

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

КАФЕДРА РАДИОУПРАВЛЕНИЯ И СВЯЗИ

«СОГЛАСОВАНО»

Директор ИМиА

 / Бодров О.А.

«23» 06 2020 г

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД

 / Корячко А.В.

«06» 06 2020 г

Руководитель ОПОП

 / Кириллов С.Н.

«25» 06 2020 г



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.06 «Телекоммуникационные системы оптического диапазона»

Направление подготовки

11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Программа магистратуры

«Сети, системы и устройства телекоммуникаций»

Уровень подготовки

академическая магистратура

Квалификация выпускника – Магистр

Формы обучения – очная, очно-заочная, заочная.

Рязань 2020 г

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ


Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного от 22 сентября 2017 г. № 958

Разработчики доцент кафедры РУС

 Дмитриев В.Т.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «26» 06 2019 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой РУС

 Кириллов С.Н., д.т.н., проф.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Телекоммуникационные системы оптического диапазона» является изучение принципов передачи информации по оптическому волокну (ОВ), основных свойств ОВ как среды распространения, элементов оптического тракта передачи, принципов формирования и приема оптических сигналов, изложение основных направлений развития данной области.

Задачи:

- дать студенту глубокие и систематизированные знания об основных аспектах функционирования и расчета оптических систем передачи информации;
- ознакомить студента с особенностями, критериями и основными практическими приемами при проектировании оптических систем передачи информации;
- подготовить будущих инженеров для работы в области оптических систем передачи.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина **Б1.В.06 «Телекоммуникационные системы оптического диапазона»** относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы (далее – образовательной программы) магистратуры «Сети, системы и устройства телекоммуникаций» направления 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи.

Дисциплина базируется на дисциплинах, изученных при освоении программы бакалавриата: «Электромагнитные поля и волны», «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей», «направляющие системы», «Оптические системы передачи».

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- основные методы и средства проектирования инфокоммуникационных систем и сетей.

уметь:

- решать стандартные задачи профессиональной деятельности;
- использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи;
- собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов.

владеть:

- навыками самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях;
- современными методами исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики;
- методами и приемами анализа информации для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении дисциплины «Проектирование систем ЦОС в ТКС» и выполнении выпускной квалификационной работы.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование профессиональных компетенций, сформированы на основе профессиональных стандартов, соответствующих профессиональной деятельности выпускников.

Задача ПД	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Обоснование (ПС, анализ опыта)
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский				
<p>Планирование и оптимизация развития сети связи: Формирование плана развития сети связи</p>	<p>Сети, системы и устройства телекоммуникаций</p>	<p>ПК-3 Способен самостоятельно собирать и анализировать исходные данные с целью формирования плана развития, выработке и внедрению научно обоснованных решений по оптимизации сети связи</p>	<p>ПК-3.1. Знать: 1. Основные закономерности распространения света по оптическому волокну, основные параметры ОВ, типы ОВ 2. Основные свойства параметры источников излучения и приемников (фотодетекторов) оптического сигнала, методы формирования оптических сигналов ПК-3.2. Уметь: 1. Применять современные методы исследований с целью создания перспективных сетей связи 2. Анализировать новые средства</p>	<p>ПС 06.01 8 Инженер связи (телекоммуникаций)</p>

			<p>связи с целью оценки соответствия техническим регламентам, международным и национальным стандартам ПК-3.3.</p> <p>Владеть: 1. Выбор технологий для предоставления различных услуг связи в соответствии с потребительским спросом 2. Формирование данных для расчетов экономической эффективности принимаемых решений</p>	
--	--	--	---	--

