

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА"**

СОГЛАСОВАНО
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ

Оптические системы передачи
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Радиоуправления и связи
Учебный план	11.03.02_24_00.plx 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
Квалификация	бакалавр
Форма обучения	очная
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		7 (4.1)		Итого	
	Неделя		16			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп	уп	рп
Лекции	8	8	8	8	16	16
Лабораторные	16	16			16	16
Практические	8	8	8	8	16	16
Иная контактная работа	0,55	0,55	0,35	0,35	0,9	0,9
Консультирование перед экзаменом и практикой			2	2	2	2
Итого ауд.	32,55	32,55	18,35	18,35	50,9	50,9
Контактная работа	32,55	32,55	18,35	18,35	50,9	50,9
Сам. работа	15,3	15,3	18	18	33,3	33,3
Часы на контроль	8,45	8,45	35,65	35,65	44,1	44,1
Письменная работа на курсе	15,7	15,7			15,7	15,7
Итого	72	72	72	72	144	144

г. Рязань

Программу составил(и):

д.т.н., проф., Лисничук А.А.

Рабочая программа дисциплины

Оптические системы передачи

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 930)

составлена на основании учебного плана:

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
утвержденного учёным советом вуза от 26.01.2024 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Радиоуправления и связи

Протокол от 05.02.2024 г. № 8

Срок действия программы: 20242028 уч.г.

Зав. кафедрой Дмитриев Владимир Тимурович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры
Радиоуправления и связи

Протокол от _____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Радиоуправления и связи

Протокол от _____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
Радиоуправления и связи

Протокол от _____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры

Радиоуправления и связи

Протокол от _____ 2028 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Целью освоения дисциплины «Оптические системы передачи» 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.
1.2	Задачи:
1.3	- дать студенту глубокие и систематизированные знания об основных аспектах функционирования и расчета оптических систем передачи информации;
1.4	- ознакомить студента с особенностями, критериями и основными практическими приемами при проектировании оптических систем передачи информации;
1.5	- подготовить будущих инженеров для работы в области оптических систем передачи.
1.6	

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Современные методы кодирования и модуляции
2.1.2	Цифровая обработка сигналов
2.1.3	Электромагнитные поля и волны
2.1.4	Основы программирования микропроцессорной техники
2.1.5	Вычислительная техника и информационные технологии
2.1.6	Интеллектуальные сети
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.2	Новые информационные технологии в МТКС
2.2.3	Оконечные устройства МТКС
2.2.4	Преддипломная практика
2.2.5	Преддипломный курс
2.2.6	Сетевые технологии высокоскоростной передачи данных
2.2.7	УИР
2.2.8	Цифровая обработка сигналов и сигнальные процессоры

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ПК-2: Способен разрабатывать схемы организации связи телекоммуникационной системы	
ПК-2.1. Определяет задачи, решаемые телекоммуникационной системой, и ожидаемые результаты ее использования; выбирать оптимальный вариант схемы организации системы связи	
Знать задачи, решаемые телекоммуникационной системой	
Уметь решить задачи телекоммуникационной системы	
Владеть навыками решения задач телекоммуникационной системы	
ПК-2.2. Определяет функциональную структуру объекта, системы связи	
Знать функциональную структуру объекта, системы связи	
Уметь определить функциональную структуру объекта, системы связи	
Владеть навыками определения функциональной структуры объекта, системы связи	

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	- особенности распространения световых волн.
3.1.2	- методы обработки и анализа сигналов.
3.2	Уметь:

3.2.1	- применять на практике апробированные методики расчетов современных радиоэлектронных систем.
3.3	Владеть:
3.3.1	- навыками компьютерного моделирования.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Оптический диапазон ВОСП. Распространение света по ОВ. Параметры ОВ, классификация ОВ					
1.1	1.1. 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. /Тема/	6	0			
1.2	1.1. 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. /Лек/	6	8	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	Лекция
	Раздел 2. Параметры ОВ и скорость передачи. Градиентное, одномодовое волокно, потери.					
2.1	2.1. 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. /Тема/	6	0			
2.2	2.1. 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. /Лаб/	6	16	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	Лабораторная работа
	Раздел 3. Источники излучений, фотодетекторы.					

3.1	3.1. 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. /Тема/	6	0			
3.2	3.1. 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. /Пр/	6	8	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	Практическая работа
	Раздел 4. Классификация ВОСП					
4.1	4.1. 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	7	0			
4.2	4.1. 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	7	8	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	Практическая работа
	Раздел 5. Шумы, кодирование, приемники цифровых сигналов					
5.1	5.1. 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. /Тема/	7	0			

