

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Институт информационных технологий и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

Галкин А.А.

« 1 » 09 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Волоконно-оптические системы связи

направление подготовки / специальность

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

направленность (профиль) подготовки

Мобильные средства связи

г. Владимир

Год 2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями изучения дисциплины «Волоконно-оптические устройства и системы» являются:

1. Усвоение теоретических понятий, расчётных методов и принципов конструирования современных пассивных и активных волоконно-оптических устройств, предназначенных в первую очередь для оптических систем связи.
2. Процесс обучения включает подготовку к пользованию существующими и разрабатываемыми системами автоматизированного проектирования.

Задачи:

1. Ознакомление с современной методологией научно-технического творчества.
2. Подготовка для использования радиотехнических знаний при решении практических задач по разработке и эксплуатации систем, устройств и комплексов радиотехнического профиля.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина "Волоконно-оптические системы связи" относится к части, формируемой участниками образовательных отношений. (Б1.В.06).

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<p>УК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации</p> <p>УК-1.2. Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности</p> <p>УК-1.3. Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений</p>	<p>Знает основные принципы работы волоконно-оптических устройств.</p> <p>Умеет применять основные законы оптики, математические соотношения при решении задач расчёта радиотехнических оптических устройств.</p> <p>Владеет методами анализа, расчёта и проектирования волоконно-оптических устройств.</p>	<p>Опрос по пройденному теоретическому материалу.</p> <p>Тестовые вопросы.</p>

<p>ПК-2. Способен проводить предпроектную подготовку системного проекта телекоммуникационной системы</p>	<p>ПК-2.1. Знает современные требования по производительности, доступности, безопасности, масштабируемости, интеграции технологий, управляемости систем связи (телекоммуникаций) ПК-2.2. Умеет определять задачи, решаемые с помощью инфокоммуникационной системы и ожидаемые результаты ее использования ПК-2.3. Владеет навыками сравнительного анализа и определения рисков, связанных с реализацией различных вариантов</p>	<p>Знает способы тестирования сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры оптического диапазона. Умеет реализовывать программы экспериментальных исследований волоконно-оптических устройств и систем . Владеет навыками экспериментальных исследований настройки и регулировки сложных волоконно-оптических устройств радиоэлектронной аппаратуры.</p>	<p>Лабораторные работы с физическим оборудованием. Отчеты по лабораторным работам.</p>
<p>ПК-3. Способен проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ</p>	<p>ПК-3.1. Знает нормативно-правовые нормативно-технические и организационно-методические документы, регламентирующие проектную подготовку, внедрение и эксплуатацию систем связи (телекоммуникационных систем), строительство объектов связи ПК-3.2. Знает принципы построения технического задания при автоматизации проектирования средств и сетей связи и их элементов; структуру и основы подготовки технической и проектной документации ПК-3.3. Умеет выявлять и анализировать</p>	<p>Знать: современные теоретические и экспериментальные методы исследования. Знать: современные теоретические и экспериментальные методы исследования. Уметь: применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств инфокоммуникаций. Знать: современные теоретические и экспериментальные методы исследования. Уметь: применять современные</p>	<p>Практические работы. Отчет по практическим работам.</p>

	<p>преимущества и недостатки вариантов проектных решений, оценивать риски, связанные с реализацией проекта</p> <p>ПК-3.4. Умеет использовать современные информационно-коммуникационные технологии, в том числе специализированное программное обеспечение для решения задач проектирования и проведения расчетов</p> <p>ПК-3.5. Владеет навыками сбора исходных данных, необходимых для разработки проектной документации</p>	<p>теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств инфокоммуникаций.</p> <p>Владеть: новыми перспективными средствами инфокоммуникаций и методами внедрения результатов исследований.</p>	
--	--	--	--

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часа.

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Цели и задачи дисциплины	7	1-2	2			2	6	
2	Принципы построения и характерные особенности волоконно-оптических систем	7	2-4	2			1	10	
3	Физика света	7	5-7	2	4		2	9	Рейтинг-контроль 1
4	Волоконные световоды и оптические кабели	7	8-9	2	8		1	8	

5	Соединения ОВ	7	10-11	2	8	6	3	12	
6	Основные методы производства волоконных световодов	7	12-13	2			1	10	Рейтинг-контроль 2
7	Источники и детекторы оптического излучения	7	14-16	2	8	12	2	14	
8	Основные компоненты ВОСП и методы их реализации	7	17-18	4	8		3	12	Рейтинг-контроль № 3
Всего за 7 семестр:		7		18	36	18		81	Экзамен (45)
Наличие в дисциплине КП/КР					-				
Итого по дисциплине				18	36	18		81	Экзамен (45)

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1. Цели и задачи дисциплины.

Содержание темы: Состояние и перспективы развития волоконной оптики.

