

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  
Проректор по УР

А.В. Корячко

**Оптические системы передачи информации**  
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Радиоуправление и связь**  
Учебный план 11.05.01\_21\_00.plx  
11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы  
Квалификация **инженер**  
Форма обучения **очная**  
Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	16			
Неделя	16			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	32	32	32	32
Лабораторные	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,35	0,35	0,35	0,35
Консультирование перед экзаменом и практикой	2	2	2	2
Итого ауд.	50,35	50,35	50,35	50,35
Контактная работа	50,35	50,35	50,35	50,35
Сам. работа	31	31	31	31
Часы на контроль	26,65	26,65	26,65	26,65
Итого	108	108	108	108

г. Рязань

Программу составил(и):  
*к.т.н., доц., Лисничук А.А.*

Рабочая программа дисциплины

**Оптические системы передачи информации**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - специалитет по специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы (приказ Минобрнауки России от 09.02.2018 г. № 94)

составлена на основании учебного плана:

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

утвержденного учёным советом вуза от 28.01.2022 протокол № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Радиоуправление и связь**

Протокол от 26.06.2022 г. № 10

Срок действия программы: 2022-2023 уч.г.

Зав. кафедрой Дмитриев Владимир Тимурович

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры  
**Радиоуправление и связь**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2023 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры  
**Радиоуправление и связь**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2024 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры  
**Радиоуправление и связь**

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

**Радиоуправление и связь**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2026 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
1.1	Целью освоения дисциплины «Оптические системы передачи информации» 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.

<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.01
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Научно-исследовательская работа
2.2.2	Спутниковые и радиорелейные системы передачи информации
2.2.3	Системы передачи информационно-управляющих потоков
2.2.4	Цифровые многоканальные системы передачи информации
2.2.5	Широкополосные системы передачи информации
2.2.6	Электромагнитная совместимость радиоэлектронных систем передачи информации
2.2.7	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.8	Научно-исследовательская работа
2.2.9	Преддипломная практика
2.2.10	Научно-исследовательская работа
2.2.11	НИРС
2.2.12	Оптические системы управления РЭС
2.2.13	Проектирование и моделирование радиоэлектронных систем передачи информации
2.2.14	Исследовательская работа студентов (ИРС)
2.2.15	Электромагнитная совместимость в радиосистемах и комплексах управления
2.2.16	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.17	Научно-исследовательская работа
2.2.18	Преддипломная практика
2.2.19	Научно-исследовательская работа
2.2.20	Помехозащита в радионавигации
2.2.21	Системы и комплексы радиоэлектронных разведок
2.2.22	Помехозащита радиоэлектронных систем
2.2.23	Средства, системы и комплексы радиоэлектронного подавления
2.2.24	Компенсация активных помех
2.2.25	Пространственно-временная компенсация помех
2.2.26	Учебно-исследовательская работа
2.2.27	Электромагнитная совместимость радиоэлектронных систем передачи информации
2.2.28	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.29	Научно-исследовательская работа
2.2.30	Преддипломная практика

<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
<b>ПК-2: Способен разрабатывать научно-технические проекты, проектировать и сопровождать радиоэлектронные системы и комплексы</b>	
<b>ПК-2.1. Проектирует и разрабатывает современные радиоэлектронные системы и комплексы</b>	

<p><b>Знать</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенности распространения световых волн;</li> <li>- методы обработки и анализа сигналов;</li> </ul> <p><b>Уметь</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять на практике апробированные методики расчетов современных радиоэлектронных систем;</li> </ul> <p><b>Владеть</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыки компьютерного моделирования.</li> </ul>
--