Тип задач профессиональной деятельности: технологический

Сбор, распределение и контроль выполнения заявок на техподдержку	Сети, системы и телекоммуникаций	ПК-5 Способен к выполнению работ по обеспечению функционирования телекоммуникационного оборудования корпоративных сетей с учетом требований информационной безопасности	ПК-5.1. Знать: 1. принципы построения цифровых, аналоговых, когерентных ВОСП и систем передачи с волновым уплотнением 2. принципы измерения параметров и диагностики ВОСП	С 06.01 8 Инженер связи (телекоммуникаций)
--	----------------------------------	---	---	--

			<p>ПК-5.2.</p> <p>Уметь: 1. Рассчитывать возможную скорость передачи для заданного типа ОВ 2. Оценивать основные параметры ВОСП 3. определять бюджет канала связи и необходимую мощность оптического передатчика, обеспечивающе го требуемую и заданную минимальную мощности оптического излучения на приёмной стороне в зоне обслуживания</p> <p>ПК-5.3.</p> <p>Владеть: 1. Навыками проектировани я оптических телекоммуника ционных сетей различного назначения, также расчета их основных параметров в типовых ситуациях функционирова</p>	
--	--	--	--	--

			ния 2. Навыками моделирования оптических сетей с целью проверки результатов расчетов и их уточнения 3. Навыками работы с контрольно-измерительной аппаратурой оптического диапазона (поиск мест обрыва и классификация неисправностей оптических сетей и систем передачи) качества работы оборудования	
--	--	--	---	--

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Объем дисциплины по семестрам (курсам) и видам занятий в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (ЗЕ), 108 часов.

Семестр	5			Итого	
Неделя					
Вид занятий	уп	рп	уп	рп	
Лекции	24	24	24	24	

Практические	24	24	24	24
Консультирование перед экзаменом				
Лабораторные работы				
Иная контактная работа	0,25	0,25	0,25	0,25
Итого ауд.	48,25	48,25	48,25	48,25
Контактная работа	48,25	48,25	48,25	48,25
Сам. Работа	51	51	51	51
Часы на контроль	8,75	8,75	8,75	8,75
Итого	108	108	108	108

4.2. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№	Раздел дисциплины	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа обучающихся
			всего	лекции	практические занятия	
Семестр 1						
	Всего	108	48	24	24	54
1	Оптический диапазон ВОСП, распространение света по ОВ. классификация ОВ	12	6	3	3	6
2	Параметры ОВ и скорость передачи	12	6	3	3	6
3	Источники оптического излучения и фотодетекторы	13	6	3	3	7
4	Классификация ВОСП	13	6	3	3	7
5	Приемники цифровых оптических сигналов	13	6	3	3	7
6	ВОСП с волновым уплотнением	13	6	3	3	7
7	Усилители оптических сигналов	13	6	3	3	7

	и пассивные элементы ВОСП					
8	Принципы и методы диагностики характеристик и параметров ВОСП	13	6	3	3	7
9	Консультации и зачет	6				

4.3 Содержание разделов дисциплины

1. Оптический диапазон ВОСП, распространение света по ОВ. классификация ОВ

Историческая справка. Характеристика оптического диапазона ВОСП. Лучевая трактовка распространения света по волокну. Параметры волокна – профиль показателя преломления, числовая апертура, моды, дисперсия. Классификация ОВ – по числу мод, по материалу изготовления, виду профиля.

2. Параметры ОВ и скорость передачи.

Градиентное волокно – профиль показателя преломления, дисперсия, числовая апертура, скорость передачи. Одномодовое волокно - хроматическая дисперсия, коэффициенты материальной и волновой дисперсий, точка нулевой хроматической дисперсии. Поляризационная дисперсия – механизм возникновения, величина, размерность. Потери в волокне Потери в оптическом кабеле линии передачи. Современные ОВ, их параметры.

3. Источники оптического излучения и фотодетекторы.