Тема 2. Принципы построения и характерные особенности волоконно-оптических систем.

Содержание темы: Цифровые и аналоговые ВОСП

Тема 3. Физика света.

Содержание темы: Световые волны в материальных средах.

Тема 4. Волоконные световоды и оптические кабели.

Содержание темы: Волоконные световоды и оптические кабели.

Тема 5. Соединения ОВ.

Содержание темы: Соединения ОВ.

Тема 6. Основные методы производства волоконных световодов.

Содержание темы: Основные методы производства волоконных световодов.

Тема 7. Источники и детекторы оптического излучения.

Содержание темы: Источники и детекторы оптического излучения.

Тема 8. Основные компоненты ВОСП и методы их реализации.

Содержание темы: Основные компоненты ВОСП и методы их реализации.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине.

Тема 1: Измерение диаграммы направленности полупроводниковых источников оптического излучения.

Тема 2: Исследование оптического генератора на светоизлучающем диоде ОГ4-162

Тема 3: Исследование оптического генератора на лазерном диоде ОГ5-87(А, Б)

Тема 4: Измерение вольт-амперных и ватт-амперных характеристик источников оптического излучения.

Тема 5: Оптические соединители.

Тема 6: Неразъемные соединения оптических волокон.

Тема 7: Оптические аттенюаторы.

Тема 8: Оконцовка волокна.

Тема 9: Исследование характеристик фотодиода

Содержание практических занятий по дисциплине

- Тема 1: Физика света. Световые волны в веществе и на границе раздела сред.
 Тема 2: Оптическое волокно. Характеристики и параметры.
 Тема 3: Число мод в оптических волокнах .
 Тема 4: Дисперсионные характеристики оптического волокна.
 Тема 5: Потери в волоконных световодах
 Тема 6: Длина регенерационного участка
 Тема 7: Светоизлучающие и лазерные полупроводниковые диоды.
 Тема 8: Фоточувствительные элементы
 Тема 9: Расчет параметров элементов ВОСП

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости

Рейтинг-контроль №1

1. Особенности аналоговых ВОСП.
2. Особенности цифровых ВОСП и применяемые в них виды модуляции.
3. Классификация потерь соединения оптических волокон.
4. Понятие числовой апертуры, формула для ее определения, пределы численных значений для современных ОВ.
5. В чём преимущество неразъёмных оптических соединений?
6. Типы устройств для повышения качества соединений ОВ.
7. Классификация оптических аттенюаторов и их параметры.
8. Какие принципы используются при создании оптических аттенюаторов?
9. Почему при включении фиксированного аттенюатора в оптический тракт вносимые потери оказываются больше указанных на нём?
10. Для чего нужен источник?
11. Назовите два основных вида источников в волоконной оптике.
12. Что изучается при рекомбинации электрона с дыркой в полупроводнике?

Рейтинг-контроль №2

1. Перечислите три конструкции разъемов источников , приводящие к повышению эффективности ввода света в волокно.
2. Перечислите три характеристики лазерного излучения, отличающие его от излучения светодиода.
3. Как выражаются потери, связанные с рассогласованием апертур источника и волокна?
4. Назовите два типа волоконно-оптических источников.
5. Для чего служит детектор?
6. Назовите вид шума, возникающего из-за дискретности потока электронов.
7. Назовите вид шума, возникающего из-за температурных флуктуаций в сопротивлении нагрузки.
8. Назовите два фактора, ограничивающих время ответа детектора.
9. Назовите два наиболее распространённых типа принимающих цепей.
10. Какова цель использования разъёмных и неразъёмных соединений?

11. Какую роль играет механизм фиксирования ориентации волокна в соединителях?
12. Назовите три источника внутренних потерь в соединении.
13. Назовите три источника внешних потерь в соединении.

Рейтинг-контроль №3

1. Что означает измерение потерь включения? Как проводится замирение в таких текстах?
2. Назовите два метода, допускающих скол хорошего качества.
3. Назовите два вида основных разветвителей.
4. Нарисуйте схему трехпортового направленного разветвителя.
5. Опишите и нарисуйте схему работы центрально-симметричного оптического устройства.
6. Какая разница между сквозным и отражающим типом разветвителей, имеющих топологию типа звезда?
7. В чём различие использования волоконно-оптического коммутатора и пассивного разветвителя?
8. Какой допустимый радиус изгиба меньше: при прокладке или при эксплуатации?
9. Какая допустимая растягивающая нагрузка максимальная: при прокладке или при эксплуатации?
10. Назовите три наиболее распространённых вида локальных сетей и приведите их максимальные скорости передачи данных.
11. Какой наиболее распространённый размер волокна, используемого в локальных сетях?

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

Вопросы к экзамену.

