

# **Перечень тем и задач для рассмотрения на практических занятиях по дисциплине «Перспективные оптические инфокоммуникационные технологии и квантовые коммуникации»**

## **Тема 1. История развития оптической связи. Оптические волокна.**

1. История развития оптической связи. Основные этапы развития.
2. Классификация, конструкции и параметры современных оптических волокон (ОВ) для телекоммуникаций.
3. Основные направления исследований в области создания новых конструкций и технологий изготовления кварцевых ОВ.
4. Поиск новых материалов, конструкций и технологий производства ОВ с целью уменьшения коэффициента затухания.
5. Поиск новых материалов, конструкций и технологий производства с целью уменьшения хроматической и дисперсии.
6. Способы измерения и компенсации хроматической дисперсии.
7. Поиск новых материалов, конструкций и технологий производства с целью уменьшения поляризационно-модовой дисперсии.
8. Способы измерения и компенсации поляризационно-модовой дисперсии.
9. Поиск новых материалов, конструкций и технологий с целью уменьшения чувствительности к изгибам.
10. Специальные типы ОВ: маломодовые, микроструктурированные, многосердцевинные и другие.
11. Новые области использования ОВ (сенсоры, устройства задержки, элементы интегральной оптики и т.п.).
12. Направления дальнейшего развития конструкций и технологий производства ОВ.

## **Тема 2. Источники и приемники излучения.**

1. Принцип действия, физические процессы в прямо смещенном p-n переходе.
2. Вольтамперная и ваттамперная характеристики светоизлучающего диода (СИД).
3. Эквивалентная схема и параметры СИД при прямой модуляции по интенсивности.
4. Конструкции СИД.
5. Конструкция многомодового лазерного диода (ЛД) с резонатором Фабри-Перо.
6. Принцип лазерной генерации.
7. Вольтамперная и ваттамперная характеристики ЛД.
8. Эквивалентная схема и параметры ЛД при прямой модуляции по интенсивности.
9. Конструкции ЛД. Особенности конструкции одномодовых ЛД.
10. ЛД с перестраиваемой частотой.
11. Основные типы современных ЛД и их параметры.
12. Принцип действия, физические процессы в обратном смещенном p-n переходе.
13. Вольтамперная характеристика p-i-n фотодиода (ФД).
14. Эквивалентная схема и параметры p-i-n ФД.
15. Схемы включения p-i-n ФД. Трансимпедансная схема.
16. Принцип действия, физические процессы в лавинном ФД (p-i-n ФД).

17. Шумы p-i-n ФД и ЛФД. Прием цифровых сигналов с амплитудной модуляцией (АМ). Глаз-диаграмма. Q- фактор.
18. Конструкции p-i-n ФД и ЛФД.
19. Сравнение фотоприемных устройств с p-i-n ФД и ЛФД.
20. Схемы приемо-передатчиков (трансиверов) их параметры.
21. Транспондеры для волоконно-оптических систем связи с мультиплексированием в волновой области (DWDM).
22. Направления дальнейшего развития источников и приемников излучения.

### **Тема 3. Пассивные оптические компоненты.**

1. Классификация пассивных оптических компонентов.
2. Конструкции, типы и параметры разъёмных оптических соединителей. Патчкорды, пигтейлы.
3. Измерение параметров оптических соединителей.
4. Неразъёмное соединение ОВ и других оптических компонентов.
5. Физические процессы при сварке ОВ. Сварочные аппараты. Юстировка ОВ.
6. Технология монтажа ОВ в распределительных устройствах и муфтах. Используемый инструмент.
7. Принцип действия, назначение и параметры оптических аттенюаторов. Аттенюаторы с фиксированным и регулируемым затуханием.
8. Конструкции, принцип действия, назначение и параметры оптических разветвителей, направленных ответвителей и сплиттеров.
9. Принцип действия, конструкции, назначение и параметры оптических интерференционных фильтров.
10. Принцип действия, конструкции, назначение и параметры брэгговских волоконных решеток.
11. Принцип действия, конструкции, назначение и параметры оптических циркуляторов.
12. Принцип действия, конструкции, назначение и параметры оптических изоляторов.
13. Принцип действия, конструкции, назначение и параметры мультиплексоров и демультиплексоров в волновой области (WDM).
14. Принцип действия, конструкции, назначение и параметры оптических мультиплексоров ввода/вывода (OADM).
15. Принцип действия, конструкции, назначение и параметры реконфигурируемых оптических мультиплексоров ввода/вывода (ROADM).
16. Принцип действия, конструкции, назначение и параметры кросс-коммутаторов.
17. Направления дальнейшего развития пассивных оптических компонентов.

