

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

“10” июня 2021 г.

## 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 г. № 930 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ, протокол от 15 июня 2021 г. № 7.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «ФТОС», протокол от 31 мая 2021 г. № 25.

Зав. кафедрой д.ф.-м.н., профессор, Раевский А.С. \_\_\_\_\_

Программа рекомендована к утверждению советом ИЯЭиТФ, протокол от 10 июня 2021 г. № 3.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 11.03.02-о-47.  
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>17</b>
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>21</b>
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА .....	21
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	21
6.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	22
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>22</b>
7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля) .....	22
7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем .....	23
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....</b>	<b>23</b>
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>24</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>24</b>
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	24
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА .....	25
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ .....	25
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ .....	26
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>26</b>
11.1. Типовые вопросы для лабораторных работ .....	26
11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена .....	27
11.3. Типовые задания для текущего контроля .....	28

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

**1.1. Целью освоения дисциплины является** формирование необходимых компетенций для практической деятельности в области обеспечения качества услуг оптических телекоммуникаций за счет организации эффективного метрологического обеспечения, опирающегося на достижения передовой науки и техники, а также овладение общими принципами организации метрологического обеспечения оптических телекоммуникационных систем, изучение методов и технических средств, обеспечивающих измерение основных оптических параметров и характеристик, изучение методов и средств обработки результатов измерений, изучение методов и средств тестирования.

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

- формирование общих представлений об организации метрологического обеспечения оптических телекоммуникационных систем;
- изучение основных методов и технических средств, обеспечивающих измерение основных параметров и характеристик волоконных световодов, передающих и приемных квантово-электронных модулей;
- получение практических навыков работы с лабораторными измерительными комплексами по измерению основных метрологических характеристик элементов оптических телекоммуникационных систем.

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

Учебная дисциплина «Метрология в оптических телекоммуникационных системах» 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: «Физика» (Б1.Б.12), «Основы теории цепей» (Б1.Б.14), «Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях» (Б1.Б.16), «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей» (Б1.В.ОД.13), «Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства» (Б1.В.ДВ.1.1), «Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС» (Б1.В.ОД.22), «Оптические направляющие среды» (Б1.В.ОД.12), «Оптические цифровые телекоммуникационные системы» (Б1.В.ОД.18) в объёме программы бакалавриата.

Дисциплина «Метрология в оптических телекоммуникационных системах» является основополагающей для прохождения производственной (преддипломной) практики (Б2.П.4).

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-1 Способен осуществлять подготовку заданий на разработку проектных решений;

ПКС-9 Способен организовать систему контроля эксплуатационных характеристик элементов волоконно-оптических систем передачи информации, включая выбор кабеля, пас-

сивного и активного сетевого оборудования;

**ПКС-11** Способен разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать их результаты.

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-1</b>								
Оптические цифровые телекоммуникационные системы								
Метрология в оптических телекоммуникационных системах								
Преддипломная практика								
Выполнение и защита ВКР								
<b>ПКС-9</b>								
Антенны								
Техника СВЧ								
Оптические направляющие среды								
Оптические цифровые телекоммуникационные системы								
Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС								
Метрология в оптических телекоммуникационных системах								
Преддипломная практика								
Выполнение и защита ВКР								
<b>ПКС-11</b>								
Практикум по физике								
Научно-исследовательская работа								
Метрология в оптических телекоммуникационных системах								
Выполнение и защита ВКР								

