

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

---

---

Образовательно-научный институт ядерной энергетики и технической  
физики им. академика Ф.М. Митенкова (ИЯЭиТФ)

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института:  
\_\_\_\_\_ Хробостов А.Е.

“10” июня 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ОД.12 Оптические направляющие среды**

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность: Оптические системы и сети связи

Форма обучения: очная

Год начала подготовки                   2021

Выпускающая кафедра:               ФТОС

Кафедра-разработчик:               ФТОС

Объем дисциплины:               180/5

часов/з.е

Промежуточная аттестация:       экзамен (7 семестр)

Разработчик: Раевский А.С., д.ф.-м.н., профессор

Нижний Новгород  
2021

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 19 сентября 2017 года № 930 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ, протокол от 15.06.2021 г. № 7.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 31 мая 2021 г. № 25.  
Зав. кафедрой д.ф.-м.н., профессор, Раевский А.С. \_\_\_\_\_

(подпись)

Программа рекомендована к утверждению советом ИЯЭиТФ, протокол от 10.06.2021 г. № 3.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 11.03.02-о-32.  
Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом комплектования НТБ

Кабанина Н.И.

\_\_\_\_\_

(подпись)

## Оглавление

ОГЛАВЛЕНИЕ .....	3
<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
1.1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
1.2. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	4
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>8</b>
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	8
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ .....	9
<b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>18</b>
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>22</b>
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА .....	22
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	23
6.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	25
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>25</b>
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	25
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ .....	26
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....</b>	<b>26</b>
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>27</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>28</b>
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	28
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА .....	29
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ .....	29
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ .....	29
10.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ .....	29
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>30</b>
11.1. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ .....	30
11.2. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ В ФОРМЕ ЭКЗАМЕНА .....	30
11.3. ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ .....	33

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**1.1. Целью освоения дисциплины являются** формирование необходимых компетенций в области передачи сигналов по направляющим системам оптической связи, принципам работы оптических волноводов и функциональных устройств.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):**

- формирование общего понимания принципов передачи сигналов по оптическим волноводам;
- изучение физических свойств оптических направляющих сред, принципов действия устройств волоконно-оптического тракта и построения волоконно-оптических систем передачи информации;
- получение студентами практических навыков по расчёту характеристик передачи оптических волноводов.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина «Оптические направляющие среды» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Электромагнитные поля и волны», «Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства» в объёме программы бакалавриата.

Дисциплина «Оптические направляющие среды» является основополагающей для прохождения следующих дисциплин: «Метрология в оптических телекоммуникационных системах».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

3.1. Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование следующих профессиональных компетенций в соответствии с ОПОП ВО по направлению 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»:

ПКС-4 Способен составлять описания принципов действия и структуры проектируемых сетей, сооружений, оборудования, средств и услуг связи с обоснованием принятых технических решений;

ПКС-9 Способен организовать систему контроля эксплуатационных характеристик элементов волоконно-оптических систем передачи информации, включая выбор кабеля, пассивного и активного сетевого оборудования.

Формирование указанных компетенций размещено в таблице 1.

Таблица 1 - Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>ПКС-4</b>								
<i>Оптические направляющие среды (Б1.В.ОД.12)</i>								
<i>Сети связи и системы коммутации (Б1.В.ОД.6)</i>								
<i>Оптические цифровые телекоммуникационные системы(Б1.В.ОД.18)</i>								
<i>Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС (Б1.В.ОД.22)</i>								
<i>Антенны (Б1.В.ДВ.2.1)</i>								
<i>Техника СВЧ (Б1.В.ДВ.2.2)</i>								
<i>Электропитание устройств систем телекоммуникаций (Б1.В.ОД.11)</i>								
<b>ПКС-9</b>								
<i>Оптические направляющие среды (Б1.В.ОД.12)</i>								
<i>Оптические цифровые телекоммуникационные системы(Б1.В.ОД.18)</i>								
<i>Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС (Б1.В.ОД.22)</i>								
<i>Антенны (Б1.В.ДВ.2.1)</i>								
<i>Техника СВЧ (Б1.В.ДВ.2.2)</i>								
<i>Метрология в оптических телекоммуникационных системах (Б1.В.ОД.19)</i>								

