

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
«Специальный физический практикум»
студентов магистратуры по направлению 03.04.02 «Физика»
Очная форма обучения

Санников Д.Г.

Ульяновск 2019

Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине «Специальный физический практикум» 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 «Специальный физический практикум». Приводится литература по дисциплине, основные темы курса и вопросы в рамках каждой темы, а также контрольные вопросы для самопроверки.

Указания могут быть полезны 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. Бейли Д. Волоконная оптика : теория и практика / Бейли Дэвид, Э. Райт. - Москва : Кудиц-Образ, 2006.
2. Звелто О. Принципы лазеров. М.: Мир, 2008.
3. Пихтин А.Н. Оптическая и квантовая электроника. М.: Высшая школа, 2001.
4. Санников Д.Г. Специальный лабораторный практикум по курсу «Телекоммуникационная техника и волоконная оптика». Ульяновск: УлГУ, 2019.

Список тем для самостоятельной работы

1. *Ватт-амперные и поляризационные характеристики лазерных диодов и светодиодов.*
2. *Модовая структура и числовая апертура волоконных световодов.*
3. *Характеристики пассивных элементов оптического линейного тракта. Потери на затухание при соединении световодов.*
4. *Исследование степени когерентности лазерного диода.*
5. *Определение числовой апертуры волоконных световодов*

Тема 1. Ватт-амперные и поляризационные характеристики лазерных диодов и светодиодов.

Основные вопросы темы

1. Инверсия и генерация лазерного излучения. Схемы накачки.
2. Ватт-амперные характеристики лазерного (ЛД) и светоизлучающего (СД) диодов.
3. Ток накачки ЛД

Рекомендации по изучению темы

Вопрос 1: [1], глава 6¹, [2], глава 1.

Вопрос 2: [2], глава 9; [4], стр.44-45.

Вопрос 3: [3], глава 9.

Контрольные вопросы

1. В каких областях длин волн работают мазеры и лазеры?
2. Что такое неравновесное состояние системы, инверсия?
3. Дайте определение накачки, каковы способы её осуществления?
4. Каковы свойства вынужденных переходов?
5. Как определяется максимальная выходная мощность для непрерывного режима работы генератора?

Тесты для самопроверки. Выберите один правильный ответ.

1. Видимый участок оптического диапазона включает длины волн:
А) от 2 до 50 мкм
Б) от 10 нм до 350 нм
В) от 0,38 до 0,78 мкм
2. Инверсией населенностей называется состояние системы квантовых частиц, в котором:
А) верхний уровень имеет большую населенность, нежели нижний
Б) уровни имеют одинаковую населенность
В) число частиц на верхнем уровне меньше, чем на нижнем
3. Эффект насыщения наступает в случае, когда
А) коэффициент поглощения падает
Б) коэффициент поглощения растет
В) доля энергии, поглощаемой системой, увеличивается

¹ Т.е. книга Бейли Д. Волоконная оптика: теория и практика, 2006, глава 6.

Тема 2. Модовая структура и числовая апертура волоконных световодов.

Основные вопросы темы

1. Поляризация волн. Поляризующие устройства.
2. Полупроводниковые фотоприемники и излучатели.
3. Степень поляризации СИДа и лазерного диода.

Рекомендации по изучению темы

Вопрос 1: [3], главы 1,3; [4], лаб.работа № 6.1.

Вопрос 2: [3], главы 1,3.

Вопрос 3: [2], глава 9; [3], глава 11.

Контрольные вопросы

1. Что такое поляризация?
2. Перечислите виды поляризаторов.
3. Какие материалы используются для изготовления фотоприемников?
4. Какие материалы применяются для создания современных полупроводниковых лазерных диодов?
5. Что такое степень поляризации излучателя?

Тесты для самопроверки. Выберите один правильный ответ.

1. Поляризатор предназначен для
 - А) доплеровского уширения линии
 - Б) создания монохроматического излучения
 - В) полностью или частично поляризованного оптического излучения
2. Системы с инверсией населенностей являются системами
 - А) с усилением
 - Б) с поглощением
 - В) с инжекцией
3. Ширина запрещенной зоны E_g фотоприемника обычно
 - А) уже, чем E_g излучателя
 - Б) шире, чем E_g излучателя
 - В) превышает 3 эВ

Тема 3. Характеристики пассивных элементов оптического линейного тракта. Потери на затухание при соединении световодов.

