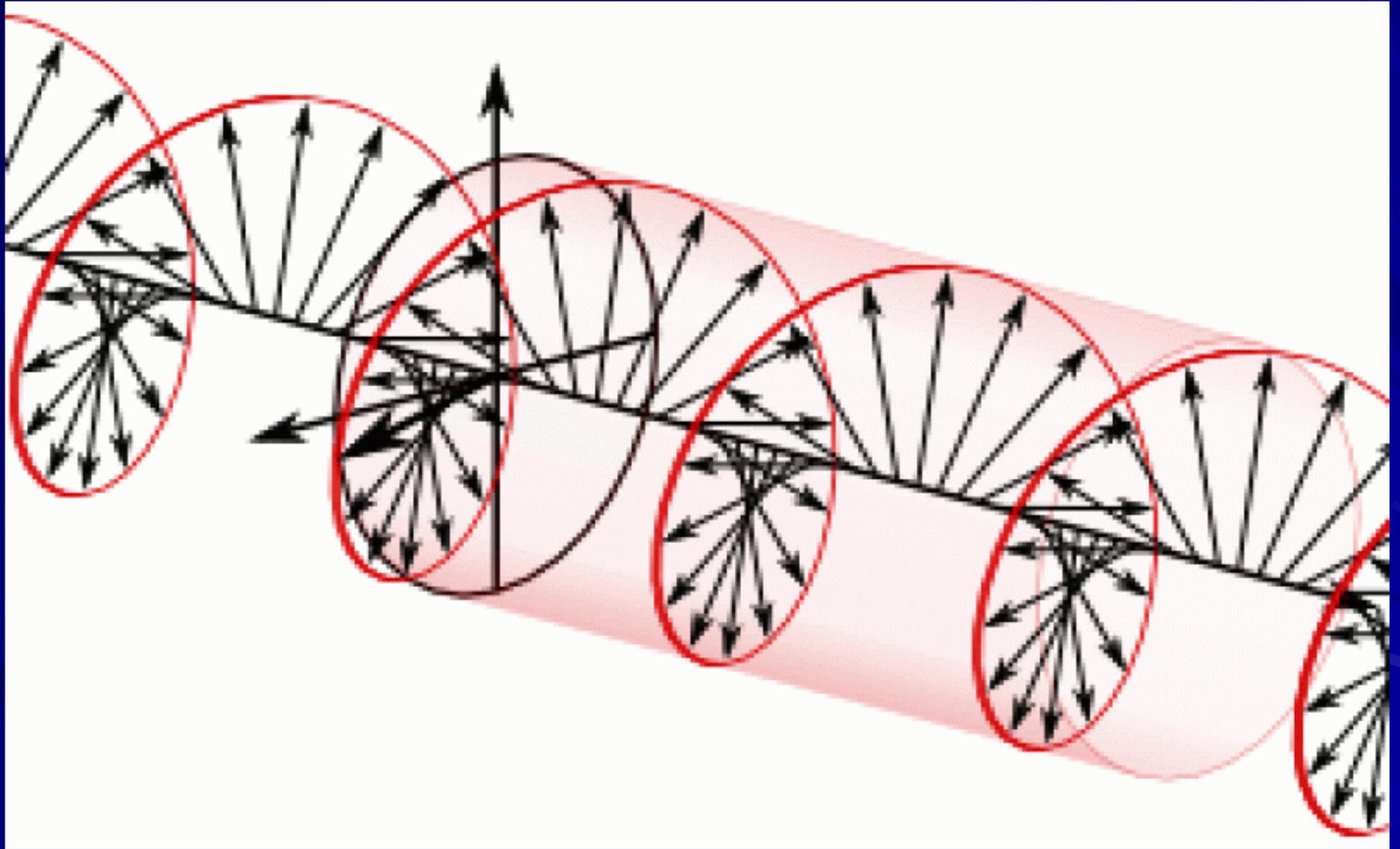
Возможный вариант “визуализации”  
электро-магнитной волны