### 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-1. Способен осуществлять подготовку заданий на разработку проектных решений	ИПКС-1.1. Изучает научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике проекта		<b>Уметь:</b> - проводить поиск научно-технической информации для решения задач метрологического обеспечения оптических линий связи		Темы докладов; Вопросы для групповых обсуждений	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИПКС-1.3. Осуществляет подготовку заданий на разработку проектных решений	<b>Знать:</b> - принципы оформления и делопроизводства в области метрологического обеспечения волоконно-оптических систем связи и передачи информации	<b>Уметь:</b> - оформлять результаты метрологических испытаний компонентов волоконно-оптических систем передачи информации в соответствии с нормативными правовыми актами Российской Федерации, техническими регламентами, международными и национальными стандартами, рекомендациями Международного союза электросвязи	<b>Владеть:</b> - основными стандартами по метрологическому обеспечению волоконно-оптических систем связи и передачи информации	Темы докладов; Вопросы для групповых обсуждений	Вопросы для устного собеседования: билеты
ПКС-9. Способен организовать систему контроля эксплуатационных характеристик элементов волоконно-оптических систем передачи информации,	ИПКС-9.1. Формулирует принципы метрологического обеспечения оптических сетей	<b>Знать:</b> - принципы метрологического обеспечения оптических сетей	<b>Уметь:</b> - применять принципы метрологического обеспечения и способы инструментальных измерений, используемых в области оптиче-	<b>Владеть:</b> - методами проведения всех видов измерений электронных и оптических параметров аппаратуры и систем опти-	Темы докладов; Вопросы для групповых обсуждений	Вопросы для устного собеседования: билеты

включая выбор кабеля, пассивного и активного сетевого оборудования			ских технологий и систем связи	ческих телекоммуникаций, подлежащих метрологическому контролю		
ПКС-11. Способен разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать их результаты	ИПКС-11.1. Использует специальную терминологию, используемую в отечественной и зарубежной литературе по метрологическому обеспечению волоконно-оптических систем связи и передачи информации			<b>Владеть:</b> - специальной терминологией, используемой в отечественной и зарубежной литературе по метрологическому обеспечению волоконно-оптических систем связи и передачи информации	Темы докладов; Вопросы для групповых обсуждений	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИПКС-11.2. Анализирует тенденции развития метрологического обеспечения волоконно-оптических систем	<b>Знать:</b> - тенденции развития метрологического обеспечения волоконно-оптических систем связи и передачи информации			Темы докладов; Вопросы для групповых обсуждений	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИПКС-11.3. Выбирает методику проведения экспериментов и испытаний; организует проведение экспериментов и испытаний с использованием современных измерительных приборов	<b>Знать:</b> - методы и способы проведения всех видов измерений электрических и оптических параметров оборудования и сквозных каналов и трактов (настроечных, приемосдаточных, эксплуатационных и аварийных)	<b>Уметь:</b> - применять принципы метрологического обеспечения и способы инструментальных измерений, используемых в области оптических технологий и систем связи	<b>Владеть:</b> - методами проведения всех видов измерений электронных и оптических параметров аппаратуры и систем оптических телекоммуникаций, подлежащих метрологическому контролю	Темы докладов; Вопросы для групповых обсуждений	Вопросы для устного собеседования: билеты

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач.ед. (216 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 час.	В т.ч. по семестрам	
		1 сем	
<b>Формат изучения дисциплины</b>		очная	
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>216</b>	<b>216</b>	
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>83</b>	<b>83</b>	
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>77</b>	<b>77</b>	
занятия лекционного типа (Л)	44	44	
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)			
лабораторные работы (ЛР)	33	33	
<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>79</b>	<b>79</b>	
реферат/эссе (подготовка)			
расчётно-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.)	79	79	
Подготовка к экзамену (контроль)	<b>54</b>	<b>54</b>	



## 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				
1 семестр								
ПКС-1: ИПКС-1.1 ИПКС-1.3 ПКС-9: ИПКС-9.1 ПКС-11: ИПКС-11.1 ИПКС-11.2 ИПКС-11.3	Раздел 1. Введение в спецкурс						1. Диагностический безопасный 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. Далее в ходе закрепления уточняет, корректирует	Конспект лекций
	Тема 1.1. Построение оптических телекоммуникационных систем. Основные понятия.	0,5				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.2.1]		
	Тема 1.2. Особенности метрологии в оптических телекоммуникационных системах, основные измерительные задачи.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]		
	Тема 1.3. Способы обработки и представления результатов измерений, погрешности измерений	0,5				Подготовка к лекциям [6.1.1]		
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				7,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							