### 3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения оп

Таблица 2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-4. Способен составлять описания принципов действия и структуры проектируемых сетей, сооружений, оборудования, средств и услуг связи с обоснованием принятых технических решений	ИПКС-4.1. Формулирует принципы действия проектируемых сетей, сооружений, оборудования и услуг связи.	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физические свойства естественных и искусственно создаваемых сред, используемых для передачи электромагнитных волн оптического диапазона;</li> <li>- принципы передачи сигналов по оптическому волокну;</li> </ul>		<b>Владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- специальной терминологией, используемой в отечественной и зарубежной литературе по оптическим направляющим средам</li> </ul>	Комплекты домашних заданий	Комплекты вопросов и задач: билеты
	ИПКС-4.2. Анализирует структуры проектируемых сетей, сооружений, оборудования и услуг связи.		<b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать основные характеристики (фазовые постоянные и коэффициенты затухания) волн в планарных и волоконных оптических волноводах;</li> <li>- проводить поиск научно-технической информации для решения задач проектирования оптических линий связи</li> </ul>	<b>Владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами расчёта характеристик передачи волоконных световодов по заданному профилю показателя преломления</li> </ul>	Комплекты домашних заданий	Комплекты вопросов и задач: билеты
	ИПКС-4.3. Обосновывает принятые технические решения при выбо-	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- тенденции развития направляющих элек-</li> </ul>	<b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать линии передачи и функции</li> </ul>		Комплекты домашних заданий	Комплекты вопросов и задач: билеты

	<p>ре той или иной структуры проектируемых сетей, сооружений, оборудования и услуг связи.</p>	<p>тродинамических структур оптического диапазона;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы построения математических моделей направляющих структур оптического диапазона</li> </ul>	<p>циональные узлы для построения систем оптической связи с заданными характеристиками;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принимать инженерные решения на основе имеющейся информации об основах работы направляющих систем и функциональных устройств оптического диапазона при проектировании и эксплуатации систем связи</li> </ul>			
ПКС-9. Способен организовать систему контроля эксплуатационных характеристик элементов волоконно-оптических систем передачи информации, включая выбор кабеля, пассивного и активного сетевого оборудования	ИПКС-9.3. Организует и осуществляет проверку технического состояния и ресурса оптического оборудования.	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные физические особенности структур оптического диапазона</li> </ul>	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять проверку технического состояния оптического оборудования</li> </ul>	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами измерения основных характеристик волоконно-оптического тракта: затухания в волоконном световоде, расстояний до неоднородностей в линии связи</li> </ul>		

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. (180 часов), распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего	В т.ч. по семестрам	
		7 сем	
<b>Формат изучения дисциплины</b>	очная		
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>180</b>	<b>180</b>	
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>91</b>	<b>91</b>	
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>85</b>	<b>85</b>	
занятия лекционного типа (Л)	17	17	
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	34	34	
лабораторные работы (ЛР)	34	34	
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	.		
текущий контроль, консультации по дисциплине	6	6	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)			
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	
реферат/эссе (подготовка)			
расчёто-графическая работа (РГР) (подготовка)			
контрольная работа			
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)			
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	35	35	
Подготовка к экзамену (контроль)	54	54	

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия							
<b>7 семестр</b>											
ПКС-4 ИПКС-4.1 ИПКС-4.2 ИПКС-4.3 ПКС-9 ИПКС-9.3	<b>Раздел 1. Особенности волоконно-оптической связи.</b>								Конспект лекций  1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль;  2. Разноуровневые качественные, расчетные задания;  3. Блиц-опрос.  При изучении нового материала-слайд показ. Это создает единую активную познавательную среду, в которой учитель серией умело подобранных вопросов и заданий возбуждает и направляет мысль обучающихся к новым теоретическим выводам.		
	<b>Тема 1.1.</b> Оптическая связь в свободном пространстве и волоконно-оптическая связь.	0,5				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]					
	<b>Тема 1.2.</b> Структурные схемы оптических линий связи.	0,5				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]					
	<b>Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:</b>				1,0						
	<b>Итого по 1 разделу:</b>	<b>1,0</b>			<b>1,0</b>						
	<b>Раздел 2. Классификация направляющих структур оптического диапазона. Их принцип действия.</b>										
	<b>Тема 2.1.</b> Классификация направляющих структур оптического диапазона. Их принцип действия.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]					
	<b>Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:</b>				1,0						
	<b>Итого по 2 разделу:</b>	<b>1,0</b>	--		<b>1,00</b>						
	<b>Раздел 3. Методы расчета оптических направляющих структур.</b>										

