

**БАЛТИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени И. КАНТА**

**РАЗДЕЛ II**

**МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СИГНАЛОВ.  
МОДУЛЯЦИЯ, ДЕТЕКТИРОВАНИЕ И ДЕМОДУЛЯЦИЯ СИГНАЛОВ**

**к.т.н. Олег Романович Кивчун**

**Калининград  
2013**

## ЛЕКЦИЯ № 18

# МОДУЛЯЦИЯ И ДЕТЕКТИРОВАНИЕ СИГНАЛОВ ОПТИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА

1. Принцип действия волоконных световодов. Источники светового излучения.
2. Модуляция света и классификация её видов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная:

1. Теория электрической связи: Учеб. Для вузов / А.Г. Зюко, Д. Д. Кловский, В.И. Коржик, М. В. Назаров; Под ред. Д. Д. Кловского. – М.: Радио и связь, 1998. – 433 с.

### Дополнительная:

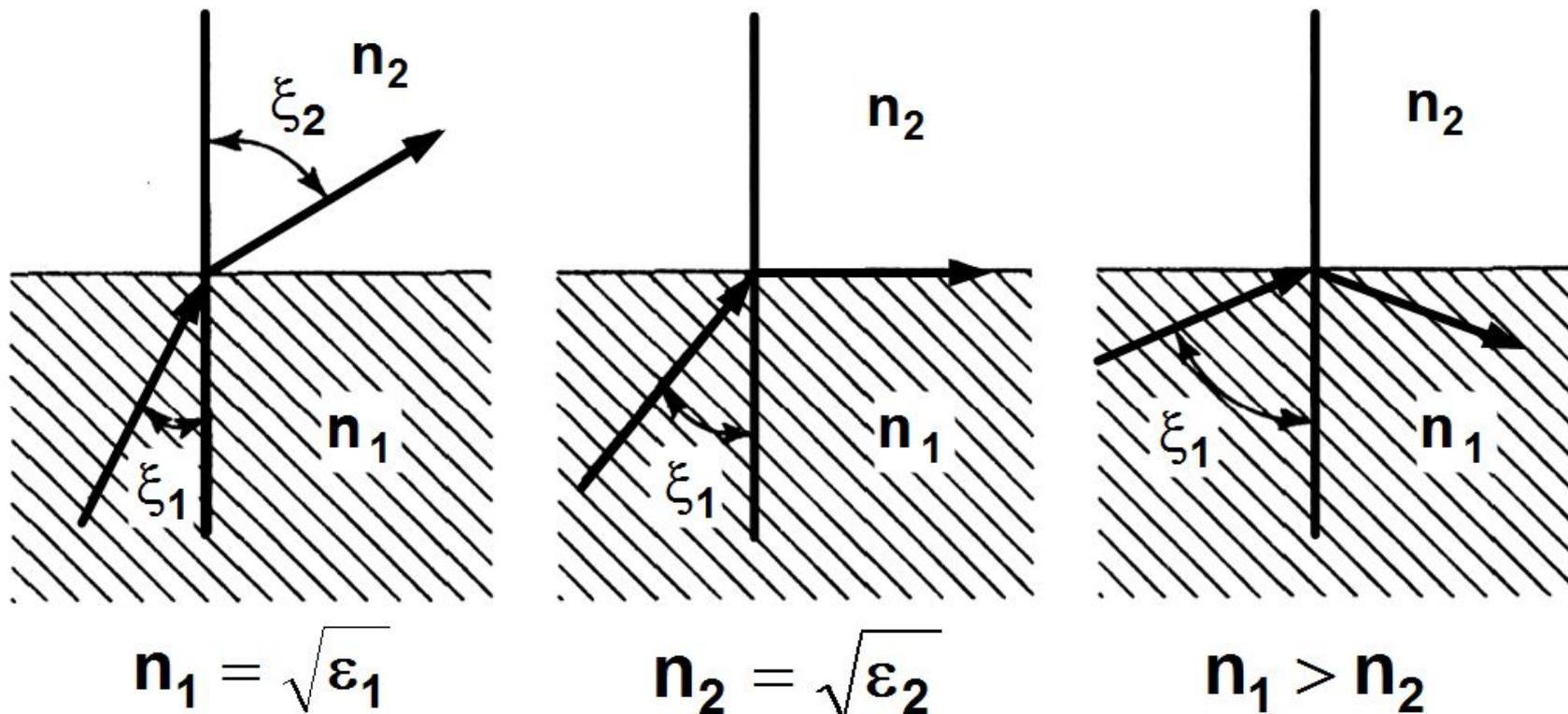
1. Прокис Дж. Цифровая связь: Пер. с англ. / Под ред. Д.Д. Кловского. – М.: Радио и связь, 2000. – 800 с.
2. Бернард Скляр. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1104 с.
3. Сухоруков А.С. Теория электрической связи: Конспект лекций. Часть 1. – М.: МТУСИ, ЦЕНТР ДО, 2002. – 65 с.