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				
	Итого по 1 разделу	2,00	--	--	7,00		понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения. 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.	
ПКС-1: ИПКС-1.1 ИПКС-1.3 ПКС-9: ИПКС-9.1 ПКС-11: ИПКС-11.1 ИПКС-11.2 ИПКС-11.3	Раздел 2. Элементы световодных информационных каналов						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. Далее в ходе закрепления	Конспект лекций
	Тема 2.1. Преобразователи электрических сигналов в оптические.	0,5				Подготовка к лекциям [6.2.1]		
	Тема 2.2. Преобразователи оптических сигналов в электрические.	1,0				Подготовка к лекциям [6.2.1]		
	Тема 2.3. Квантово-электронные модули.					Подготовка к практическим занятиям [6.2.1], [6.2.2]		
	Тема 2.4. Волоконные световоды с малыми оптическими потерями.	0,5				Подготовка к лекциям [6.2.1]		
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				12			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							

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				
	Итого по 2 разделу	2,00	--	--	12,00		уточняет, корректирует понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения. 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.	
ПКС-1: ИПКС-1.1 ИПКС-1.3 ПКС-9: ИПКС-9.1 ПКС-11: ИПКС-11.1 ИПКС-11.2 ИПКС-11.3	Раздел 3. Измерение конструктивных параметров волоконных световодов						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	Конспект лекций
	Тема 3.1. Измерение поперечных геометрических параметров волоконных световодов.	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]		
	Лабораторная работа 1. Измерение геометрических параметров сердцевины волоконных световодов		6			Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1], [6.2.2]		
	Тема 3.2. Измерение продольных геометрических параметров волоконных световодов.	4,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]		
	Лабораторная работа 2. Определение расстояния до неоднородности в оптическом волокне с помощью оптического рефлектометра		6			Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1], [6.2.2]		

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и инди- каторы достиже- ния компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование использу- емых активных и интер- активных образователь- ных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоем- кость в часах)
		Контактная работа			Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)			
		Лекции	Лабора- торные работы	Практиче- ские заня- тия				
	Тема 3.3. Измерение числовой апертуры.	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]	теоретическим выводам. Далее в ходе закрепления уточняет, корректирует понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения. В ходе объяснения и закреп- ления нового материала кадры должны быть раз- нообразными, чтобы охва- тить все моменты позна- ния: алгоритм поиска ре- шения поставленной про- блемы, оценивание аль- тернатив, обнаружение следствий и их значимости в теории и т.д.	
	Тема 3.4. Измерение профиля показателя преломления	4,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]		
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				12,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 3 разделу	12,00	12,00	--	12,00			
ПКС-1: ИПКС-1.1 ИПКС-1.3 ПКС-9: ИПКС-9.1 ПКС-11: ИПКС-11.1 ИПКС-11.2 ИПКС-11.3	Раздел 4. Измерение параметров распространения излучения в волоконных световодах						1. Диагностический безо- ценочный контроль, луч- ше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые каче- ственные, расчетные зада- ния; 3. Блиц-опрос. При изучении нового ма- териала-слайд показ. Это создает единую активную познавательную среду, в которой учитель серией умело подобранных во- просов и заданий возбуж- дает и направляет мысль	Конспект лекций
	Тема 4.1. Методы измерения затухания в световодах.	6,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]		
	Тема 4.2. Методы измерения широкополосности (полосы про- пускания) волоконных светово- дов.	6,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]		
	Лабораторная работа 3. Изме- рение дисперсии ГВЗ аналоговой волоконно-оптической линии связи		7			Подготовка к лабора- торным работам [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1], [6.2.2]		
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:				12,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа							

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				
	(РГР)							
контрольная работа								
Итого по 4 разделу		12,00	7	--	12,00		обучающихся к новым теоретическим выводам. Далее в ходе закрепления уточняет, корректирует понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения. 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.	