1. Введение. Цели и задачи дисциплины.
2. Основные типы оптических соединений.
3. Состояние и перспективы развития волоконной оптики.
4. Расчет длины регенерационного участка.
5. Принципы построения и характерные особенности волоконно-оптических систем (ВОСП).
6. Основные типы ОВ и их назначение.
7. Цифровые и аналоговые ВОСП.
8. Метод химического осаждения по парогазовой смеси.
9. Распространение оптических волн в веществе.
10. Модифицированный CVD метод (MCVD).
11. Принцип действия световодов.
12. Плазменные процессы внутреннего осаждения.
13. Полное отражение от границ раздела диэлектрических сред.
14. Методы внешнего осаждения.
15. Управление параметрами сред.
16. Технология вытяжки волокна из заготовки.
17. Взаимодействие световодов с веществом.
18. Требования к источникам излучения.
19. Лучевой анализ волн в волоконном волноводе.
20. Светоизлучающие и лазерные диоды.
21. Волновой анализ волн в ступенчатом волноводе.
22. Оптические передающие модули.
23. Слабонаправляющее ступенчатое волокно.
24. Фотодетекторы.

25. Одномодовое волокно.
26. Оптические приемные модули.
27. Градиентное многомодовое волокно.
28. Оптические ответвители и разветвители.
29. Затухание и связь между модами в волоконном световоде.
30. Переключатели оптических каналов.
31. Оптические кабели.
32. Модуляторы света.
33. Поля и волны в плоских прямоугольных световодах.
34. Оптические поляризаторы и устройства управления поляризацией.
35. Типы соединений и способы их изготовления.
36. Вентили.
37. Виды потерь в ОС.
38. Оптические аттенюаторы.
39. Потери неидентичности параметров световодов.
40. Оптические фильтры.
41. Потери взаимного расположения.
42. Оптические усилители.
43. Потери Френеля в ОС.
44. Магнитооптические устройства.
45. Устройства повышения качества соединений.
46. Мультиплексоры и демультиплексоры.
47. Цифровые и аналоговые ВОСП.
48. Волоконно-оптические интегральные устройства и схемы.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

СРС с лекционными материалами.

Задание №1

1. Изучить теоретический раздел курса «Физика света»
2. Ознакомиться с соответствующим разделом программы компьютерного моделирования «OPTICS»
3. Ответить на вопросы:
 - Каковы законы, определяющие:
 - Закон преломления света;
 - Ход луча в клине.
 - Ход луча в призме
 - Ход луча в плоскопараллельной пластине
 - Полное внутреннее отражение света
 - Показатели преломления (призма)
 - Показатели преломления (пластина)
 - Рассеивающая линза
 - Цилиндрическая линза
 - Дифракция света на круглом отверстии
 - Коэффициент отражения Френеля
 - От каких параметров зависит конечный результат компьютерного моделирования?
 - Какие величины не влияют на расчётный параметр?

Задание №2

1. Изучить теоретический раздел курса «Общие характеристики оптоволоконна»

2. Ознакомиться с соответствующим разделом программы компьютерного моделирования «OPTICS»
3. Ответить на вопросы:
 - Каковы формулы, определяющие величины:
Числовая апертура
Дисперсия
Число мод (число волн)
Параметр “дельта” (многомод. волокна)
Поперечные волновые числа
Фазовая скорость
 - От каких параметров зависит конечный результат компьютерного моделирования?
 - Какие величины не влияют на расчётный параметр?

Задание №3

1. Изучить теоретический раздел курса «Потери в оптических соединителях»
2. Ознакомиться с соответствующим разделом программы компьютерного моделирования «OPTICS»
3. Ответить на вопросы:
 - Каковы законы, определяющие потери в волокнах:
Одномодовые волокна
Многомодовые волокна
Общие потери
 - От каких параметров зависит конечный результат компьютерного моделирования?
 - Какие величины не влияют на расчётный параметр?

Задание №4

1. Изучить теоретический раздел курса «Общие параметры ВОСП»
2. Ознакомиться с соответствующим разделом программы компьютерного моделирования «OPTICS»
3. Ответить на вопросы:
 - Каковы законы определяющие:
Закон преломления света;
Ход луча в клине.
Ход луча в призме
Ход луча в плоскопараллельной пластине
Полное внутреннее отражение света
Показатели преломления (призма)
Показатели преломления (пластина)
Рассеивающая линза
Цилиндрическая линза
Дифракция света на круглом отверстии
Коэффициент отражения Френеля
 - От каких параметров зависит конечный результат компьютерного моделирования?
 - Какие величины не влияют на расчётный параметр?