### **Тема 4. Активные оптические компоненты.**

Классификация, принципы действия, конструкции, параметры современных оптических усилителей и преобразователей частоты. Усилители на основе оптических волокон, легированных редкоземельными элементами. Усилители рамана и полупроводниковые. Направления дальнейшего развития.

1. Классификация активных оптических компонентов. Общие принципы оптического усиления. Области применения.
2. Принцип действия, схема регенератора 3R цифровых оптических сигналов.

3. Сравнение оптического регенератора и оптического усилителя (ОУ).
4. Классификация оптических усилителей. Особенности волоконно-оптических усилителей на основе оптических волокон, легированных редкоземельными элементами.
5. Принцип действия, схемы подключения накачки к ОУ на основе ОВ, легированного эрбием (EDFA). Трехуровневая и двухуровневые модели EDFA.
6. Инверсная населенность среды. Время жизни. Спонтанное и вынужденное излучение.
7. Шумы ОУ. Усиленное спонтанное излучение.
8. Практическое применение EDFA в линейных трактах волоконно-оптических систем связи (BOCC) с DWDM.
9. Принцип действия, схема и параметры оптического усилителя вынужденного комбинационного рассеяния (ВКР), ОУ Рамана.
10. Практическое применение ОУ Рамана в линейных трактах волоконно-оптических систем связи (BOCC) с DWDM.
11. Сравнение EDFA с ОУ Рамана.
12. Принцип действия, конструкция и параметры полупроводниковых ОУ.
13. Перспективы использования полупроводниковых ОУ в сочетании с элементами интегральной оптики.
14. Перспективы развития активных компонентов BOCC.

#### **Тема 5. Энергетический и когерентный прием.**

1. Особенности энергетического приема цифровых оптических сигналов с амплитудной модуляцией (модуляцией по интенсивности).
2. Схема энергетического фотоприемного устройства (ФПУ) цифровых сигналов с амплитудной модуляцией, использующего р-і-п ФД. Отношение сигнала к шуму,  $Q$  –фактор. Обнаружительная способность. Учет шумов последующей схемы.
3. Схема энергетического ФПУ цифровых сигналов с амплитудной модуляцией, использующего ЛФД. Отношение сигнала к шуму,  $Q$  –фактор. Обнаружительная способность. Учет шумов последующей схемы.
4. Схема энергетического ФПУ цифровых сигналов с амплитудной модуляцией, использующего ОУ и р-і-п ФД. Отношение сигнала к шуму,  $Q$  –фактор. Обнаружительная способность. Учет шумов последующей схемы.
5. Предельные возможности энергетических ФПУ.
6. Возможности использования энергетических ФПУ для приема цифровых сигналов с фазовой модуляцией.
7. Принцип действия, схема, математическое описание когерентного приема цифровых оптических сигналов.
8. Схема гетеродинного приема цифровых оптических сигналов с различными форматами модуляции (манипуляции).
9. Схема гомодинного приема цифровых оптических сигналов с различными форматами модуляции (манипуляции).
10. Сравнение гетеродинного и гомодинного приема.
11. Схемы смещения принимаемого оптического сигнала и излучения гетеродина. 90-градусный гибрид.

12. Формирование сигналов с различными видами модуляции. Интерферометры Маха-Цендера.
13. Использование балансных приемников для приема сигналов с квадратурной модуляцией.
14. Алгоритмы цифровой обработки сигналов в когерентных приемниках.
15. Предельные возможности ФПУ с когерентным приемом.
16. Перспективы развития ВОСС с когерентным ФПУ.