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

<b>3.1 Знать:</b>
3.1.1 - особенности распространения световых волн;
3.1.2 - методы обработки и анализа сигналов;
<b>3.2 Уметь:</b>
3.2.1 - применять на практике апробированные методики расчетов современных радиоэлектронных систем;
<b>3.3 Владеть:</b>
3.3.1 - навыки компьютерного моделирования.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	<b>Раздел 1. Оптический диапазон ВОСП. Распространение света по ОВ. Параметры ОВ, классификация ОВ</b>					
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/	7	0			
1.2	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/	7	16	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	Лекция
	<b>Раздел 2. Параметры ОВ и скорость передачи. Градиентное, одномодовое волокно, потери.</b>					
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/	7	0			
2.2	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/	7	16	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	Лабораторная работа

	<b>Раздел 3. Источники излучений, фотодетекторы.</b>					
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. Рпн диод, вольтамперная характеристика, фототок, чувствительность, быстродействие. Лавинный фотодиод (ЛФД). Стабильность работы ЛФД. Основные принципы построения фотоприемников цифрового сигнала прямого детектирования. /Тема/	7	0			
3.2	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. Рпн диод, вольтамперная характеристика, фототок, чувствительность, быстродействие. Лавинный фотодиод (ЛФД). Стабильность работы ЛФД. Основные принципы построения фотоприемников цифрового сигнала прямого детектирования. /ИКР/	7	0,35	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	Иная контактная работа
	<b>Раздел 4. Классификация ВОСП</b>					
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 построения. /Тема/	7	0			
4.2	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. /Ср/	7	31	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	Самостоятельная работа
	<b>Раздел 5. Шумы, кодирование, приемники цифровых сигналов</b>					
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	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	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	Лекция
<b>Раздел 6. ВОСП с волновым уплотнением, когерентные</b>						
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	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. /Экзамен/	7	26,65	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	
<b>Раздел 7. Усилители оптических сигналов. Пассивные элементы ВОСП</b>						
7.1	Принцип работы ОУ, типы ОУ; функциональная схема, частотные и амплитудные характеристики эрбиевого усилителя. Разветвители, фильтры, изоляторы, разъемы. /Тема/	7	0			
7.2	Принцип работы ОУ, типы ОУ; функциональная схема, частотные и амплитудные характеристики эрбиевого усилителя. Разветвители, фильтры, изоляторы, разъемы. /Лек/	7	8	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	Лекция
<b>Раздел 8. Принципы и методы диагностики характеристик и параметров ВОСП</b>						
8.1	Особенности измерения в оптическом диапазоне. Измерение затухания, дисперсии, числовой апертуры волокна. Рефлектометр – средство дистанционного зондирования линейного тракта. /Тема/	7	0			
8.2	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	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3	Консультирование

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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

### 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	Бейли Д., Райт Э.	Волоконная оптика. Теория и практика : Пер.с англ.	М.:Кудиц-образ, 2006, 320с.	5-9579-0093-1, 1
Л1.2	Бейли Д., Райт Э.	Волоконная оптика. Теория и практика : Пер.с англ.	М.:Кудиц-ПРЕСС, 2008, 320с.	978-5-91136-048-1, 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
Л2.1	Гауэр Дж.	Оптические системы связи	М.:Радио и связь, 1989, 504с.	5-256-00113-2, 1
Л2.2	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	Гроднев И.И.	Волоконно-оптические линии связи : Учеб.пособие для вузов	М.:Радио и связь, 1990, 224с	5-256-00395-X, 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

##### 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.)
---------	--

#### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	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
2	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 НИСОМ-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
3	502 лабораторный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий Специализированная мебель (37 посадочных мест) ПК: Intel Celeron CPVJ1800 – 25 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением 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 информации "

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ	<b>ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ</b> , Дмитриев Владимир Тимурович, Заведующий кафедрой РУС	<b>05.10.23</b> 15:06 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ	<b>ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ</b> , Дмитриев Владимир Тимурович, Заведующий кафедрой РУС	<b>05.10.23</b> 15:06 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ПРОРЕКТОРОМ ПО УР	<b>ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ</b> , Корячко Алексей Вячеславович, Проректор по учебной работе	<b>05.10.23</b> 15:19 (MSK)	Простая подпись