Основные вопросы темы

1. Устройство волоконно-оптических линий связи (ВОЛС).
2. Спекл-структура выходящего из волокна излучения.
3. Потери в ВОЛС.

Рекомендации по изучению темы

Вопрос 1: [1], глава 3; [3], п.12.3; [4], стр.53-68.

Вопрос 2: [2], п.11.5.

Вопрос 3: [1], пп.3.7-3.8; [4], лаб.работа № 6, задание 1.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные функциональные узлы ВОЛС.
2. Дайте определение спекла.
3. Что такое модовая дисперсия?
4. Перечислите основные виды потерь в волоконных световодах.
5. Почему во многих случаях для передачи сигналов в ВОЛС предпочтительнее использовать одномодовое оптическое волокно?

Тесты для самопроверки. Выберите один правильный ответ.

1. Модовая дисперсия возникает из-за
 - А) разницы длины пути, проходимой разными модами в световоде
 - Б) равенств путей, проходимых разными модами в световоде
 - В) материальной дисперсии внутри волокна
2. Причиной материальной дисперсии является
 - А) спектральная зависимость показателя преломления материала сердцевины волокна от длины волны
 - Б) полная независимость показателя преломления материала сердцевины волокна от длины волны
 - В) модовая дисперсия в оптическом волокне
3. Непрерывный режим работы лазера – это режим генерации, который
 - А) продолжается в течение времени, заметно большего времени релаксации
 - Б) имеет продолжительность, не превышающую время релаксации
 - В) имеет продолжительность, сопоставимую со временем релаксации

Тема 4. Исследование степени когерентности лазерного диода.

Основные вопросы темы

1. Зависимость когерентности излучения от тока накачки.
2. Модовые шумы в волоконно-оптической линии связи (ВОЛС).

Рекомендации по изучению темы

Вопрос 1: [2], глава 1; [3], глава 9.

Вопрос 2: [1], глава 1; [4], стр.50-52.

Контрольные вопросы

1. Что такое фазовая, частотная и амплитудная модуляция сигнала?
2. Объясните ход ватт-амперной характеристики лазерного диода.
3. Объясните, как работает осциллограф в режиме выделения строки.
4. Запишите формулу для степени когерентности уравнение и объясните её.
5. Как устроен инжекционный лазер?

Тесты для самопроверки. Выберите один правильный ответ.

1. Ток накачки лазерного диода – это ток, соответствующий
 - А) началу лазерной генерации
 - Б) прекращению накачки
 - В) началу релаксации
2. Сверхлюминесценция начинается при
 - А) приближении к тока к пороговому значению, когда еще не выполнено условие самовозбуждения
 - Б) при наличии неосновных носителей внутри гетероперехода
 - В) во время рекомбинации неосновных носителей вне гетероперехода
3. Эффективность преобразования (или КПД) лазерного диода определяется как отношение
 - А) выходной оптической мощности лазерного излучения к электрической мощности, подаваемой на диод
 - Б) входной оптической мощности лазерного излучения к электрической мощности, подаваемой на диод
 - В) выходной оптической мощности лазерного излучения к напряжению, подаваемому на диод
- 4.

Тема 5. Определение числовой апертуры волоконных световодов

Основные вопросы темы

1. Измерения числовой апертуры оптических волокон.
2. Апертура одномодового и многомодового световодов.

Рекомендации по изучению темы

Вопрос 1: [1], п.3.3; [2], стр.253.

Вопрос 2: [1], п.3.4; [4], лаб.работа № 3.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение числовой апертуры.
2. Каковы важнейшие параметры, характеризующие распространение света в волоконном световоде?
3. Что такое полоса пропускания волоконного световода?
4. Как связана числовая апертура с относительной разницей показателей преломления сердцевины и оболочки оптического волокна?
5. Что такое люминесценция и свёрхлюминесценция?

Тесты для самопроверки. Выберите один правильный ответ.

1. Релеевское рассеяние убывает пропорционально
 - А) третьей степени длины волны
 - Б) четвертой степени длины волны
 - В) экспоненте
2. Нормированный параметр v (нормированная толщина) волокна связан с количеством мод N в структуре как
 - А) $N \approx v^2$
 - Б) $N \approx 1/v$
 - В) $N \approx v^3$
3. Дисперсионные свойства определяют полосу пропускания оптоволокна, которая, в свою очередь, характеризует
 - А) расплывание δ -образного импульса при его распространении по световоду
 - Б) сжатие распространяющегося по световоду δ -образного импульса
 - В) сжатие гауссова импульса в световоде