



**Казанский
федеральный**
УНИВЕРСИТЕТ



Типы волоконной оптики, способы изготовления и применения

Аспиранты:

Амирхушанг Ширделхавар

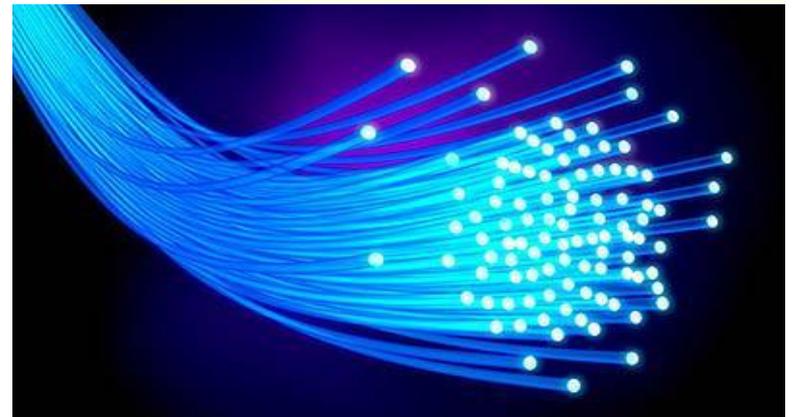
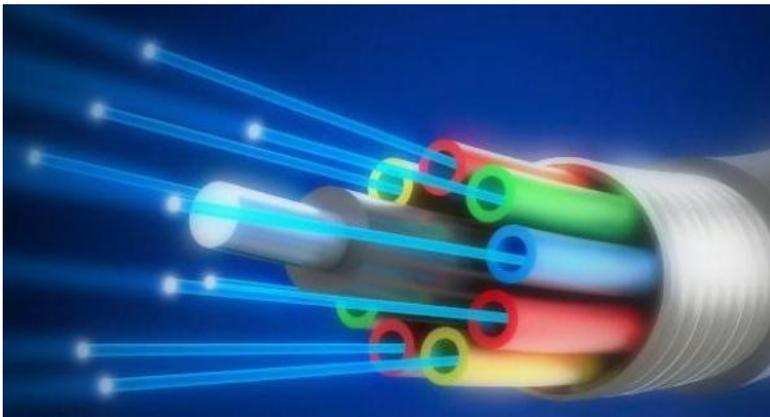
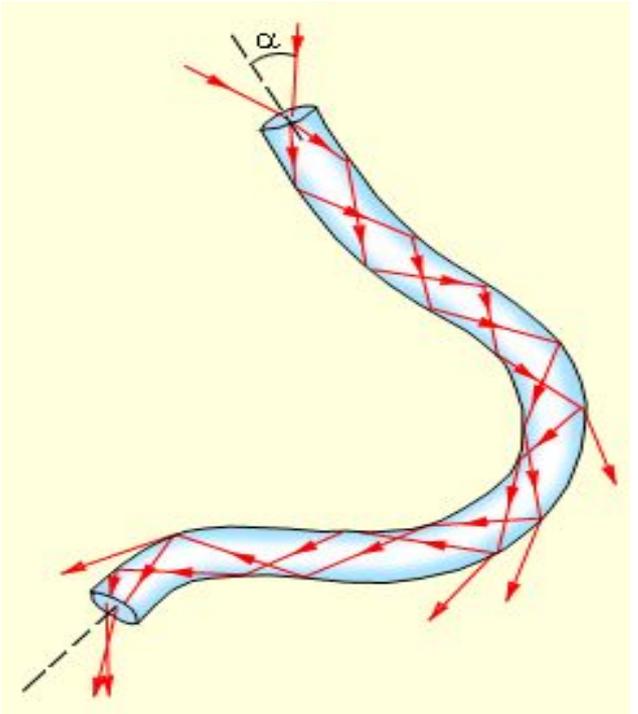
Руководитель:

Р. Х. Гайнутдинов

Казань 2019

Волоконная оптика

На полном внутреннем отражении света основана волоконная оптика. Волокна бывают стеклянные и пластиковые. Диаметр их очень маленький — несколько микрометров. Пучок этих тонких волокон называется световодом.