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия							
	<b>Тема 3.1.</b> Приближение геометрической оптики	1,0				Подготовка к лекциям [6.2.4]		Далее в ходе закрепления уточняет, корректирует понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения.			
	<b>Практическое занятие 1.</b> Уравнение переноса. Уравнение эйконала.			2,0		Подготовка к практическим занятиям [6.2.4]		В ходе объяснения и закрепления нового материала кадры должны быть разнообразными, чтобы охватить все моменты познания: алгоритм поиска решения поставленной проблемы, оценивание альтернатив, обнаружение следствий и их значимости в теории и т.д.			
	<b>Тема 3.2.</b> Волновое приближение.	2,0				Подготовка к лекциям [6.2.4]					
	<b>Практическое занятие 2.</b> Получение из уравнений Максвелла уравнений распространения волн в однородной и неоднородной средах.			2,0		Подготовка к практическим занятиям [6.2.4]					
	<b>Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:</b>				4						
	<b>Итого по 3 разделу</b>	<b>3,0</b>	--	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>						
ПКС-4 ИПКС-4.1 ИПКС-4.2 ИПКС-4.3 ПКС-9 ИПКС-9.3	<b>Раздел 4. Полосковые волноводы и пленочные волноводы.</b>										
	<b>Тема 4.1.</b> Пленочные волноводы.	1,0				Подготовка к лекциям [6.2.3], [6.2.4]					
	<b>Практическое занятие 3.</b> Пленочные волноводы.			4,0		Подготовка к практическим занятиям [6.2.3], [6.2.4]					
	<b>Тема 4.2.</b> Полосковые волноводы.	1,0				Подготовка к лекциям [6.2.3], [6.2.4]					
	<b>Практическое занятие 4.</b> Полосковые волноводы.			4,0		Подготовка к практическим занятиям [6.2.3], [6.2.4]					

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия							
<b>Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:</b>					4,0						
<b>Итого по 4 разделу:</b>				<b>2,0</b>		<b>8,0</b>	<b>4,0</b>				
ПКС-4 ИПКС-4.1 ИПКС-4.2 ИПКС-4.3 ПКС-9 ИПКС-9.3	<b>Раздел 5. Гребневые капиллярные и профильно-пленоочные волноводы.</b>										
	Тема 5.1. Гребневые капиллярные волноводы.	0,5					Подготовка к лекциям [6.2.3], [6.2.4]				
	Тема 5.2. Профильно-плёночные волноводы.	0,5					Подготовка к лекциям [6.2.3], [6.2.4]				
	<b>Самостоятельная работа по освоению 5 раздела:</b>				1,0						
	<b>Итого по 5 разделу:</b>	<b>1,0</b>			<b>1,0</b>						
ПКС-4 ИПКС-4.1 ИПКС-4.2 ИПКС-4.3 ПКС-9 ИПКС-9.3	<b>Раздел 6. Волоконно-оптические линии связи.</b>										
	Тема 6.1. Волоконные световоды со ступенчатым профилем.	1,0					Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.2.4], [6.1.2]				
	Практическое занятие 5. Круглый открытый диэлектрический волновод. Дисперсионное уравнение. Типы волн, критические частоты. Условие одномодового режима.			4,0			Подготовка к практическим занятиям [6.1.1], [6.2.4], [6.1.2]				
	Тема 6.2. Градиентные волоконные световоды.	1,0					Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.2.4], [6.1.2]				
	Практическое занятие 6. Волоконный световод с параболическим профилем показателя преломления.			2,0			Подготовка к практическим занятиям [6.1.1], [6.2.4], [6.1.2]				
	Лабораторное занятие 1. «Рефлектометр оптический ОР-2-3». Часть1.		5,0				Методические указания к лабораторной работе, [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия							
ПКС-4 ИПКС-4.1 ИПКС-4.2 ИПКС-4.3 ПКС-9 ИПКС-9.3	Лабораторное занятие 2. «Рефлектометр оптический ОР-2-3». Часть 2.		5,0			Методические указания к лабораторной работе, [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]					
	Самостоятельная работа по освоению 6 раздела:				6,0						
	Итого по 6 разделу:	2,0	10,0	6,0	6,0						
	<b>Раздел 7. Затухание и дисперсия в световодах.</b>										
	Тема 7.1. Затухание в волоконных световодах.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]					
	Практическое занятие 7. Затухание в волоконных световодах. Распространение импульсных сигналов с учётом затухания. Методы измерения затухания в лабораторных условиях и в условиях эксплуатации.			4,0		Подготовка к практическим занятиям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]					
	Лабораторное занятие 3. «Измерение затухания оптического кабеля»		6,0			Методические указания к лабораторной работе, [6.1.2], [6.1.3]					
	Тема 7.2. Дисперсия в волоконных световодах.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.2.5]					
	Практическое занятие 8. Дисперсия в волоконных световодах. Методика учёта влияния хроматической дисперсии на распространение гауссова импульса (в т.ч. имеющего ЛЧМ). Методы измерения хроматической и поляризационно-модовой дисперсии.			4,0		Подготовка к практическим занятиям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.2.5]					