**1. Принцип действия волоконных световодов.  
Источники светового излучения**

# ПУТЬ ЛУЧЕЙ ДЛЯ НЕСКОЛЬКИХ УГЛОВ ПАДЕНИЯ

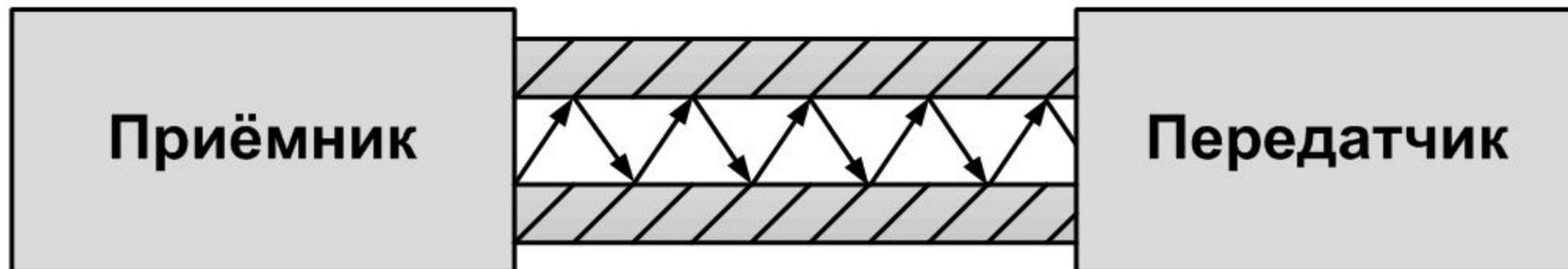
В ВОЛС применяют электромагнитные волны оптического диапазона. Видимое оптическое излучение лежит в пределах длин волн 380-760 нм. Практическое применение в ВОЛС получил инфракрасный диапазон, т. е. излучение с длиной волны более 760 нм. По ВОЛС передаются широкополосные сигналы многоканальной связи.

