

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет»
Инженерно-физический факультет высоких технологий
Кафедра радиофизики и электроники

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для самостоятельной работы по дисциплине
«Телекоммуникационная техника и волоконная оптика»
студентов магистратуры по направлению 03.04.02 «физика»
Очная форма обучения

Санников Д.Г.

Ульяновск 2019

Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине «Телекоммуникационная техника и волоконная оптика» для студентов магистратуры по направлению 03.04.02 «физика», очная форма обучения. Санников Д.Г. Ульяновск: УлГУ, 2019.

Настоящие методические указания предназначены для студентов направления 03.04.02 «физика», изучающих дисциплину «Телекоммуникационная техника и волоконная оптика». Приводится литература по дисциплине, основные темы курса и вопросы в рамках каждой темы, а также контрольные вопросы для самопроверки.

Указания могут быть полезны для усвоения материала лекций и семинаров, а также при подготовке к экзамену по данной дисциплине.

Рекомендованы к использованию Ученым советом инженерно-физического факультета высоких технологий УлГУ, протокол №11 от «18» июня 2019 г.

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

- [1] Оптика и фотоника. Принципы и применения : учеб. пособие : в 2 т. Т. 1 / Б. Салех, М. Тейх; пер. с англ. В. Л. Дербова. Долгопрудный : Интеллект, 2012.
- [2] Оптика и фотоника. Принципы и применения : учеб. пособие : в 2 т. Т. 2 / Б. Салех, М. Тейх; пер. с англ. В. Л. Дербова. Долгопрудный : Интеллект, 2012.
- [3] Волноводная оптоэлектроника / Т. Тамир, Х. Когельник, У. Бернс и др. Москва: Мир, 1991.
- [4] Санников Д.Г. Специальный лабораторный практикум по курсу «Телекоммуникационная техника и волоконная оптика». Ульяновск: УлГУ, 2019.

Темы для самостоятельной работы

1. *Моды оптического планарного волновода*
2. *Распространение и потери оптического излучения в волоконном световоде*
3. *Теория связанных мод*
4. *Информационные характеристики световодов*
5. *Модель волоконно-оптической линии связи*
6. *Изучение процесса сварки оптического волокна и измерения потерь*

Тема 1. Моды оптического планарного волновода

Основные вопросы темы

1. Описание оптического планарного волновода в рамках лучевого и электромагнитного подходов. Эффективные показатели преломления мод. Условие отсечки и мощность моды.
2. Изучение условий ввода, распространения и вывода оптического излучения в планарных волноводах.

Рекомендации по изучению темы

Вопрос 1: [1], глава 8¹, [3], глава 2.

Вопрос 2: [1], глава 8; [4], теор. введение к лаб. работе №1.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение планарного оптического волновода.
2. Каково должно быть соотношение между оптической плотностью направляющего слоя, подложки и покровного слоя в 3-слойном планарном волноводе, и почему?
3. В чем разница между лучевым и электромагнитным подходами, используемыми для описания собственных волн в оптическом планарном волноводе?
4. Запишите условие отсечки и зарисуйте соответствующее распределение поля.
5. Объясните дискретность спектра волноводных мод.

Тесты для самопроверки. Выберите один правильный ответ.

1. Дисперсионное соотношение для 3-слойного волновода связывает константу распространения моды:
 - А) с показателями преломления сред и частотой
 - Б) с показателями преломления сред, частотой и толщиной структуры
 - В) с частотой и толщиной структуры
2. Условие отсечки в 3-слойном планарном волноводе означает
 - А) возникновение преломления по крайней мере в одной из окружающих сред
 - Б) дисперсию мод структуры
 - В) возмущение диэлектрической проницаемости волноводной плёнки
3. Дискретностью в 3-слойном планарном волноводе обладают
 - А) излучательные моды подложки
 - Б) излучательные моды покровной среды

¹ Т.е. книга [1] Б. Салех, М. Тейх. Оптика и фотоника. Принципы и применения Т.1. Долгопрудный : Интеллект, 2012, глава 8.

В) направляемые моды волновода

Тема 2. Распространение и потери оптического излучения в волоконном световоде

Основные вопросы темы

1. Виды волоконных световодов (ВС). Дисперсионное уравнение для 1-модовых ВС.
2. Условие отсечки, вырождение мод, поляризация. Потери в ВС.

Рекомендации по изучению темы

Вопрос 1: [1], глава 9.

Вопрос 2: [1], глава 9, [4], теор. введение к лаб. работе №3.

Контрольные вопросы

1. В каких областях длин волн работают волоконно-оптические схемы?
2. Как устроен волоконный световод?
3. Запишите дисперсионное уравнение для волоконного световода со ступенчатым профилем показателя преломления.
4. Как классифицируются волоконные световоды?
5. Перечислите виды потерь в оптических волокнах.

Тесты для самопроверки. Выберите один правильный ответ.