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия							
<b>Лабораторное занятие 4. «Измерение дисперсии ГВЗ аналого-вой волоконно-оптической линии связи»</b>			6,0			Методические указания к лабораторной работе, [6.1.2], [6.1.3]					
<b>Самостоятельная работа по освоению 7 раздела:</b>					6,0						
<b>Итого по 7 разделу:</b>		<b>2,0</b>	<b>12,0</b>	<b>8,0</b>	<b>6,0</b>						
ПКС-4 ИПКС-4.1 ИПКС-4.2 ИПКС-4.3 ПКС-9 ИПКС-9.3	<b>Раздел 8. Конструкции оптических кабелей.</b>										
	<b>Тема 8.1. Конструкции оптических кабелей.</b>	1,0				Подготовка к лекциям [6.2.6], [6.2.7]					
	<b>Практическое занятие 9. Конструкции оптических кабелей.</b>			2,0		Подготовка к практическим занятиям [6.2.6], [6.2.7]					
	<b>Самостоятельная работа по освоению 8 раздела:</b>				2,0						
	<b>Итого по 8 разделу:</b>	<b>1,0</b>		<b>2,0</b>	<b>2,0</b>						
	<b>Раздел 9. Разъемные и неразъемные соединения.</b>										
	<b>Тема 9.1. Виды разъёмных соединений.</b>	0,5				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.5], [6.2.2]					
	<b>Лабораторное занятие 5. «Волоконно-оптический аттенюатор»</b>		6,0								
	<b>Тема 9.2. Виды неразъёмных соединений.</b>	0,5				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.5], [6.2.2]					
	<b>Лабораторное занятие 5. Сварка оптических волокон на установке КСС-111»</b>		6,0			Методические указания к лабораторной работе, [6.1.1], [6.1.5], [6.2.2]					
	<b>Самостоятельная работа по освоению 9 раздела:</b>				2,0						
	<b>Итого по 9 разделу:</b>	<b>1,0</b>	<b>12,0</b>		<b>2,0</b>						
ПКС-4	<b>Раздел 10. Волоконно-оптические линии со спектральным уплотнением</b>										

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)			
ИПКС-4.1 ИПКС-4.2 ИПКС-4.3 ПКС-9 ИПКС-9.3	<b>нением каналов.</b>							
	<b>Тема 10.1.</b> Принцип спектрального уплотнения.	0,5				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5], [6.2.2]		
	<b>Тема 10.2.</b> Компоненты DWDM-систем.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5], [6.2.2]		
	<b>Практическое занятие 10.</b> Компоненты DWDM-систем.			2,0		Подготовка к практическим занятиям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5], [6.2.2]		
	<b>Тема 10.3.</b> Эрбийевый волоконный усилитель.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5], [6.2.2]		
	<b>Практическое занятие 11.</b> Эрбийевый волоконный усилитель.			2,0		Подготовка к практическим занятиям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5], [6.2.2]		
	<b>Тема 10.4.</b> Компенсация дисперсии.	0,5				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5], [6.2.2], [6.2.5]		
	<b>Практическое занятие 12.</b> Методы компенсации хроматической дисперсии.			2,0		Подготовка к практическим занятиям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5], [6.2.2], [6.2.5]		
	<b>Самостоятельная работа по освоению 10 раздела:</b>				8,0			
	<b>Итого по 10 разделу:</b>	<b>3,0</b>		<b>6,0</b>	<b>8,0</b>			
	<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>35</b>			
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>35</b>			

## **5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.**

Для осуществления текущего контроля знаний обучающихся сформулированы теоретические вопросы по темам практических и лекционных занятий.

Также сформирован перечень вопросов и задач, выносимых на промежуточную аттестацию в форме экзамена в 4 и 5 семестрах.

Указанный комплект оценочных средств является неотъемлемой частью фонда оценочных средств и хранится на кафедре «Физика и техника оптической связи».

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ приведено в таблице 5.

Таблица 5 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле (контрольные недели)

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Контрольная неделя</b>	<b>Зачет</b>
$40 < R \leq 50$	Отлично	зачет
$30 < R \leq 40$	Хорошо	
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно	

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается в виде оценок по четырёхбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

.

Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не засчитено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «засчитено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «засчитено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «засчитено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-1. Способен выполнять моделирование объектов и процессов в инфокоммуникационных технологиях и системах связи с целью анализа и оптимизации их параметров, с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ	ИПКС-1.1. Моделирует объекты и процессы в инфокоммуникационных технологиях с целью анализа и оптимизации их параметров	<p>Не знаком с основными тенденциями развития систем подвижной связи и беспроводного доступа. Не знает методы многостанционного доступа в системах сотовой и спутниковой связи, методы предоставления каналов, принципы построения и функционирования современных сотовых и спутниковых систем связи.</p> <p>Не умеет оценивать необходимое количество каналов сотовых сетей число пользователей на соту в системах CDMA, трафик и емкость сотовых сетей.</p> <p>Не владеет методиками построения сетей сотовой и спутниковой связи.</p>	<p>Слабо знаком с основными тенденциями развития систем подвижной связи и беспроводного доступа. Может сформулировать методы многостанционного доступа в системах сотовой и спутниковой связи, методы предоставления каналов, принципы построения и функционирования современных сотовых и спутниковых систем связи, допуская ошибки.</p> <p>Может оценивать необходимое количество каналов сотовых сетей число пользователей на соту в системах CDMA, трафик и емкость сотовых сетей, допуская ошибки.</p> <p>Слабо владеет методиками построения сетей сотовой и спутниковой связи.</p>	<p>Знаком с основными тенденциями развития систем подвижной связи и беспроводного доступа. Может сформулировать методы многостанционного доступа в системах сотовой и спутниковой связи, методы предоставления каналов, принципы построения и функционирования современных сотовых и спутниковых систем связи, допуская небольшие неточности.</p> <p>Может оценивать необходимое количество каналов сотовых сетей число пользователей на соту в системах CDMA, трафик и емкость сотовых сетей, допуская небольшие неточности.</p> <p>Владеет методиками построения сетей сотовой и спутниковой связи.</p>	<p>Хорошо знаком с основными тенденциями развития систем подвижной связи и беспроводного доступа. Знает методы многостанционного доступа в системах сотовой и спутниковой связи, методы предоставления каналов, принципы построения и функционирования современных сотовых и спутниковых систем связи.</p> <p>Умеет оценивать необходимое количество каналов сотовых сетей число пользователей на соту в системах CDMA, трафик и емкость сотовых сетей. Владеет методиками построения сетей сотовой и спутниковой связи.</p>
	ИПКС-1.2. Выбирает и использует при необходимости для решения поставленных задач	Не умеет использовать для расчета типовых характеристик систем сотовой и спутниковой связи	Умеет использовать для расчета типовых характеристик систем сотовой и спутниковой связи	Умеет использовать для расчета типовых характеристик систем сотовой и спутниковой связи	Умеет использовать для расчета типовых характеристик систем сотовой и спутниковой связи

	ной задачи соответствующий пакет прикладных программ.	вой и спутниковой связи соответствующие пакеты прикладных программ.	спутниковой связи соответствующие пакеты прикладных программ в ограниченном объеме.	спутниковой связи соответствующие пакеты прикладных программ, допуская небольшие неточности.	спутниковой связи соответствующие пакеты прикладных программ.
ПКС-6. Способен применять в работе знание функциональных схем работы оборудования, владеть методами и способами поиска и устранения неисправностей на обслуживаемом оборудовании, линиях передачи, трактах и каналах, обеспечивать информационную безопасность в информационных сетях	ИПКС-6.1. Применяет в работе знание функциональных схем работы оборудования	Не знает типы и структурные схемы ретрансляторов систем спутниковой связи, архитектуру сетей сотовой связи различных стандартов. Не владеет современной терминологией области построения сетей сотовой и спутниковой связи, навыками определения потенциальных возможностей систем сотовой и спутниковой связи, навыками оценивания качества предоставляемых системами сотовой и спутниковой связи услуг.	Слабо знает типы и структурные схемы ретрансляторов систем спутниковой связи, архитектуру сетей сотовой связи различных стандартов. Слабо владеет современной терминологией области построения сетей сотовой и спутниковой связи, навыками определения потенциальных возможностей систем сотовой и спутниковой связи, навыками оценивания качества предоставляемых системами сотовой и спутниковой связи услуг.	Знает типы и структурные схемы ретрансляторов систем спутниковой связи, архитектуру сетей сотовой связи различных стандартов, допускает небольшие неточности. Владеет современной терминологией области построения сетей сотовой и спутниковой связи, навыками определения потенциальных возможностей систем сотовой и спутниковой связи, навыками оценивания качества предоставляемых системами сотовой и спутниковой связи услуг.	Знает типы и структурные схемы ретрансляторов систем спутниковой связи, архитектуру сетей сотовой связи различных стандартов. Свободно владеет современной терминологией области построения сетей сотовой и спутниковой связи, навыками определения потенциальных возможностей систем сотовой и спутниковой связи, навыками оценивания качества предоставляемых системами сотовой и спутниковой связи услуг.
	ИПКС-6.2. Владеет методами и способами поиска и устранения неисправностей на обслуживаемом оборудовании, линиях передачи, трактах и каналах	Не умеет оценивать факторы, негативно влияющие на распространение сигнала в системах сотовой и спутниковой связи.	Оценивает факторы, негативно влияющие на распространение сигнала в системах сотовой и спутниковой связи, допуская ошибки.	Умеет оценивать факторы, негативно влияющие на распространение сигнала в системах сотовой и спутниковой связи, допуская небольшие неточности.	Умеет оценивать факторы, негативно влияющие на распространение сигнала в системах сотовой и спутниковой связи.
	ИПКС-6.3. Обеспечивает информационную безопасность в информационных сетях.	Не знает методы защиты от несанкционированного доступа в системах сотовой и спутниковой связи.	Слабо знает методы защиты от несанкционированного доступа в системах сотовой и спутниковой связи.	Знает методы защиты от несанкционированного доступа в системах сотовой и спутниковой связи, допускает небольшие неточности.	Знает методы защиты от несанкционированного доступа в системах сотовой и спутниковой связи.