ПКС-1: ИПКС-1.1 ИПКС-1.3 ПКС-9: ИПКС-9.1 ПКС-11: ИПКС-11.1 ИПКС-11.2 ИПКС-11.3	Раздел 5. Измерение параметров одномодовых световодов						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 возбуж-	Конспект лекций
	Тема 5.1. Измерение дисперсии.	3,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]		
	Тема 5.2. Измерение длины волны отсечки.	3,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]		
	Тема 5.3. Измерение поляризационных характеристик.	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]		
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела:				12,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ОПК; ПК и инди- каторы достиже- ния компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование использу- емых активных и интер- активных образователь- ных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоем- кость в часах)
		Контактная работа			Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)			
		Лекции	Лабора- торные работы	Практиче- ские заня- тия				
	Итого по 5 разделу	8,00	-	-	12,00		дает и направляет мысль обучающихся к новым теоретическим выводам. Далее в ходе закрепления уточняет, корректирует понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения. 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.	
ПКС-1: ИПКС-1.1 ИПКС-1.3 ПКС-9: ИПКС-9.1 ПКС-11: ИПКС-11.1 ИПКС-11.2 ИПКС-11.3	Раздел 6. Измерение характеристик волоконно-оптических систем связи						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	Конспект лекций
	Тема 6.1. Измерение уровня мощности и длины волны оптического излучения.	3,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]		
	Тема 6.2. Измерение параметров приемников излучения.	3,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]		
	Лабораторная работа 4. Исследование характеристик фотоэлектронного умножителя в режиме импульсного облучения		7,0			Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1], [6.2.2]		
	Тема 6.3. Измерение параметров квантово-электронных модулей.	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]		

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				
	Самостоятельная работа по освоению 6 раздела:				12,0		умело подобранных вопросов и заданий возбуждает и направляет мысль обучающихся к новым теоретическим выводам. Далее в ходе закрепления уточняет, корректирует понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения. 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.	
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 6 разделу	8,00	7,00	--	12,00			
ПКС-1: ИПКС-1.1 ИПКС-1.3 ПКС-9: ИПКС-9.1 ПКС-11: ИПКС-11.1 ИПКС-11.2 ИПКС-11.3	Раздел 7. Рабочие средства измерений параметров оптических телекоммуникационных систем и методы поверки						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	Конспект материала для самостоятельного изучения
	Тема 7.1. Рабочие средства измерений параметров оптических телекоммуникационных систем.				4,0	Самостоятельное изучение темы [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1], [6.2.2]		
	Тема 7.2. Автоматические системы мониторинга оптических телекоммуникационных сетей.				4,0	Самостоятельное изучение темы [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1], [6.2.2]		
	Тема 7.3. Метрологическое обеспечение средств измерений оптического диапазона.				4,0	Самостоятельное изучение темы [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1], [6.2.2]		

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				
	Лабораторная работа 5. Исследование характеристик оптического тестера		7,0			Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1], [6.2.2]	которой учитель серией умело подобранных вопросов и заданий возбуждает и направляет мысль обучающихся к новым теоретическим выводам. Далее в ходе закрепления уточняет, корректирует понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения. 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.	
	Самостоятельная работа по освоению 7 раздела:				12,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 7 разделу	--	7,00	--	12,00			
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	44	33	--	79			
	ИТОГО по дисциплине	44	33	--	79			



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

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

Также сформирован перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме экзамена в 1 семестре.

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 выполнении лабораторных работ приведено в таблице 5.

Таблица 5 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле и выполнении лабораторных работ

Шкала оценивания	Экзамен/Зачет с оценкой	Зачет
$40 < R \leq 50$	Отлично	зачет
$30 < R \leq 40$	Хорошо	
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно	незачет