5.2	5.1. 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. /Лек/	7	8	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	Лекция
Раздел 6. ВОСП с волновым уплотнением, когерентные						
6.1	6.1. 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. /Тема/	7	0			
6.2	6.1. 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. /Ср/	6	15,3	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	Самостоятельная работа
6.3	6.1. 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. /Ср/	7	18	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	Самостоятельная работа
Раздел 7. Усилители оптических сигналов. Пассивные элементы ВОСП						
7.1	7.1. Принцип работы ОУ, типы ОУ; функциональная схема, частотные и амплитудные характеристики эрбиевого усилителя. Разветвители, фильтры, изоляторы, разъемы. /Тема/	7	0			
7.2	7.1. Принцип работы ОУ, типы ОУ; функциональная схема, частотные и амплитудные характеристики эрбиевого усилителя. Разветвители, фильтры, изоляторы, разъемы. /ИКР/	6	0,55	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	Иная контактная работа
7.3	7.1. Принцип работы ОУ, типы ОУ; функциональная схема, частотные и амплитудные характеристики эрбиевого усилителя. Разветвители, фильтры, изоляторы, разъемы. /ИКР/	7	0,35	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	Иная контактная работа
Раздел 8. Принципы и методы диагностики характеристик и параметров ВОСП						

8.1	8.1. Особенности измерения в оптическом диапазоне. Измерение затухания, дисперсии, числовой апертуры волокна. Рефлектометр – средство дистанционного зондирования линейного тракта. /Тема/	7	0			
8.2	8.1. Особенности измерения в оптическом диапазоне. Измерение затухания, дисперсии, числовой апертуры волокна. Рефлектометр – средство дистанционного зондирования линейного тракта. /Кнс/	7	2	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	Консультирование
8.3	Часы на контроль /Зачёт/	7	35,65	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	Подготовка к зачету
8.4	Часы на контроль /Зачёт/	6	8,45	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	Зачет
8.5	Письменная работа на курсе /КПКР/	6	15,7	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины Оптические системы передачи

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Слепов Н.Н.	Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи(ATM,PDH,SDH,SONET и WDM)	М.:Радио и связь, 2000, 468с.	5-256-01516-8, 1
Л1.2	Бейли Д., Райт Э.	Волоконная оптика.Теория и практика : Пер.с англ.	М.:Кудиц-образ, 2006, 320с.	5-9579-0093-1, 1
Л1.3	Козлов Б.А.	Волоконная оптика : метод. указ. к лаб. работам	Рязань, 2010, 48с.	, 1

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
---	---------------------	----------	-------------------	-------------------------

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Гроднев И.И.	Оптоэлектронные системы передачи информации	М.:Знание, 1991, 64с.	5-07-002115-х, 1
Л2.2	Гроднев И.И., Ларин Ю.Т., Теумин И.И.	Оптические кабели:конструкции,характеристики,производство и применение	М.:Энергоатомиздат, 1991, 263с.	5-283-00586-0, 1
Л2.3	Гауэр Дж.	Оптические системы связи	М.:Радио и связь, 1989, 504с.	5-256-00113-2, 1
Л2.4	Портнов Э.Л.	Оптические кабели связи:Конструкции и характеристики	М.:Горячая линия-Телеком, 2002, 231с.	5-93517-083-3, 1

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Парфенов Ю.А.	Кабели электросвязи	М.:Эко-Трендз, 2003, 253с.	5-88405-053-4, 1

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Электронно-библиотечная система «IPRbooks»
Э2	Электронно-библиотечная система издательства «Лань»
Э3	Электронная библиотека РГРТУ

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
Операционная система Windows	Коммерческая лицензия
Kaspersky Endpoint Security	Коммерческая лицензия
Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО
LibreOffice	Свободное ПО
Операционная система Windows XP	Microsoft Imagine, номер подписки 700102019, бессрочно
Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»	Коммерческая лицензия

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (договор об информационной поддержке №1342/455-100 от 28.10.2011 г.)
6.3.2.2	Система КонсультантПлюс http://www.consultant.ru
6.3.2.3	Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ http://www.garant.ru

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	515 лабораторный корпус. Учебная лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, для проведения лабораторных работ и практических занятий Специализированная мебель (18 посадочных мест), магнитно-маркерная доска. Мультимедиа проектор, 1 экран. Лабораторные стенды, АТС НИКОМ-150, АТС «Протон-ССС», АТС П437, стойка приемопередатчиков для сотовой связи, осциллографы, анализаторы спектра, вольтметры, источники питания, генераторы, частотомеры, комплект цифровых телефонов Siemens. Персональные компьютеры: 8 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
---	--

2	516 лабораторный корпус. Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий Специализированная мебель (56 посадочных мест), магнитно-маркерная доска. Мультимедиа проектор, 1 экран. Персональные компьютеры: 8 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
3	502 лабораторный корпус. Помещение для самостоятельной работы Специализированная мебель (37 посадочных мест), аудиторная доска. ПК: Intel Celeron CPVJ1800 – 25 шт. Возможность подключения к сети «Интернет» и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методические материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины Оптические системы передачи

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ			
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Дмитриев Владимир Тимурович, Заведующий кафедрой РУС	19.06.24 19:07 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Дмитриев Владимир Тимурович, Заведующий кафедрой РУС	19.06.24 19:08 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО НАЧАЛЬНИКОМ УРОП	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Ерзылёва Анна Александровна, Начальник УРОП	20.06.24 09:36 (MSK)	Простая подпись