Таблица 7 – Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (недовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
6.1.1	<b>Андреев, В.А. и др.</b> Направляющие системы электросвязи. Т.1 М.: Горячая линия-Телеком, 2009. – 424 с; Т.2, 2010.- 424 с.	2
6.1.2	<b>Гурьянов, А.Н.</b> Физические и физико-химические основы получения волоконных световодов: Учеб. пособие / Гурьянов, А.Н., Раевский А.С.; ННГУ. Н.Новгород: [Б.и.], 2011. – 147 с.	28
6.1.3	<b>Гурьянов, А.Н.</b> Получение волоконных световодов и исследование их характеристик / Учеб. пособие/ А.Н. Гурьянов, А.Н. Абрамов, Н.Н. Вечканов и др. – Н.Новгород, 2014. – 82 с.	
6.1.4	<b>Скляров О.К.</b> Волоконно-оптические сети и системы связи. СПб, М., Краснодар: Лань, 2010.- 267 с.	15
6.1.5	<b>Гордиенко, В.Н. и др.</b> Оптические телекоммуникационные системы. Учебник для вузов / В.Н. Гордиенко, В.В. Крухмалев, А.Д. Моченов, Р.М. Шарафутдинов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2011. – 368 с.	

## 6.2. Справочно-библиографическая литература

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
6.2.1	<b>Родина О.В.</b> Волоконно-оптические линии связи. Практическое руководство М.: Горячая линия-Телеком, 2009. – 404 с.	1
6.2.2	<b>Фриман Р.</b> Волоконно-оптические системы связи М.: Техносфера, 2004. – 496 с.	24
6.2.3	<b>Бударагин, Р.В.</b> Интегральная оптика: Учеб. пособие / Бударагин Р.В., Майстренко В.К., Назаров А.В., Раевский С.Б.; НГТУ. Н.Новгород: [Б.и.], 2008.	47
6.2.4	<b>Унгер Х.-Г.</b> Планарные и волоконные оптические волноводы. М.: Мир, 1980.- 657 с. <a href="http://mexalib.com/view/38303">http://mexalib.com/view/38303</a>	1
6.2.5	<b>Агравал Г.</b> Нелинейная волоконная оптика. М.: Мир, 1996. – 323 с. <a href="http://nashol.com/2014110180361/nelineinaya-volokonnaya-optika-agraval-g-1996.html">http://nashol.com/2014110180361/nelineinaya-volokonnaya-optika-agraval-g-1996.html</a>	-
6.2.6	<b>Иоргачёв, Д.В.</b> Волоконно-оптические кабели и линии связи / Д.В. Иоргачёв, О.В. Бондаренко. – М.: Эко-Трендз, 2002. – 282 с.	21
6.2.7	<b>Воронцов, А.С. и др.</b> Оптические кабели российского производства. Справочник. – М.: Эко-Трендз, 2003. – 288 с.	13

## 6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Оптические направляющие среды» находятся на кафедре «ФТОС».

6.3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Оптические направляющие среды».

6.3.2. Методические рекомендации по организации и планированию практических занятия по дисциплине «Оптические направляющие среды»

6.3.3. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Оптические направляющие среды»

## 7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### 7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
- Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://elib.tolgas.ru./](http://elib.tolgas.ru/) - Загл. с экрана.
- Электронно-библиотечная система Znaniум.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
- Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
- Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
- Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
- Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

## **7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Таблица 8 – Перечень электронных библиотечных систем

<b>№</b>	<b>Наименование ЭБС</b>	<b>Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС</b>
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>

В таблице 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Таблица 9 – Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

<b>№</b>	<b>Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы</b>	<b>Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)</b>
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОС-СТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	<a href="https://cyberpedia.su/21x47c0.html">https://cyberpedia.su/21x47c0.html</a>

## **8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ**

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

<b>№</b>	<b>Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ</b>	<b>Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования</b>
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Для контактной и самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организаций:

- зал электронно-информационных ресурсов (ауд. 2210 – 11 компьютеров, ауд. 6119 – 9 компьютеров);
- читальный зал открытого доступа (ауд. 6162 – 2 компьютера);
- ауд. 2303, 2202, оборудованные Wi-Fi.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии**

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная.