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается в виде оценки «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 зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-1. Способен осуществлять подготовку заданий на разработку проектных решений	ИПКС-1.1. Изучает научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике проекта	Не умеет проводить поиск научно-технической информации для решения задач метрологического обеспечения оптических линий связи	Испытывает затруднения при поиске научно-технической информации для решения задач метрологического обеспечения оптических линий связи	Способен проводить поиск научно-технической информации для решения задач метрологического обеспечения оптических линий связи в отечественных источниках	Способен проводить поиск научно-технической информации для решения задач метрологического обеспечения оптических линий связи не только в отечественных, но и передовых зарубежных источниках.
	ИПКС-1.3. Осуществляет подготовку заданий на разработку проектных решений	Не знает принципы оформления и делопроизводства в области метрологического обеспечения волоконно-оптических систем связи и передачи информации. Не умеет оформлять результаты метрологических испытаний компонентов волоконно-оптических систем передачи информации в соответствии с нормативными правовыми актами Российской Федерации, техническими регламентами, международными и национальными стандартами, рекомендациями Международного союза электросвязи. Не владеет основными стандартами по метрологическому обеспечению волоконно-оптических систем связи и передачи	Слабо знает принципы оформления и делопроизводства в области метрологического обеспечения волоконно-оптических систем связи и передачи информации. С трудом может оформлять результаты метрологических испытаний компонентов волоконно-оптических систем передачи информации в соответствии с нормативными правовыми актами, техническими регламентами. Слабо владеет основными стандартами по метрологическому обеспечению волоконно-оптических систем связи и передачи информации.	Знает принципы оформления и делопроизводства в области метрологического обеспечения волоконно-оптических систем связи и передачи информации. Может оформлять результаты метрологических испытаний компонентов волоконно-оптических систем передачи информации в соответствии с нормативными правовыми актами, техническими регламентами. Владеет основными стандартами по метрологическому обеспечению волоконно-оптических систем связи и передачи информации.	Знает на высоком уровне принципы оформления и делопроизводства в области метрологического обеспечения волоконно-оптических систем связи и передачи информации. Способен оформлять результаты метрологических испытаний компонентов волоконно-оптических систем передачи информации в соответствии с нормативными правовыми актами Российской Федерации, техническими регламентами, международными и национальными стандартами, рекомендациями Международного союза электросвязи. Уверенно владеет основными стандартами по метрологическому обеспечению волоконно-

		информации.			оптических
ПКС-9. Способен организовать систему контроля эксплуатационных характеристик элементов волоконно-оптических систем передачи информации, включая выбор кабеля, пассивного и активного сетевого оборудования	ИПКС-9.1. Формулирует принципы метрологического обеспечения оптических сетей	Не знает принципы метрологического обеспечения оптических сетей. Не умеет применять принципы метрологического обеспечения и способы инструментальных измерений, используемых в области оптических технологий и систем связи. Не владеет методами проведения всех видов измерений электронных и оптических параметров аппаратуры и систем оптических телекоммуникаций, подлежащих метрологическому контролю.	Слабо знает принципы метрологического обеспечения оптических сетей. Испытывает трудности при применении принципов метрологического обеспечения и способов инструментальных измерений, используемых в области оптических технологий и систем связи. Недостаточно хорошо владеет методами проведения всех видов измерений электронных и оптических параметров аппаратуры и систем оптических телекоммуникаций, подлежащих метрологическому контролю.	Знает принципы метрологического обеспечения оптических сетей. Умеет применять принципы метрологического обеспечения и способы инструментальных измерений, используемых в области оптических технологий и систем связи. Владеет методами проведения всех видов измерений электронных и оптических параметров аппаратуры и систем оптических телекоммуникаций, подлежащих метрологическому контролю.	Знает принципы метрологического обеспечения оптических сетей. Свободно применяет принципы метрологического обеспечения и способы инструментальных измерений, используемых в области оптических технологий и систем связи. Владеет на высоком уровне методами проведения всех видов измерений электронных и оптических параметров аппаратуры и систем оптических телекоммуникаций, подлежащих метрологическому контролю.
ПКС-11. Способен разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать их результаты	ИПКС-11.1. Использует специальную терминологию, используемую в отечественной и зарубежной литературе по метрологическому обеспечению волоконно-оптических систем связи и передачи информации	Не владеет специальной терминологией, используемой в отечественной и зарубежной литературе по метрологическому обеспечению волоконно-оптических систем связи и передачи информации.	Слабо владеет специальной терминологией, используемой в отечественной и зарубежной литературе по метрологическому обеспечению волоконно-оптических систем связи и передачи информации.	Владеет специальной терминологией, используемой в отечественной литературе по метрологическому обеспечению волоконно-оптических систем связи и передачи информации.	Уверенно владеет специальной терминологией, используемой в отечественной и зарубежной литературе по метрологическому обеспечению волоконно-оптических систем связи и передачи информации.
	ИПКС-11.2. Анализирует тенденции развития метрологического обеспечения волоконно-оптических систем связи и передачи информации	Не знает тенденции развития метрологического обеспечения волоконно-оптических систем связи и передачи информации.	Слабо знаком с тенденциями развития метрологического обеспечения волоконно-оптических систем связи и передачи информации	Знает основные тенденции развития метрологического обеспечения волоконно-оптических систем связи.	Уверенно знает тенденции развития метрологического обеспечения волоконно-оптических систем связи и передачи информации.
	ИПКС-11.3. Выбирает методику проведения экспериментов и испытаний; организует проведение экспериментов и испытаний с использованием современных измерительных приборов	Не знает методы и способы проведения всех видов измерений электрических и оптических параметров оборудования и сквозных каналов и трактов (настроечных, приемосдаточных, эксплуатационных и аварийных). Не умеет применять принципы метрологического обеспечения и способы инструментальных измерений, ис-	Слабо знаком с методами и способами проведения измерений электрических и оптических параметров оборудования. С трудом может применять принципы метрологического обеспечения и способы инструментальных измерений, используемых в области оптических технологий и систем связи.	Знает основные методы и способы проведения измерений электрических и оптических параметров оборудования и сквозных каналов и трактов (настроечных, приемосдаточных, эксплуатационных и аварийных). Способен применять принципы метрологического обеспечения и способы инструментальных измерений,	Уверенно знает методы и способы проведения всех видов измерений электрических и оптических параметров оборудования и сквозных каналов и трактов (настроечных, приемосдаточных, эксплуатационных и аварийных). Умеет применять принципы метрологического обеспечения и способы инструмен-

