

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Декан РТФ

УТВЕРЖДАЮ /А.Н. Дедов/
(Ф.И.О. декана (директора института))

30.06.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.2.4 Оптические технологии связи

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Интеллектуальные телекоммуникационные системы и
сети

Курс 3, 4
Семестр 6, 7

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	144 / 4	часов/зачетных единиц
Лекции	2	часов
Лабораторные работы	6	часов
Практические занятия	-	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	8	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	136	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	7	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук	РТиМБС	СОГЛАСОВАНО	Е.А. Григорьевых
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра радиотехники и связи

		(наименование кафедры)	
08.02.2021	протокол №	21	
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Н.В. Рябова	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)
кафедрой(ами).
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Н.В. Рябова
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.Н. Дедов
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Пашукова Светлана Геннадьевна, Директор филиала в РМЭ ПАО "Ростелеком"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 01.07.2021 г.
Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-3 Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств инфокоммуникаций, использованию и внедрению результатов исследований	ИД ПК-3.1 Знает основы сетевых технологий, нормативно-техническую документацию, требования технических регламентов, международные и национальные стандарты в области качественных показателей работы инфокоммуникационно	знания: Знает основы сетевых технологий, нормативно-техническую документацию, требования технических регламентов, международные и национальные стандарты в области качественных показателей работы инфокоммуникационного оборудования умения: навыки:
	ИД ПК-3.2 Умеет работать с программным обеспечением, используемым при обработке информации инфокоммуникационных систем и их составляющих	знания: умения: Умеет работать с программным обеспечением, используемым при обработке информации инфокоммуникационных систем и их составляющих навыки:
	ИД ПК-3.3 Владеет навыками анализа оперативной информации о запланированных и аварийных работах, связанных с прерыванием предоставления услуг, контроля качества предоставляемых услуг	знания: умения: навыки: Владеет навыками анализа оперативной информации о запланированных и аварийных работах, связанных с прерыванием предоставления услуг, контроля качества предоставляемых услуг

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Аналоговая схемотехника (ПК-3), Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства (ПК-3), Электронные приборы СВЧ и квантовые приборы

(ПК-3)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих практиках: Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (ПК-3); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ПК-3)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические и лабораторные занятия, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: классическая лекция, задания

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Волоконные световоды	36	ПК-3
Лекция. Анализ плоских волн методами геометрической оптики. Метод геометрической оптики.	1	
Лекция. Круглый волоконный световод	1	
Лабораторная работа. Профили показателя преломления в градиентном световоде.	1	
Лабораторная работа. Изучение модовой дисперсии методами геометрической оптики.	1	
Лабораторная работа. Расчет параметров задержки и затухания оптической линии передачи.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Затухание в оптических волноводах. Дисперсия и полоса пропускания оптического волокна. Виды дисперсии. Источники оптических сигналов Оптические квантовые генераторы. Оптические усилители. Приемники оптических сигналов.	30	
Иная контактная работа:	0	

7 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Волоконно-оптические кабели	108	ПК-3
Лабораторная работа. Внутренняя амплитудная модуляция в оптическом диапазоне.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Прокладка и подвеска оптических кабелей. Эксплуатационно-технические требования к ВОЛС. Организация технического обслуживания ВОЛС. Плезиохронная и синхронная цифровые иерархии. Оптические интерфейсы для оборудования и систем, относящихся к синхронной цифровой иерархии. Измерение характеристик ВОЛС.	106	

Иная контактная работа: дифференцированный зачет (БРК)	0	
--	---	--

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины "Оптические технологии связи" рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.

Занятия лекционного типа дают систематизированные знания по дисциплине "Оптические технологии связи", концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к занятиям **семинарского типа** включает ознакомление с планом **лабораторного** занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины "Оптические технологии связи", оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам. Изучение дисциплины включает выполнение **лабораторной работы**. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине "Оптические технологии связи" является **балльно-рейтинговый контроль**.

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Слепов, Николай Николаевич. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи [Текст] : (ATM, PDH, SDH, SONET и WDM) / Н. Н. Слепов. М.: Радио и связь, 2000. - 468 с. ISBN 5-256-01516-8. Экземпляры: всего 46.	46
2.	Иоргачев, Дмитрий Васильевич. Волоконно-оптические кабели и линии связи [Текст] / Д. В. Иоргачев, О. В. Бондаренко. Москва: Эко-Трендз Ко, 2002. - 282 с. ISBN 5-88405-041-0. Экземпляры: всего 10.	10
3.	Фриман, Р. Волоконно-оптические системы связи	5