Требования к источникам излучения. Светоизлучающий диод – ватт-амперная, спектральная, пространственная характеристики. Полупроводниковый лазер – ваттамперная характеристика, пороговый ток, спектральные, пространственные характеристики. Согласование источника с волокном. Способы модуляции источников. Передающий оптический модуль. Требования к детекторам оптического сигнала. Pin диод, вольтамперная характеристика, фототок, чувствительность, быстродействие. Лавинный фотодиод (ЛФД). Стабильность работы ЛФД. Основные принципы построения фотоприемников цифрового сигнала прямого детектирования.

4. Классификация ВОСП

Цифровые системы передачи прямого детектирования, достоинства, недостатки, внутренняя и внешняя модуляция. Аналоговые системы передачи, область применения, виды модуляции, нелинейные искажения. Когерентные системы передачи – принцип построения, поляризационная устойчивость, недостатки. Системы с волновым уплотнением (WDM) – принцип построения.

5. Приемники цифровых оптических сигналов

Источники шума в ВОСП, квантовый шум, статистика квантов, напряжения. Вероятность ошибки при приеме цифрового сигнала. Квантовый предел детектирования, отношение сигнал/шум на выходе аналоговой части цифрового приемника. Минимально необходимая мощность оптического сигнала при заданном отношении сигнал/шум. Цифровой приемник. Приемный оптический модуль.

6. ВОСП с волновым уплотнением

Функциональная схема WDM системы, план частот, классификация по числу каналов, скорость передачи. Требования к дисперсии, затуханию оптического волокна, к частотным

характеристикам излучателей. Энергетические характеристики, необходимость мониторинга. Функциональная схема когерентной системы, поляризационная устойчивость, требование к стабильности источников.

7. Усилители оптических сигналов и пассивные элементы ВОСП

Принцип работы ОУ, типы ОУ; функциональная схема, частотные и амплитудные характеристики эрбиевого усилителя. Разветвители, фильтры, изоляторы, разъемы.

8. Принципы и методы диагностики характеристик и параметров ВОСП

Особенности измерения в оптическом диапазоне. Измерение затухания, дисперсии, числовой апертуры волокна. Рефлектометр – средство дистанционного зондирования линейного тракта.

4.4. Тематика самостоятельной работы:

1. Пассивные оптические элементы (разъемы, розетки, аттенуаторы, циркуляторы и др.).
2. Основные характеристики и маркировка современных оптических кабелей.
3. Проектирование атмосферных оптических линий связи.
4. Технологии прокладки ВОЛС с учетом характеристик грунта.
5. Технология эксплуатации ВОЛС.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Телекоммуникационные системы оптического диапазона»).

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература

1 Власов И.И. Техническая диагностика современных цифровых сетей связи. Основные принципы и технические средства измерений параметров передачи для сетей PDH, SDH, IP, Ethernet и ATM/ Под ред. М.М. Птичникова 2012 г. 552 стр.

2 Ксенофонтов С.Н., Портнов Э.Л. Направляющие системы электросвязи. Сборник задач. Учебное пособие для вузов/ 2-е изд., стереотип. 2014 г. 268 стр. 3.

3 Гордиенко В.Н., Тверецкий М.С. Многоканальные телекоммуникационные системы/ Учебник для вузов 2-е издание 2013 г. 396 стр.

4 Одом У. Официальное руководство Cisco по подготовке к сертификационным экзаменам CCENT/CCNA ICND1 - 3-е изд. – М.: Вильямс, 2013. - 720 с.

5 Официальное руководство Cisco по подготовке к сертификационным экзаменам CCNA ICND1, 2-е издание, Уэнделл Одом; Вильямс 2012, 729 с

6.2. Дополнительная литература

1 Дэвид Бейли, Эдвин Райт Волоконная оптика. Теория и практика М.: "Кудиц-Образ", 2006г. 320с

2 НКП "Эллипс" Кабели, провода, материалы для кабельной индустрии. Технический справочник. 3-е изд. 2006 360с.

3 Волоконно-оптические системы передачи. Учебник для вузов / Под ред. Гомзина А.В. М.: Радио и связь, 1992.