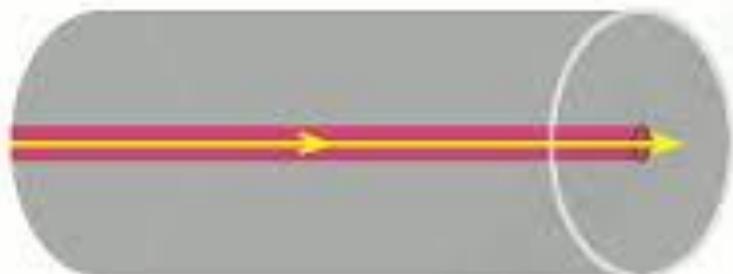


Типы волоконных световодов

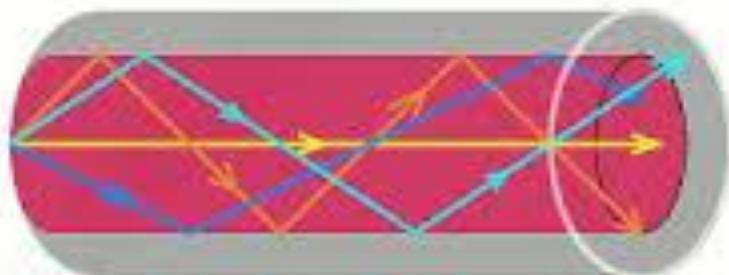
Чаще всего волокна подразделяют на 2 общих типа волокон:

- 1. Многомодовые волокна:** Световое излучение имеет свой спектр, поэтому если сердцевина волокна широкая (это в многомодовом волокне), то больше спектральных составляющих света попадет в сердцевину. Например мы передаем свет на длине волны 1300нм (к примеру), сердцевина многомодовая широкая, то и путей распространения у волн больше. Каждый такой путь и есть моды
- 2. Одномодовые:** Если же сердцевина маленькая (одномодовое волокно), то путей распространения волн соответственно уменьшается. И так как дополнительных мод гораздо меньше, то и не будет и модовой дисперсии