При преподавании дисциплины «Оптические направляющие среды», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Для студентов создан краткий опорный электронный вариант лекционного материала курса. Электронный конспект находится на кафедре «ФТОС» и может быть получен

студентом в случае пропусков занятий по уважительным причинам или вынужденного перевода занятий в дистанционную форму.

На лекциях и практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч с студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, Zoom.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенций применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с учетом текущей успеваемости.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

## **10.2. Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

### **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях**

Практические занятия в форме семинаров представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является выступление (доклад) с последующим обсуждением наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков решения задач;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

### **10.4. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствие результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

### **10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Развернутые методические указания по всем видам работы студента находятся на кафедре «ФТОС».

## **11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая:

- проведение теоретических опросов;
- выступление обучающихся с докладами.

## **11.1. Перечень тем для докладов на практических занятиях (семинарах)**

1. Высокоскоростные ВОЛС. Современное состояние на примере российской компании «Т8»).
2. «Радио по волокну».
3. Технологии MIMO в волоконной оптике.
4. Солитонные волоконно-оптические линии связи.
5. Методы обеспечения информационной безопасности ВОЛС.
6. Технологии квантовой передачи ключа.
7. Атмосферные оптические системы связи.
8. Когерентные ВОЛС.
9. Микроструктурированные волоконные световоды.
10. Принцип модового уплотнения с использованием оптических пучков с орбитальным угловым моментом.

## **11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета**

1. Волоконно-оптическая связь. Ее преимущества. Традиционная схема построения ВОЛС.
2. История и тенденции развития волоконной оптики.
3. Пленочные волноводы. Волны в них.
4. Волны симметричного волнового слоя.
5. Волновой подход к анализу пленочных мод.
6. Волны в плавно-неоднородных средах.
7. Обобщенное лучевое уравнение.
8. Характеристическое уравнение для симметричного профиля с плавно меняющимся  $n(x)$ .
9. Полосковые волноводы.
10. Пленочные волноводы, нагруженные полоской.
11. Гребневые волноводы.
12. Волоконный световод. Основные характеристики.
13. Волоконный световод. Одномодовый и многомодовый режим.
14. Круглый открытый диэлектрический волновод (КОДВ). Получение дисперсионного уравнения волн. Виды волн.
15. Методика определения критических частот поверхностных волн КОДВ.
16. Вытекающие волны в КОДВ.
17. Причины, вызывающие потери в волоконных световодах.
18. Специфика измерения затухания в многомодовом световоде.
19. Специфика измерения затухания в одномодовом световоде.
20. Причины, вызывающие потери в оптических кабелях связи. Длина регенерационного участка.
21. Виды оптических усилителей.
22. Принцип действия эрбьевого волоконного усилителя.
23. Хроматическая дисперсия.
24. Способы компенсации хроматической дисперсии.
25. Межмодовая дисперсия.
26. Поляризационно-модовая дисперсия. Волоконные световоды с большим двулучепреломлением.
27. Брегговские внутриволоконные решетки показателя преломления.

28. Трехслойный ОДВ. Составление математической модели. Дисперсионная характеристика основной моды в случае стандартного и “W”-ППП.
29. Лучевой анализ усеченного параболического профиля показателя преломления.
30. Волновой расчет мод в волоконных световодах с параболическим ППП.
31. Принцип WDM.
32. Системы DWDM. Сфера применения. Принцип действия и основные компоненты.
33. Системы CWDM. Сфера применения. Принцип действия и основные компоненты.
34. Атмосферные оптические линии связи.