Задание №5

1. Изучить теоретический раздел курса «Общие параметры ВОСП»
2. Ознакомиться с соответствующим разделом программы компьютерного моделирования «OPTICS»
3. Ответить на вопросы:
Каковы формулы, определяющие:
Число каналов
Фазовый показатель преломления
Групповой показатель преломления
Уширение импульсов
Динамический диапазон
Шумовой ток
Ширина полосы пропускания
Суммарные потери на разветвления
Динамический диапазон для последовательной системы распределения
Общее время технического обслуживания системы
 - От каких параметров зависит конечный результат компьютерного моделирования?
 - Какие величины не влияют на расчётный параметр?

Задание №6

Изучить теорию изложенного курса «Параметры оптических кабелей»

1. Ознакомиться с соответствующим разделом программы компьютерного моделирования «OPTICS»
2. Ответить на вопросы:
 - Каковы формулы, определяющие:
Общие параметры ОВ
Механические параметры ОВ
 - От каких параметров зависит конечный результат компьютерного моделирования?
 - Какие величины не влияют на расчётный параметр?

Задание №7

1. Изучить теоретический раздел курса «Потери в оптических кабелях»
2. Ознакомиться с соответствующим разделом программы компьютерного моделирования «OPTICS»
3. Ответить на вопросы:
 - Каковы формулы, определяющие:
Потери по мощности
Общее затухание в ОК
Потери в защитной оболочке
Потери на рассеяние
Потери на макроизгибах
Потери на микроизгибах
Приращение затухания при скрутке ОК
 - От каких параметров зависит конечный результат компьютерного моделирования?
 - Какие величины не влияют на расчётный параметр?

Задание №8

1. Изучить теоретический раздел курса «Оценка надежности ВОЛС»
2. Ознакомиться с соответствующим разделом программы компьютерного моделирования «OPTICS»

3. Ответить на вопросы:

- Каковы законы, определяющие:

Отказ ВОСП

Интенсивность отказов

Параметр потока отказов

Наработка на отказ

Ср. время восстановления связи

Вероятность безотказной работы

Коэффициент готовности

Время на обнаружение и ремонт повреждения

Общее время тех. Обслуживания

- От каких параметров зависит конечный результат компьютерного моделирования?
- Какие величины не влияют на расчётный параметр?

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература		
1. Физические основы волоконной оптики: Учебное пособие / А.В. Стрекалов, Н.А. Тенякова. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М	2013	http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=469178
2. Оптические измерения [Электронный ресурс] / А. Н. Андреев, Е. В. Гаврилов, Г. Г. Ишанин и др. - М.: Университетская книга; Логос	2012	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785999400932.html
3. Волоконно-оптические кабели и пассивные компоненты ВОЛП [Электронный ресурс] : учеб. пособие/ Е.З. Савин. - М. : УМЦ ЖДТ	2012	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN97859994890356017.html
4. Синхронные телекоммуникационные системы и транспортные сети [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.В. Крухмалев, А.Д. Моченов. - М. : УМЦ ЖДТ	2012	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN97859994890356017.html
5. Шашлов, А. Б. Основы светотехники [Электронный ресурс] : учебник для вузов / А. Б. Шашлов. – Изд. 2-е, доп. и перераб. – М. : Логос,	2012	http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=469432
6. Волоконно-оптические системы передачи: учебник для вузов/ М. М. Бутусов, С. М. Верник., С.Л. Галкин, В.Н. Гомзин -М. : Техносфера,	1992	https://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUbooks3952
Дополнительная литература		
1. Якушенков, Ю. Г. Теория и расчет оптико-электронных приборов [Электронный ресурс] : учебник / Ю. Г. Якушенков . - 6-е изд., перераб. и доп. - М. :	2011	http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=469679

Логос,		
2. Волоконно-оптические сети и системы связи. [Электронный ресурс] / О. К. Скляров. - М. : СОЛОН-ПРЕСС	2009	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5980031472.html
3. Оптомеханика волоконных световодов [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Д. Черненко. - СПб. : Политехника	2011	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785732509854.html

6.2. Периодические издания:

Радиотехника;
Радиотехника и электроника;
Приборы и техника эксперимента;
Цифровая обработка сигналов.

6.3. Интернет-ресурсы

Журнал "Радиотехника" - <http://radiotec.ru/catalog.php?cat=jr11>

<http://znanium.com>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Практически/лабораторные работы проводятся в аудиториях 301.3, 335.3

Рабочую программу составил Садовский Н.В., доцент кафедры РТ и РС 

Рецензент

«Владимирское КБ Радиосвязи», Генеральный директор Богданов А.Е. 

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТ и РС

Протокол № 1 от 30.08.21 года

Заведующий кафедрой Никитин О.Р. 

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

на заседании учебно-методической комиссии направления 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Протокол № 1 от 1.09.21 года

Председатель комиссии Никитин О.Р., заведующий кафедрой РТ и РС 

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины

Волоконно-оптические устройства и системы

образовательной программы направления подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, направленность: Электронные цифровые устройства и системы (бакалавр)

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Заведующий кафедрой _____ / _____

Подпись

ФИО