Типы волоконных световодов



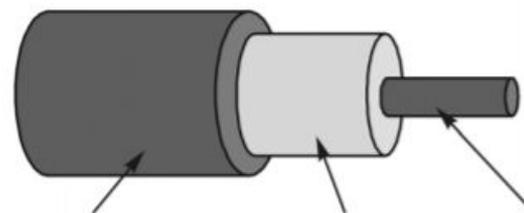
Single-mode fiber



Multi-mode fiber

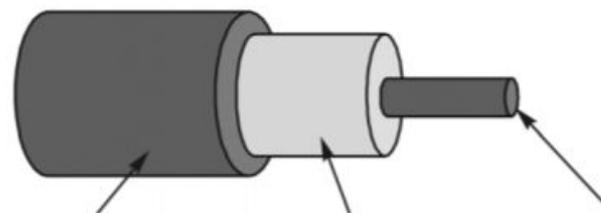
www.explainthatstuff.com

Одномодовые волокна



Покрытие Оболочка Сердцевина
Ø 250 мкм Ø 125 мкм Ø 7–9 мкм

Многомодовые волокна



Покрытие Оболочка Сердцевина
Ø 250 мкм Ø 125 мкм Ø 50/62,5 мкм

Затухание и дисперсия мод

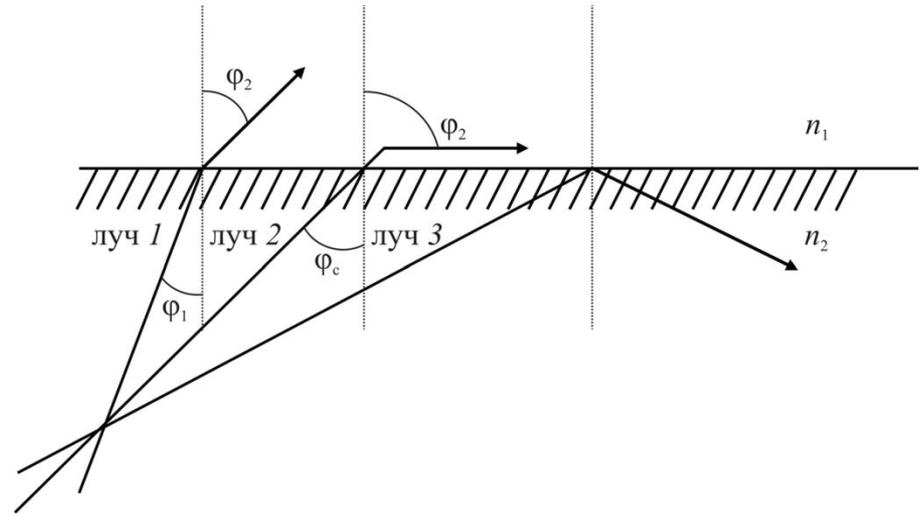
Затуханием: Называется потеря оптической энергии по мере движения света по волокну. Измеряемое в децибелах на километр, оно изменяется от 300 дБ/км для пластикового волокна до примерно 0,21 дБ/км для одномодового волокна.

Дисперсия : расплывание светового импульса по мере его движения по оптическому волокну. Дисперсия ограничивает ширину полосы пропускания и информационную емкость кабеля. Скорость передачи битов должна быть при этом достаточно низкой, чтобы избежать перекрытия различных импульсов. Чем ниже скорость передачи сигналов, тем реже располагаются импульсы в цепочке и тем большая дисперсия допустима. Существует три вида дисперсии:

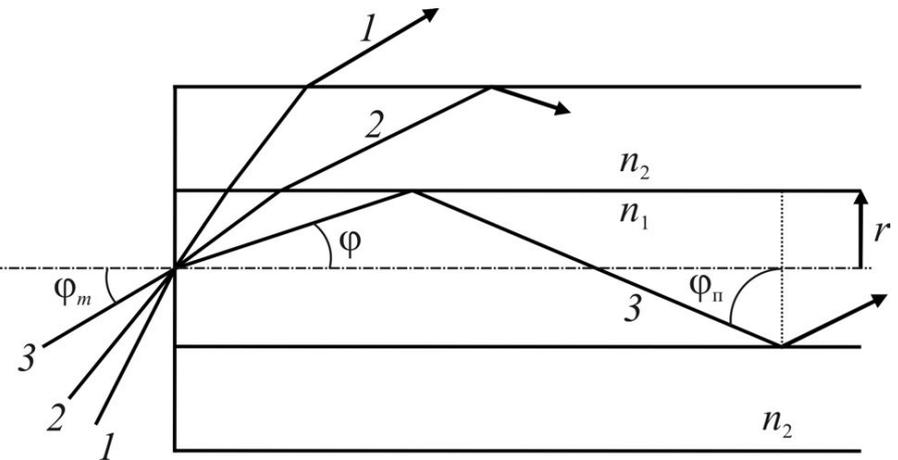
- 1) модовая дисперсия;
- 2) молекулярная дисперсия;
- 3) волноводная дисперсия.

Как работает волоконная оптика

$$\sin \varphi_c = \frac{n_2}{n_1}$$

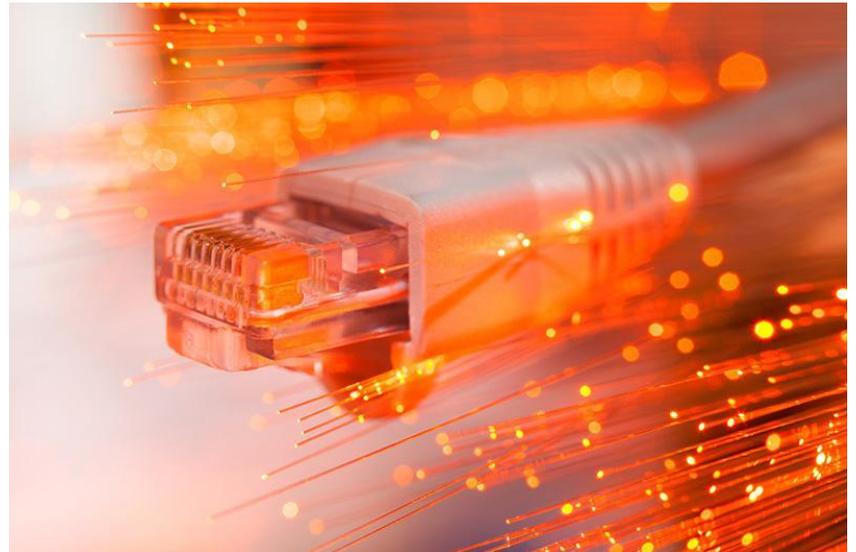


В зависимости от величины угла ϕ , который образует с осью лучи, выходящие из точечного источника в центре торца световода, возникают волны излучения 1, волны оболочки 2 и сердечника 3.