## ПУТЬ ЛУЧЕЙ ДЛЯ НЕСКОЛЬКИХ УГЛОВ ПАДЕНИЯ

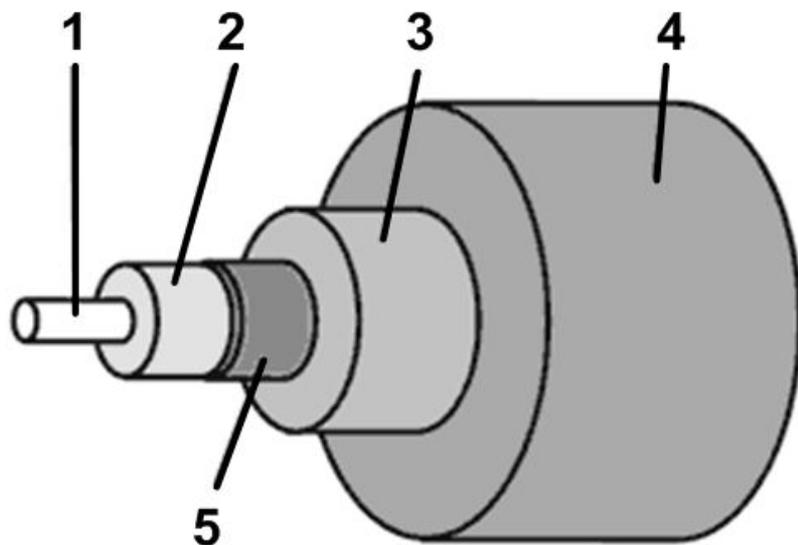


# РАСПРОСТРАНЕНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

ПРИНЦИП РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ



СЕРДЕЧНИК ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО СВЕТОВОДА



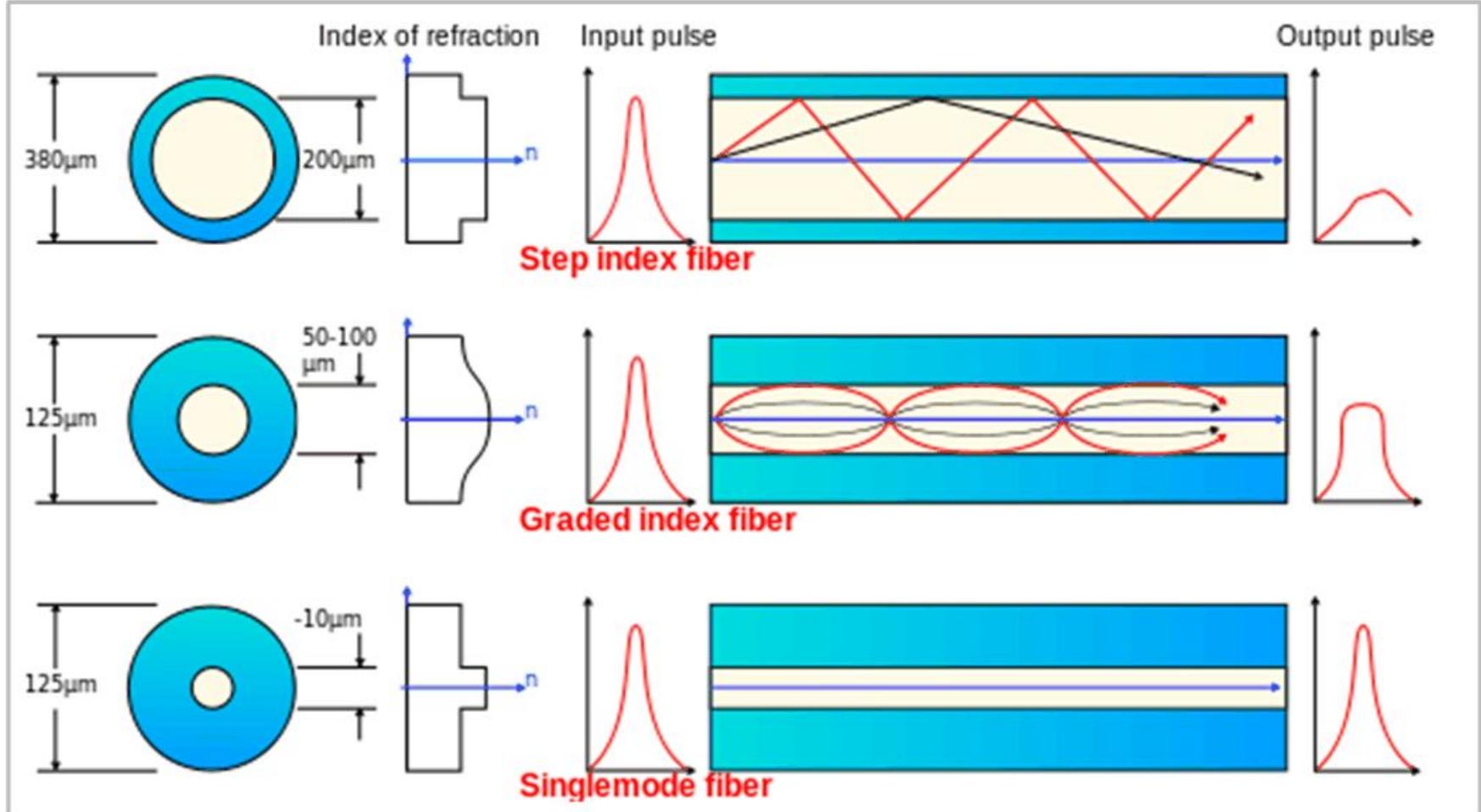
1. Сердечник. 2. Отражающая оболочка. 3. Защитное покрытие, буфер. 4. Вторичный буфер.
5. Защитный лак.