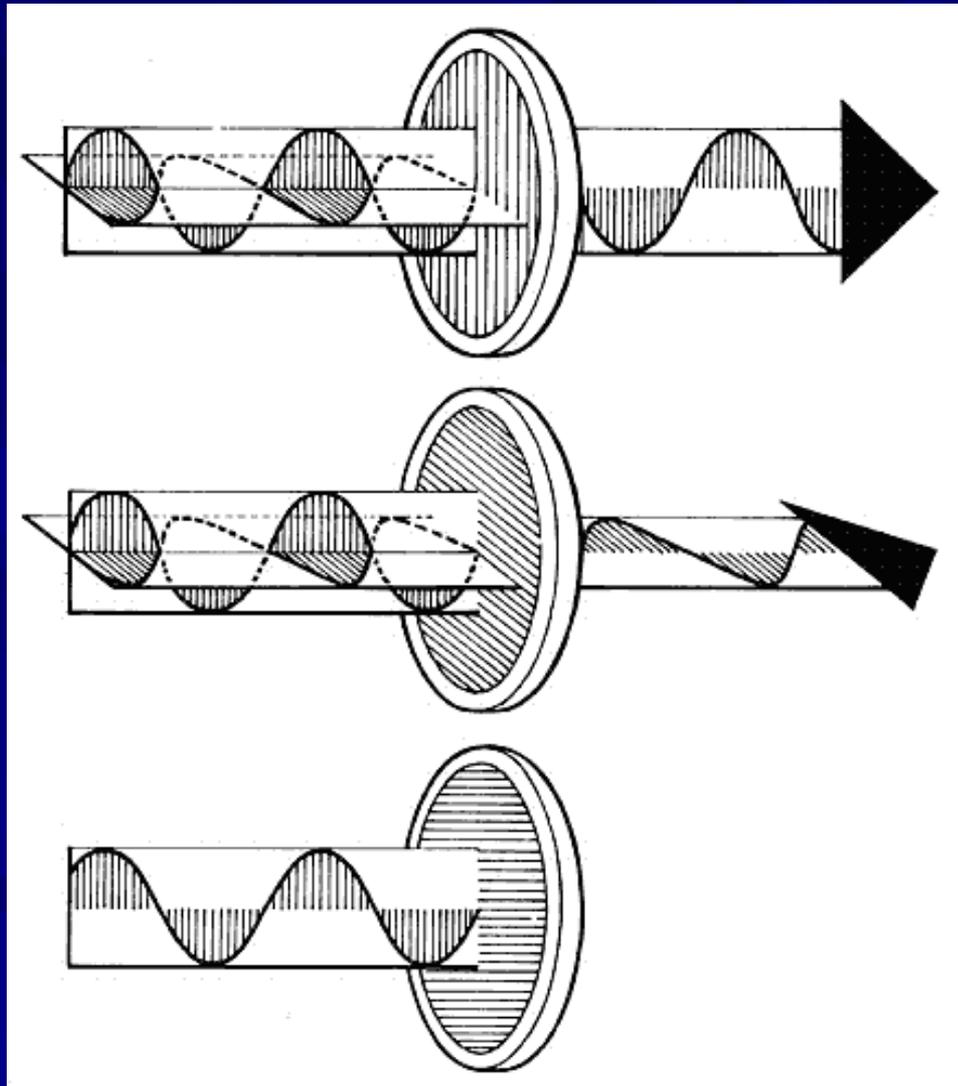
# Возможный вариант визуализации электромагнитной волны с линейной поляризацией



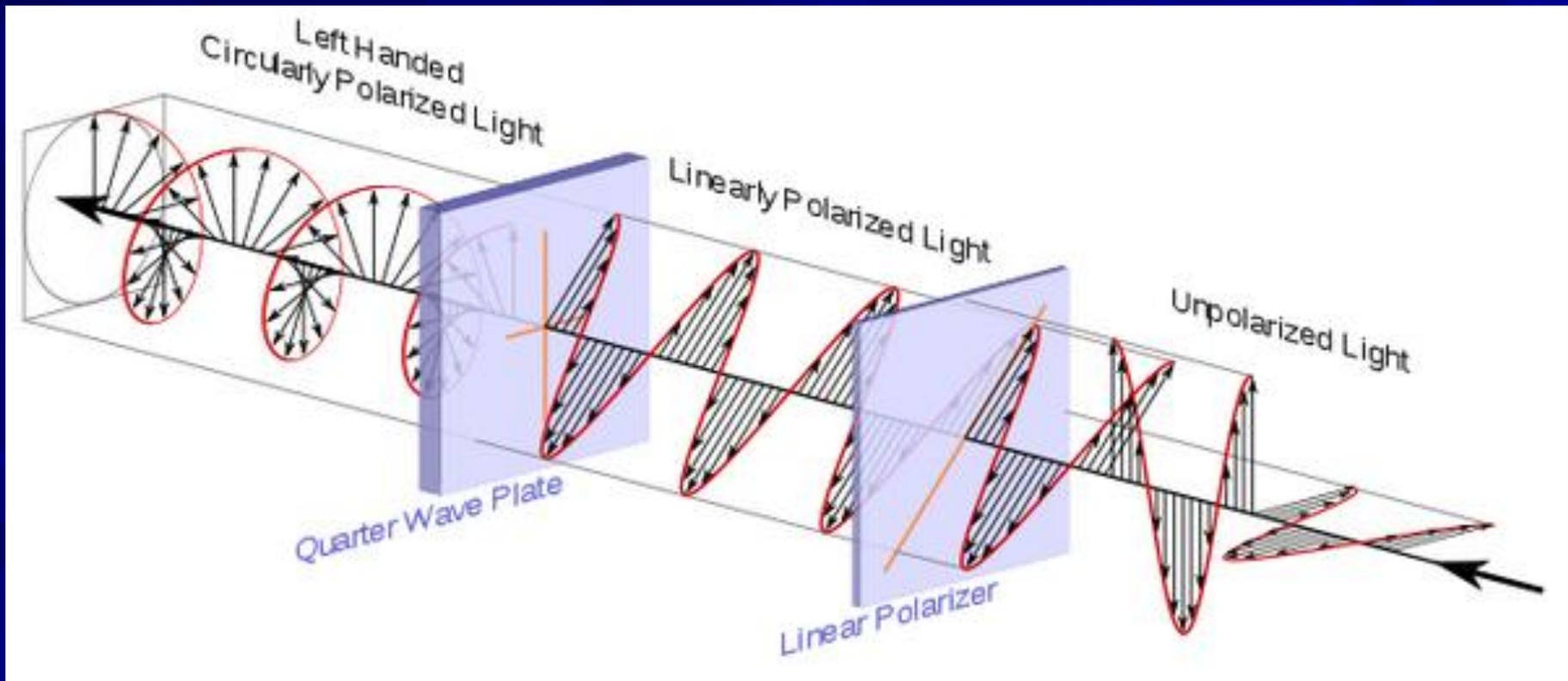
Возможный вариант визуализации электромагнитной волны с круговой поляризацией