Волоконные линии связи

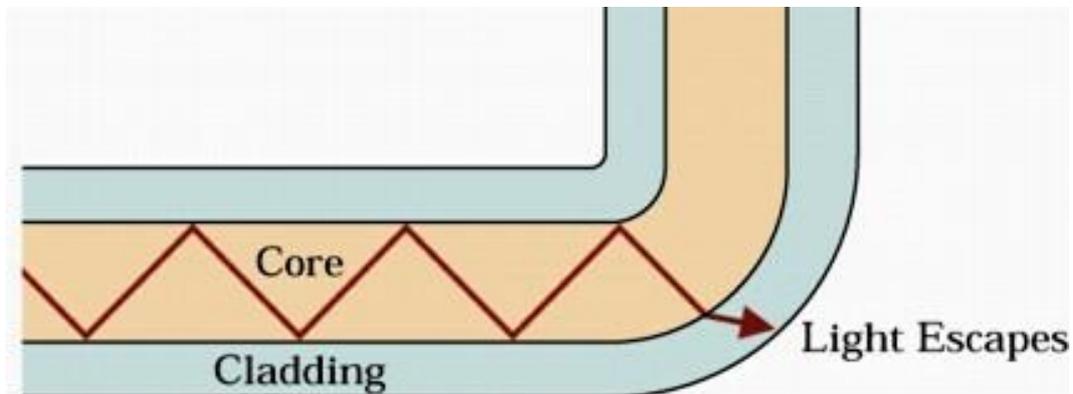
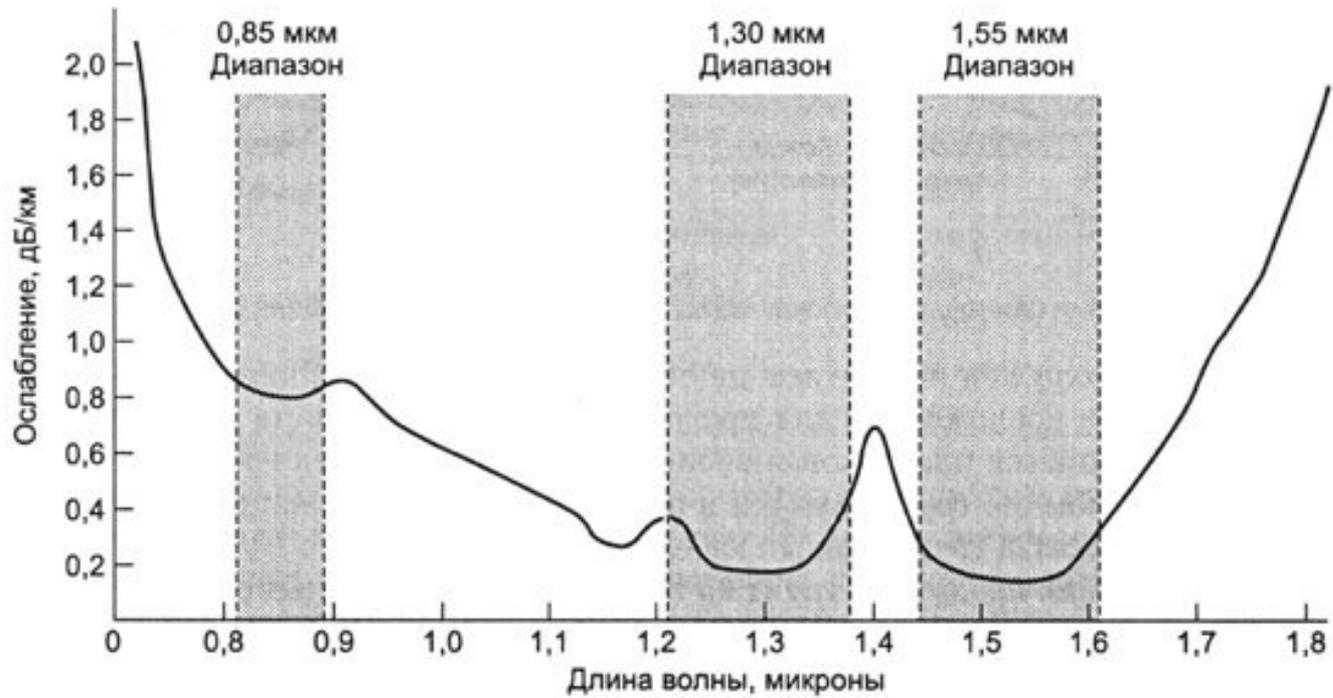
Сации дисперсионного уширения импульсов нужно время от времени усиливать оптический сигнал, который ослабляется, несмотря на то, что современные волоконные световоды имеют весьма низкие оптические потери ($\sim 0,2-0,3$ дБ/км). Как правило, через каждые 50–100 км линии связи для усиления сигнала используются эрбиевые волоконные усилители для линий в диапазоне 1,55 мкм.