4 Слепов Н.Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи. М.: Радио и связь, 2000.

- 5 . Гауэр Д. Оптические системы связи. М.: Мир, 1988.
- 6 Портнов Э.Л. Оптические кабели связи. Справочное пособие. М.: Горячая линия – Телеком, 2002.
- 7 Гроднев И.И. и др. Волоконно-оптические системы передачи и кабели. Справочник. М.: Радио и связь, 1993.
- 8 Скляров О.К. Современные волоконно-оптические системы передачи. М.: Солон-Р, 2001.
- 9 Иванов А.Б. Волоконная оптика. М.: Сайрус система, 1999.
- 10 Убайдуллаев Р.Р. Волоконно-оптические сети. М.: ЭКО-трендз, 1998.
- 11 Портнов Э.Л. Оптические кабели связи. Справочное пособие. М.: Горячая линия – Телеком, 2002.
- 12 Гроднев И.И. и др. Волоконно-оптические системы передачи и кабели. Справочник. М.: Радио и связь, 1993.
- 13 Скляров О.К. Современные волоконно-оптические системы передачи. М.: Солон-Р, 2001.

Рекомендации по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

Изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции – 10-15 минут.

Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией – 10-15 минут.

Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю.

Описание последовательности действий студента («сценарий изучения дисциплины»)

При изучении дисциплины очень полезно самостоятельно изучать материал, который еще не прочитан на лекции не применялся на лабораторном занятии. Однако легче при изучении курса следовать изложению материала на лекции. Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1). После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня (10-15 минут).

2). При подготовке к следующей лекции, нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции (10-15 минут).

В течение недели выбрать время (минимум 1 час) для работы с литературой в библиотеке.

Рекомендации по работе с литературой

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучаются и книги по сетям связи и системам коммутации. Литературу по курсу рекомендуется изучать в библиотеке. Полезно использовать несколько учебников по курсу. Рекомендуется после изучения очередного параграфа ответить на несколько простых вопросов по данной теме. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы (и попробовать ответить на них): «о чем этот параграф?», «Какие новые понятия введены, каков их смысл?».

7. Перечень ресурсов информационно–телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

Обучающимся предоставлена возможность индивидуального доступа к следующим электронно-библиотечным системам.

– Электронно-библиотечная система «IPRbooks» [Электронный ресурс]. – Режим

доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю. – URL: <https://iprbookshop.ru/>.

– Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю. – URL: <https://www.e.lanbook.com>

– Электронная библиотека РГРТУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: из корпоративной сети РГРТУ – по паролю. – URL: <http://elib.rsreu.ru/>

8. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Операционная система Windows XP (Microsoft Imagine, номер подписки 700102019, бессрочно);

2. Операционная система Windows XP (Microsoft Imagine, номер подписки ID 700565239, бессрочно);

3. Kaspersky Endpoint Security (Коммерческая лицензия на 1000 компьютеров №2304-180222-115814-600-1595, срок действия с 25.02.2018 по 05.03.2019);

4. LibreOffice

5. Adobe acrobat reader

6. Справочная правовая система «Консультант Плюс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для освоения дисциплины необходимы следующие материально-технические ресурсы:

- 1) аудитория для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, оборудованная маркерной (меловой) доской и проектором;
- 2) аудитория для самостоятельной работы, оснащенная индивидуальной компьютерной техникой с подключением к локальной вычислительной сети и сети Интернет.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень специализированного оборудования
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, №516 лабораторный корпус	56 мест, 1 мультимедиа проектора, 1 экран, 1 интерактивная доска, компьютер, специализированная мебель, доска
Аудитория для самостоятельной работы, № 502 лабораторный корпус	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (квалификация выпускника – магистр, форма обучения – очная, очно-заочная, заочная).

Программу составил
к.т.н., доцент кафедры
«Радиоуправления и связи»



В.Т. Дмитриев