Формирование линейно-поляризованной  
электр-магнитной волны при помощи поляризатора



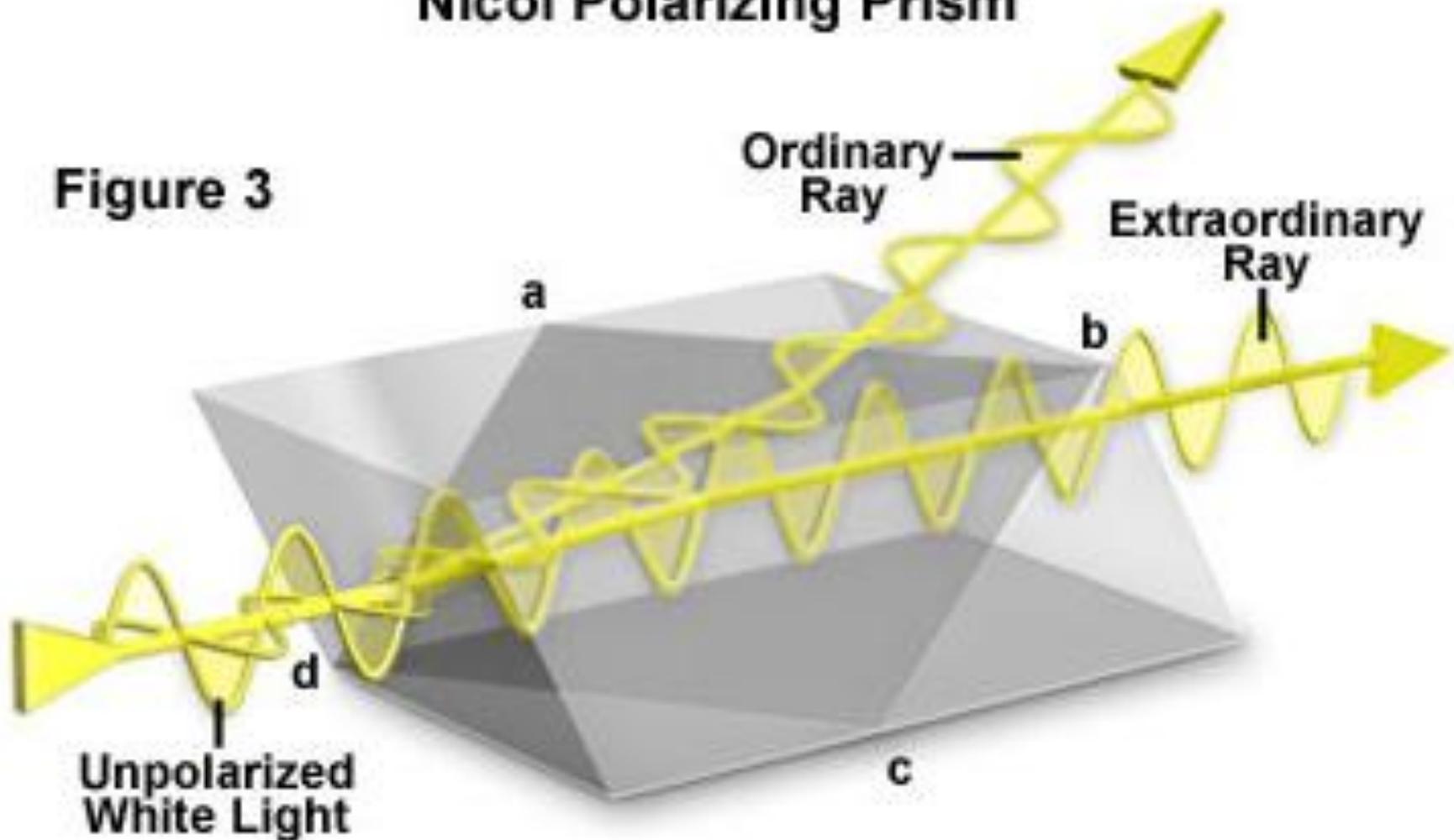
Последовательное преобразование  
неполяризованного света  
в линейно-поляризованный и эллиптически  
поляризованный