Потери

- Потери в оптическом волокне возникают в результате затухания самого материала и рассеяния, в результате чего некоторое количество света попадает на оболочку под углом меньше критического.
- Слишком резкое изгибание оптического волокна также может привести к потерям, поскольку часть света встречается с оболочкой под углом меньше критического.
- Потери сильно варьируются в зависимости от типа волокна
- Пластиковое волокно может иметь потери в несколько сотен дБ на километр
- Многомодовое стекловолокно с градиентным индексом имеет потери около 2–4 дБ на километр
- Одномодовое волокно имеет потери 0,4 дБ / км или менее

Типы потерь



Нелинейные эффекты в оптических волокнах

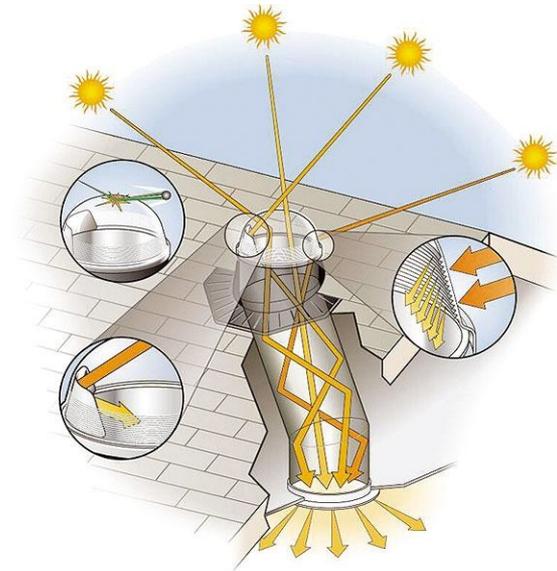
Мощный уровень и маленькая эффективная область волокна, вызывают нелинейные эффекты. С увеличением уровня мощности и числа оптических каналов, нелинейные эффекты могут стать проблемным фактором в системах передачи. Аналоговые эффекты могут быть разделены на две категории:

1. Явления показателя преломления вызывают фазовую модуляцию:
 - Фазовая автомодуляция (SPM)
 - Перекрестная фазовая модуляция (XPM)
 - Четырёхволновое смешение (FWM)
2. Стимулированные явления рассеивания приводят к потерям мощности:
 - Стимулированное Рамановское рассеивание (SRS)
 - Стимулированное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна (SBS)

Применения волоконной оптики

- Оптические волокна используются в медицинских инструментах. Введенные в тело пациента, они передают изображение органа или пораженного участка на внешнюю телекамеру, исключая тем самым необходимость исследования с помощью хирургических методов.
- В автомобилях они служат для подачи света от общего источника к различным приборным панелям.
- Оптические волокна связывают компьютеры, роботы, телевизионные установки и телефоны на многих заводах и в учреждениях.

Применения волоконной оптики



Спасибо

за

внимание