	[Текст] / Р. Фриман ; пер. с англ. под ред. Н. Н. Слепова. 3-е доп. изд. М.: Техносфера, 2006. - 495 с. ISBN 5-94836-010-5. Экземпляры: всего 5.	
4.	Скляр, Олег Константинович. Волоконно-оптические сети и системы связи [Текст] : [учеб. пособие] / О. К. Скляр. Изд. 2-е, стер. Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2010. - 260, [5] с. ISBN 978-5-8114-1028-6. Экземпляры: всего 12.	12
5.	Кирилловский, Владимир Константинович. Современные оптические исследования и измерения [Текст] : [учеб. пособие для вузов по направлению подгот. "Оптехника" и оптич. специальностям] / В. К. Кирилловский. Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2010. - 303 с. ISBN 978-5-8114-0989-1. Экземпляры: всего 21.	21
6.	Томаси, У. Электронные системы связи [Электронный ресурс] : научное издание / У. Томаси. Москва: Техносфера, 2016. - 1360 с. ISBN 978-5-94836-125-3.	https://e.lanbook.com/book/89821
7.	Методы и устройства оптико-голографических систем архивной памяти [Электронный ресурс] : научное издание / С. Б. Одинокоев, А. Ю. Бетин, В. И. Бобринев [и др.]. Москва: Техносфера, 2018. - 236 с. ISBN 978-5-94836-507-7.	https://e.lanbook.com/book/110967
8.	Шанин, О. И. Адаптивные оптические системы в импульсных мощных лазерных установках [Электронный ресурс] / Шанин О. И. Москва: Техносфера, 2012. - 200 с. ISBN 978-5-94836-313-4.	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=73506
9.	Оптические телекоммуникационные системы [Текст] : [учеб. для студентов по направлению подгот. дипломированных специалистов 210400 "Телекоммуникации" и направлению подгот. бакалавров 210700 "Инфокоммуникац. технологии и системы связи"] / В. Н. Гордиенко [и др.] ; под ред. В. Н. Гордиенко. М.: Горячая линия - Телеком, 2011. - 367 с. ISBN 978-5-9912-0146-9. Экземпляры: всего 20.	20
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	http://cyberleninka.ru
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	http://www.cntd.ru

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	436 (III)	Групповой полукомплект "СуперГвоздь" промежуточный, 2 приемопередатчика (2), ЕДТ 135 в составе Анализатора Е1 (1),	Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Microsoft

	Источник лазерного излучения FOD2113 FC (1), Катушка нормализующая DS KH-SM-FC/UPC-FC/UPC-1000 (4), Катушка нормализующая KH-SM-FC/UPC-FC/UPC-1000 (2), Лабораторный стенд д/исследов-й телекоммуникац-х линий связи (2), Осциллограф С 1-73 (1), Порт.измеритель мощности FOD1204 FC (1), Порт.измеритель мощности FOD1204 Н (1), Приёмник Javad DELTA G3T (1),	Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач
--	--	---

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

7.1. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

!Task1 На каких процессах основан принцип действия волоконного световода? !

!TRUE Отражения и преломления

!FALSE Отражения и затухания

!FALSE Преломления и затухания

!FALSE Только отражения

!Task2 В каком случае приломленный луч будет скользить по границе раздела сред без перехода в оптически менее плотную среду?

!TRUE При предельном угле полного внутреннего отражения

!FALSE При любом угле полного внутреннего отражения

!FALSE При предельном угле полного внешнего отражения

!FALSE Никогда не будет

!TASK3 Закон полного внутреннего отражения Снеллиуса имеет вид:

!TRUE $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

!FALSE $\sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

!FALSE $n_1 \sin \theta_2 = n_2 \sin \theta_1$

!FALSE $n_1 \sin \theta_1 = n_2$

!TASK4 Вычислите определитель Как называется явление зависимости показателя преломления вещества от частоты (длины волн) света или зависимость фазовой скорости световых волн от их частоты?

!TRUE Дисперсия

!FALSE Дифракция

!FALSE Рефракция

!FALSE Интерференция

!TASK5 Лучи, траектории которых полностью лежат в оптически более плотной среде, называются:

!TRUE Направляемыми

!FALSE Ведущими

!FALSE Обратными

!FALSE Прямыми

!TASK6 Характеристики волокна и кабеля с ненулевой дисперсией для широкополосного оптического транспортирования описывает рекомендация:

!TRUE МСЭ-T G.656

!FALSE MCЭ-T G.650

!FALSE MCЭ-T G.600

!FALSE MCЭ-T G.653

!TASK7 Диапазон рекомендаций, описывающий Волоконно-оптические кабели:

!TRUE G.650–G.659

!FALSE G.660–G.669

!FALSE G.670–G.679

!FALSE G.690–G.699

!TASK8 Диапазон рекомендаций, описывающий Характеристики оптических компонентов и подсистем:

!TRUE G.660–G.679

!FALSE G.660–G.669

!FALSE G.670–G.679

!FALSE G.690–G.699

!TASK9 Диапазон рекомендаций, описывающий Характеристики оптических систем:

!TRUE G.680–G.699

!FALSE G.660–G.669

!FALSE G.670–G.679

!FALSE G.690–G.699

!TASK10 Какая рекомендация определяет номинальное значение диаметра оболочки одномодового кабеля в 125 мкм?