## ЗАКОН СНЕЛЛИУСА

Угол полного отражения (критический угол), при котором падающее на границу раздела двух сред излучение полностью отражается без проникновения во внешнюю среду, определяется соотношением:

$$\theta_{\text{кр}} = \arcsin(n_2/n_1)$$

# ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА

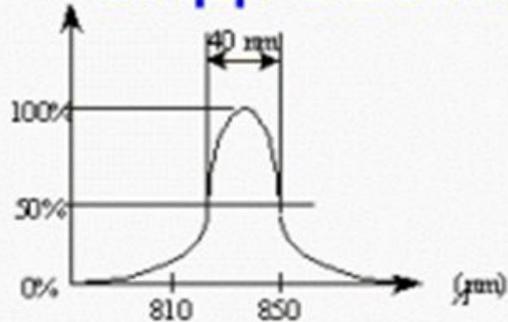


Количество мод зависит от значения нормированной частоты:

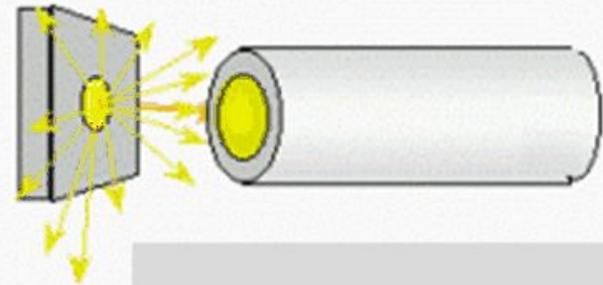
$$V = \frac{2\pi a}{\lambda} \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \approx n_1 \sqrt{2\Delta}; \quad \Delta = (n_1 - n_2) / n_1; \quad \lambda \text{ — длина волны.}$$

# ИСТОЧНИКИ СВЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

## ◆ СИД: Светоизлучающий диод

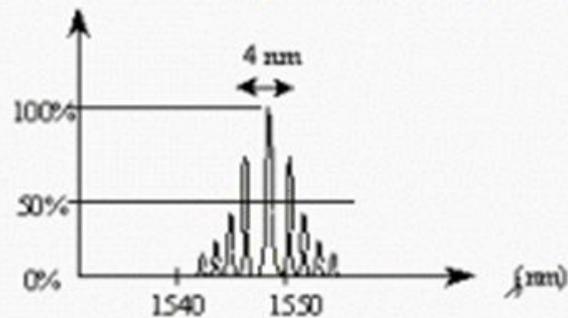


Спектральная характеристика излучения



Дисперсия  
оптического излучения

## ◆ Лазерный диод



Спектральная характеристика излучения



## **2. Модуляция света и классификация её видов**

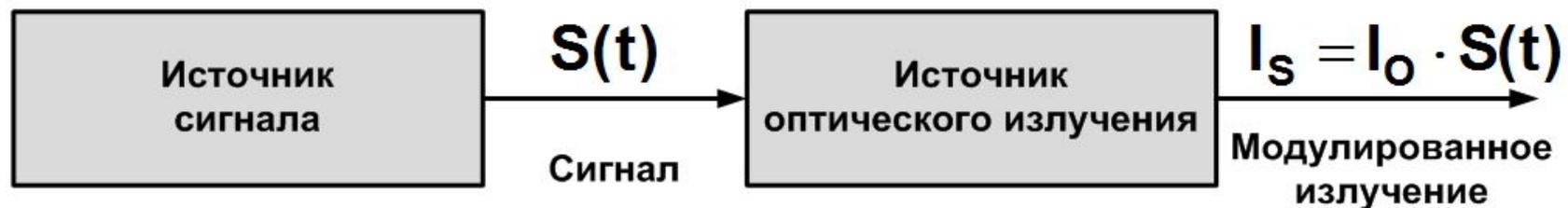
# МОДУЛЯЦИЯ СВЕТА

**ВНЕШНЯЯ МОДУЛЯЦИЯ** основана на изменении параметров излучения (интенсивности, поляризации и других) при прохождении светового луча через какую-либо среду