### **11.3. Типовые задания для промежуточной аттестации в форме зачета**

1. Используя лучевой подход, произвести оценку максимального значения межмодовой дисперсии в многомодовом волоконном световоде с сердцевиной радиусом  $r = 25$  мкм и показателем преломления  $n_1 = 1,48$ , показатель преломления оболочки  $n_2 = 1,46$ .
2. Используя лучевой подход, объяснить, почему волоконные световоды с параболическим профилем показателя преломления (ППП) обладают существенно меньшим значением медмодовой дисперсии, нежели световоды со ступенчатым ППП.
3. Качественно объяснить, почему в бесконечно длинном открытом диэлектрическом волноводе вытекающие волны имеют нарастающий при удалении от волновода характер.
4. Плёночный волновод имеет следующие параметры: толщина плёнки  $d = 10$  мкм, её показатель преломления  $n_1=1,51$ . Показатель преломления подложки  $n_2=1,50$ . Над плёнкой – воздух. Определить, какие моды могут распространяться в плёнке на длине волны  $\lambda=1,3$  мкм. Какие значения имеют их критические длины волн?
5. Плёночный волновод имеет следующие параметры: толщина плёнки  $d = 8$  мкм, её показатель преломления  $n_1=1,51$ . Показатель преломления подложки  $n_2=1,50$ . Над плёнкой – воздух. Определить приближённо, используя графический метод решения дисперсионного уравнения, коэффициент замедления основной моды на длине волны  $\lambda=1,3$  мкм.
6. Определить длину волны отсечки первой волны высшего типа симметричного плёночного волновода (плёнка с показателем преломления  $n_1=1,51$  окружена средами с  $n_2=1,50$ , её толщина  $d = 10$  мкм).
7. Используя графический метод решения дисперсионного уравнения волн симметричного плёночного волновода (плёнка с показателем преломления  $n_1=1,51$  окружена средами с  $n_2=1,50$ , её толщина  $d = 10$  мкм), определить количество волн, распространяющихся в данном волноводе на длине волны  $\lambda=1,3$  мкм.
8. Получить дисперсионное уравнение  $H$ -волн плёночного волновода с использованием волнового подхода.
9. Получить дисперсионное уравнение  $E$ -волн плёночного волновода с использованием волнового подхода.
10. Качественно нарисовать поперечное распределение электрического поля волн  $H_0$ ,  $H_1$  и  $H_2$  в симметричном плёночном волноводе.
11. Качественно нарисовать поперечное распределение электрического поля волн  $H_0$ ,  $H_1$  и  $H_2$  в несимметричном плёночном волноводе. Пояснить, в чём отличие от аналогичного распределения в симметричном волноводе.
12. Энергетический потенциал системы передачи составляет 38 дБ. Определить длину регенерационного участка, если погонное затухание волоконно-оптического кабеля  $\alpha_{\text{п}}= 0,25$  дБ/км, строительная длина кабеля  $L_{\text{стр}}= 3$  км, потери на сварке в среднем 0,2 дБ.
13. Используя лучевой подход, произвести оценку максимального значения межмодовой дисперсии в многомодовом волоконном световоде с сердцевиной радиусом  $r= 25$  мкм и показателем преломления  $n_1 = 1,48$ , показатель преломления оболочки  $n_2 = 1,46$ .

14. Используя лучевой подход, объяснить, почему волоконные световоды с параболическим профилем показателя преломления (ППП) обладают существенно меньшим значением медмодовой дисперсии, нежели световоды со ступенчатым ППП.
15. На длине волны  $\lambda=1,55$  мкм коэффициент дисперсии стандартного одномодового волоконного световода  $\beta_2 = -20$  пс/(нм км). Определить коэффициент уширения гауссова импульса длительностью  $T_0 = 1$  нс при прохождении по световоду длиной  $L = 50$  км.
16. Чему равна дисперсионная длина волоконного световода для гауссова импульса длительностью  $T_0 = 1$  нс с центральной длиной волны  $\lambda=1,55$  мкм, если известно, что на этой длине волны коэффициент дисперсии одномодового волоконного световода:  $\beta_2 = -20$  пс/(нм км).
17. Длительность гауссова импульса, обладающего ЛЧМ с коэффициентом  $C = 2$ , распространяющегося по стандартному одномодовому волоконному световоду,  $T_0 = 100$  пс. Определить значение коэффициента уширения импульса на длине световода  $L = 10$  км. Центральная длина волны  $\lambda=1,55$  мкм, коэффициент дисперсии стандартного одномодового волоконного световода  $\beta_2 = -20$  пс/(нм км).
18. Длительность гауссова импульса, обладающего ЛЧМ с коэффициентом  $C = 2$ , распространяющегося по стандартному одномодовому волоконному световоду,  $T_0 = 100$  пс. Определить, на какой длине световода  $L$  длительность импульса станет минимальной. Центральная длина волны  $\lambda=1,55$  мкм, коэффициент дисперсии стандартного одномодового волоконного световода  $\beta_2 = -20$  пс/(нм км).

**УТВЕРЖДАЮ:**  
Директор института ИЯЭиТФ

“ \_\_\_\_ ” 20 \_\_\_\_ г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**

« \_\_\_\_\_ »

индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров/ специалистов/ магистров

Направление: {шифр – название} \_\_\_\_\_

Направленность: \_\_\_\_\_

Форма обучения \_\_\_\_\_

Год начала подготовки: \_\_\_\_\_

Курс \_\_\_\_\_

Семестр \_\_\_\_\_

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20 \_\_\_\_ г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

1) .....;

2) .....;

3) .....

Разработчик (и): \_\_\_\_\_  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«\_\_»\_\_\_\_2021\_г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ФТОС

\_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_»\_\_\_\_2021\_г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой ФТОС \_\_\_\_\_ «\_\_»\_\_\_\_2020\_г.

Методический отдел УМУ: \_\_\_\_\_ «\_\_»\_\_\_\_2020\_г.