1. Защитная оболочка одномодового волоконного световода
 - А) желтого цвета
 - Б) оранжевый цвета
 - В) темно-зеленая с черными полосками
2. Одномодовый режим распространения в волоконном световоде наступает, если
 - А) нормированный параметр $v < 2,405$
 - Б) нормированный параметр $v > 2,405$
 - В) нормированный параметр $b > 1$
3. Числовая апертура волокна:
 - А) не зависит от показателя преломления сердцевины
 - Б) не зависит от показателя преломления оболочки
 - В) определяется показателями преломления оболочки и сердцевины

Тема 3. Теория связанных мод

Основные вопросы темы

1. Знакомство с теорией связанных мод, изучение работы направленных ответвителей. Измерение коэффициента связи оптических световодов.
2. Анализ характеристических уравнений для ТЕ и ТМ мод.

Рекомендации по изучению темы

- Вопрос 1: [2], стр.228, 277; [4], теор. введение к лаб. работе №4.
Вопрос 2: [2], п.2.6; [4], теор. введение к лаб. работе №4.

Контрольные вопросы

1. Запишите и объясните уравнения связи собственных волн.
2. Как производится измерение коэффициента связи оптических световодов?
3. Что такое интеграл перекрытия?
4. Дайте определение фазового синхронизма мод.
5. Как находится коэффициент направленности связи?

Тесты для самопроверки. Выберите один правильный ответ.

4. Дисперсионное соотношение для 3-слойного волновода связывает константу распространения моды:
 - А) с показателями преломления сред и частотой
 - Б) с показателями преломления сред, частотой и толщиной структуры
 - В) с частотой и толщиной структуры
5. Условие отсечки в 3-слойном планарном волноводе означает
 - А) возникновение преломления по крайней мере в одной из окружающих сред
 - Б) дисперсию мод структуры
 - В) возмущение диэлектрической проницаемости волноводной плёнки
6. Дискретностью в 3-слойном планарном волноводе обладают
 - А) излучательные моды подложки
 - Б) излучательные моды покровной среды
 - В) направляемые моды волновода

Тема 4. Информационные характеристики световодов

Основные вопросы темы

1. Количественные характеристики аналоговой и цифровой информации.
2. Пропускная способность и информационная емкость волоконно-оптического многожильного кабеля.

Рекомендации по изучению темы

Вопрос 1: [2], стр.228, 277; [4], теор. введение к лаб. работе №4.

Вопрос 2: [2], п.2.6; [4], теор. введение к лаб. работе №4.

Контрольные вопросы

1. Что такое фурье-преобразование и как оно используется при обработке сигнала в оптической линии связи?
2. Что такое цифровая и аналоговая модуляции?
3. Объясните предназначение оптических транспарантов (нож и мира Фуко).
4. Дайте определения пропускной способности и информационной емкости оптической линии
5. С какой целью используется функция рассеяния линий (ФРЛ)?

Тесты для самопроверки. Выберите один правильный ответ.

1. Для записи характеристического уравнения необходимо:
А) 3 нормированных параметра – константа распространения (b), толщина (v), степень асимметрии (A)
Б) 4 нормированных параметра – константа распространения (b), толщина (v), степень асимметрии (A) и номер моды (m)
В) 3 нормированных параметра – константа распространения (b), номер моды (m), степень асимметрии (A)
2. Мощности моды 3-слойного плоского волновода связана с эффективной толщиной
А) прямо пропорционально
Б) обратно пропорционально
В) по кубическому закону
3. Асимметричный оптических волновод – это структура, у которой:
А) распределения полей мод ТЕ и ТМ типов асимметричны
Б) распределения полей двух первых ТЕ мод асимметричны
В) показатели преломления покровной среды и подложки различны

Тема 5. Модель волоконно-оптической линии связи

Основные вопросы темы

1. Принципы построения волоконно-оптической линии связи (ВОЛС).
2. Измерение оптических характеристик ВОЛС и моделирование сигналов, передаваемых в реальной линии.

Рекомендации по изучению темы

Вопрос 1: [2], глава 24; [4], стр.53-58.

Вопрос 2: [2], глава 24; [4], лаб. работе №6, задание 5.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные параметры ВОЛС.
2. Что такое дисперсия импульса в волокне?
3. Перечислите основные виды мультиплексирования в ВОЛС.
4. Какими методами описывается распространение света в волоконном световоде?
5. Объясните принципы технологий WDM и TDM.

Тесты для самопроверки. Выберите один правильный ответ.

1. Одномодовый волоконный световод имеет защитную оболочку
 - А) желтого цвета
 - Б) оранжевого цвета
 - В) зеленого цвета с черными полосками
2. Одномодовый режим распространения в волоконном световоде наступает, если
 - А) нормированный параметр $v < 2,405$
 - Б) нормированный параметр $v > 2,405$
 - В) нормированный параметр $b > 1$
3. Числовая апертура волокна:
 - А) не зависит от показателя преломления сердцевины
 - Б) не зависит от показателя преломления оболочки
 - В) определяется показателями преломления оболочки и сердцевины