!TRUE MCЭ-T G.657

!FALSE MCЭ-T G.647

!FALSE MCЭ-T G.640

!FALSE MCЭ-T G.500

!END

--

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Волоконно-оптические системы связи; их преимущества и недостатки.
2. Световоды. Типы световодов. Их характеристики.
3. Лучевая теория распространения сигнала по оптическому световоду.
4. Уравнение Гельмгольца в слабо неоднородной среде. Метод геометрической оптики.
5. Уравнение эйконала. Его использование для описания процессов в неоднородных оптических средах.

6. Уравнение лучей. Наклонные лучи в плоскослоистой среде.
7. Лучи в волоконных световодах со ступенчатым и градиентным профилем показателя преломления
8. Двухплоскостной диэлектрический волновод. Четные и нечетные волны электрического и магнитного типа.
9. Быстрые и медленные волны в двухплоскостном диэлектрическом волноводе. Волновые числа. Волноводный показатель преломления.
10. Волоконный световод. HE и EH моды. Нормированная частота. Критические нормированные частоты для различных мод. Длина волны отсечки одномодовых световодов.
11. Затухание в световодах. Спектральная кривая затухания в кварце. Составляющие потерь энергии в световодах.
12. Дисперсия и полоса пропускания оптического волокна. Виды дисперсии. Хроматическая дисперсия и ее составляющие.
13. Модовая дисперсия. Дисперсия многомодовых ступенчатых и градиентных световодов. Дисперсия одномодовых световодов.
14. Параметры оптической линии передачи. Расчет длины регенерационного участка.
15. Методы производства волоконных световодов.
16. Оптические кабели связи. Их классификация и типы конструкций.
17. Измерение затухания в оптическом волокне прямым методом, методами обрыва и замещения.
18. Измерение затухания в оптическом волокне методом обратного рассеяния. Рефлектометры.
19. Бриллюэновская рефлектометрия.
20. Измерение полосы пропускания и дисперсии частотным и импульсным методом.
21. Методы измерения профиля показателя преломления.
22. Измерение числовой апертуры и диаметра модового поля. Определение места и характера повреждения оптического кабеля.
30. Оптические усилители. Особенности оптических усилителей. Полупроводниковые оптические усилители. Оптические усилители, использующие нелинейные явления в оптическом диапазоне.
31. Классификация оптических усилителей. Усилители на волокнах, легированных редкоземельными элементами. Схемы накачки.
32. Нелинейные эффекты в оптическом волокне. Фазовая самомодуляция и перекрестная модуляция. Формирование солитонов.
33. Нелинейные эффекты в оптическом волокне. Четырехволновое смешивание. Рамановское рассеяние и рассеяние Мандельштама-Бриллюэна.
37. Пассивные элементы волоконно-оптических линий связи. Ответвители и разветвители широкополосные и спектрально-селективные.
38. Оптические коммутаторы. Классификация коммутаторов. Принцип действия механических и электромеханических коммутаторов. Термооптические переключатели.
39. Электрооптические и магнитооптические переключатели. Коммутаторы на основе оптических

усилителей.

40 Оптические волновые конверторы.

41 Мультиплексоры ввода-вывода.

44. Классификация потерь, возникающих при соединении волокон.

45. Особенности соединения источников излучения с волоконными световодами, световодов с фотодетекторами и световодов между собой.

46. Разъемные и неразъемные оптические соединения. Способы сращивания оптических волокон и кабелей. Оптические муфты

48. Временное, частотное и модовое уплотнение оптических сигналов. Уплотнение по поляризации.

49 Спектральное уплотнение оптических каналов, Различные варианты WDM.

50. Оптические интерфейсы для оборудования и систем SDH.

52 Измерение характеристик аппаратуры ВОСП.

53. Организация и особенности строительства ВОЛС. Подготовительные работы. Входной контроль.

54. Прокладка ОК в телефонной канализации. Прокладка ОК в грунт и на опорах. Способы прокладки трассы через транспортные магистрали.

55. Особенности технической эксплуатации ВОЛС.