Принцип внешней модуляции



Принцип внешней модуляции



Прямая модуляция отличается относительной простотой и реализуемостью в интегральных схемах, что труднодостижимо для внешней модуляции. Применение прямой модуляции имеет частотный предел около 5 ГГц (2,5 – 5,0 Гбит/с).

## **ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ**

### **ОСНОВНЫМИ ПРЕИМУЩЕСТВАМИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЛС ЯВЛЯЮТСЯ:**

- более широкая полоса пропускания (от 100 МГц до 20 ГГц), чем у медного кабеля (от 2 до 20 МГц);**
- невосприимчивость к электрическим помехам;**
- низкие потери при передаче сигнала;**
- не вызывает помех в соседних кабелях или других оптоволоконных кабелях;**
- увеличение дальности передачи до 70 км;**
- высокое качество передаваемого сигнала;**
- оптоволоконный кабель миниатюрен и легок.**

### **НЕДОСТАТКИ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛОВ ПО ВОЛС:**

- кабель и приёмопередающее оборудование для ВОЛС дороже, чем оборудование, применяемое для передачи сигналов по витой паре или коаксиальному кабелю;**
- для прокладки оптоволоконного кабеля требуются квалифицированные специалисты. Необходимы специальное оборудование и инструмент для монтажа разъемов и сращивания кабеля.**

**Таким образом, в результате изучения лекции № 18 удалось сделать следующие выводы:**

- наиболее перспективными источниками света являются полупроводниковые лазеры, предложенные в 1961 г. советскими учеными Н.Г. Басовым, Ю.М. Поповым и О.Н. Крохиным;**
- в оптическом резонаторе лазера образуется когерентное в пространстве и времени излучение, позволяющее более эффективно вводить энергию в световод;**
- современные СИД позволяют получить ширину полосы модуляции до 500 МГц, лазеры – до 1 ГГц, в перспективе ожидается полоса передаваемых частот СИД до 1 ГГц, лазерами – до 5 ГГц;**
- относительная простота и низкая стоимость прямой модуляции обусловили ее широкое применение в оптических системах передачи аналоговых и цифровых сигналов с модуляцией интенсивности (мощности) излучения.**

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прокис Дж. Цифровая связь: Пер. с англ. / Под ред. Д.Д. Кловского. – М.: Радио и связь, 2000. – 800 с.
2. Бернард Скляр. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1104 с.
3. Сухоруков А.С. Теория электрической связи: Конспект лекций. Часть 1. – М.: МТУСИ, ЦЕНТР ДО, 2002. – 65 с.
4. Сухоруков А.С. Теория цифровой связи: Учебное пособие. Часть 2. – М.: МТУСИ, 2008. – 53 с.
5. Аджемов А.С. Мир информационной реальности. – М.: ИРИАС, 2006. – 296 с.
6. Каганов В.И., Битюков В.К. Основы радиоэлектроники и связи: Учеб. пособие для вузов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 542 с.
7. Стеценко О.А. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник. – М.: Высш. шк., 2007. – 432 с.
8. Санников В.Г. Сборник задач по курсу «Теория электрической связи»: Учеб. пособие. Часть 1. – М.: МТУСИ, 1992. – 62 с.
9. Санников В.Г. Сборник задач по курсу «Теория электрической связи»: Учеб. пособие. Часть 2. – М.: МТУСИ, 2001. – 65 с.
10. Санников В.Г. Дифференциальная импульсно-кодовая модуляция: Учеб. пособие. – М.: МТУСИ, 2006. – 56 с.

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**