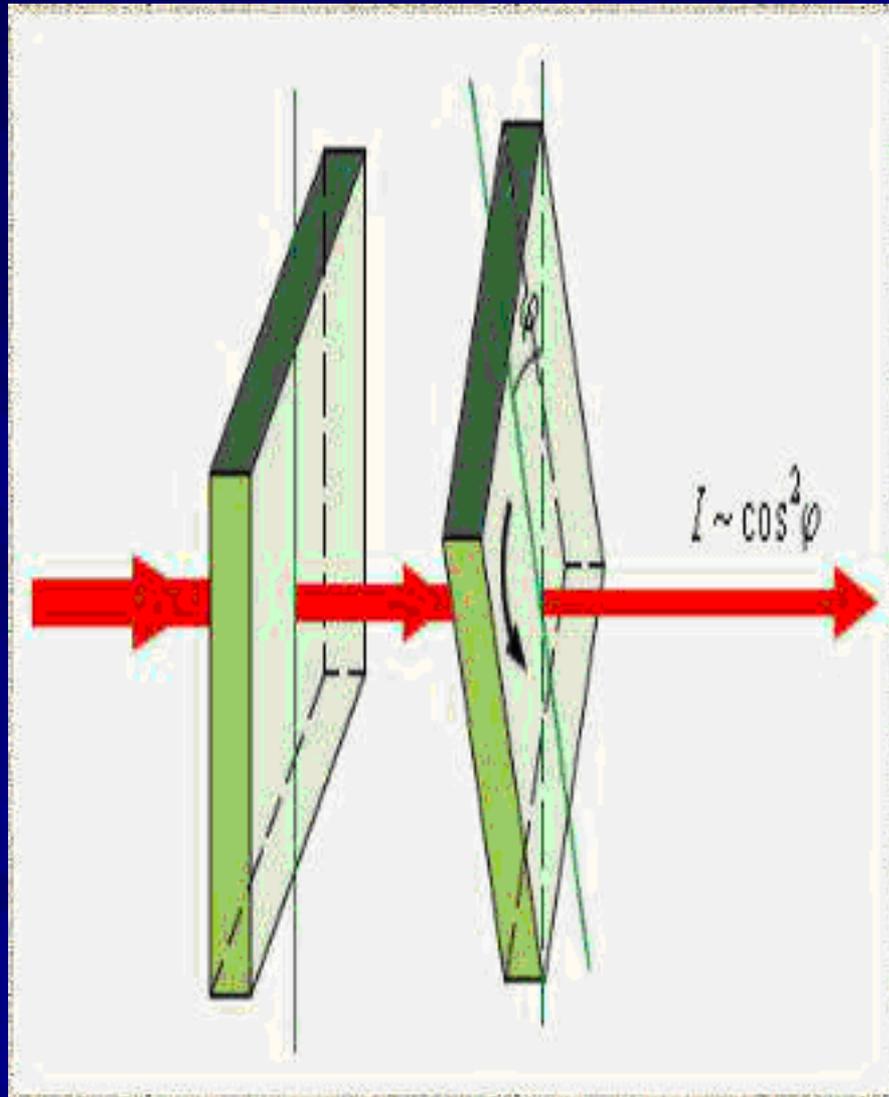
Принцип действия призмы Николя  
(изобретены Уильямом Николем в 1828 г.)

Nicol Polarizing Prism

Figure 3



*Размещение призм Николя  
во взаимно параллельных плоскостях*



Наглядная иллюстрация оптического затемнения,  
полученного за счёт ортогональной ориентации осей  
поляризации николей



*Спасибо  
за внимание!*

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