		<p>пользуемых в области оптических технологий и систем связи.</p> <p>Не владеет методами проведения всех видов измерений электронных и оптических параметров аппаратуры и систем оптических телекоммуникаций, подлежащих метрологическому контролю.</p>	<p>Испытывает трудности при проведении измерений электронных и оптических параметров аппаратуры и систем оптических телекоммуникаций, подлежащих метрологическому контролю.</p>	<p>используемых в области оптических технологий и систем связи.</p> <p>Владеет основными методами проведения измерений электронных и оптических параметров аппаратуры и систем оптических телекоммуникаций, подлежащих метрологическому контролю.</p>	<p>тальных измерений, используемых в области оптических технологий и систем связи.</p> <p>В совершенстве владеет методами проведения всех видов измерений электронных и оптических параметров аппаратуры и систем оптических телекоммуникаций, подлежащих метрологическому контролю.</p>
--	--	---	---	---	--

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» (неудовлетворительно)	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
6.1.1.	<b>Хамадулин, Э.Ф.</b> Методы и средства измерений в телекоммуникационных системах: Учеб.пособие / Э.Ф. Хамадулин; Нац.-исслед.ун-т «МИ-ЭТ». - М.: Юрайт, 2014	1
6.1.2.	<b>Кирилловский, В.К.</b> Современные оптические исследования и измерения: Учеб.пособие /В.К. Кирилловский. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2010	6

### 6.2. Справочно-библиографическая литература

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
6.2.1.	<b>Шредер, Г.</b> Техническая оптика: Пер.с нем. / Г. Шредер, Х. Трайбер. - М.: Техносфера, 2006	22
6.2.2.	Основы оптико-электронных измерений в фотонике : Учеб.пособие /	2

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

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Метрология в оптических телекоммуникационных системах» находятся на кафедре «ФТОС».

6.3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Метрология в оптических телекоммуникационных системах».

6.3.2. Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Метрология в оптических телекоммуникационных системах»

6.3.3. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Метрология в оптических телекоммуникационных системах»

## **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)**

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
5. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
6. 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.
7. 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

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
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

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
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

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
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

Лабораторные работы проводятся в аудитории 5235, оснащенной следующими приборами:  
– Генератор квантовый ЛГ-78 – 1 шт.

- Генератор квантовый ЛГ-75 – 1 шт.
- Блок питания Б5-47 – 4 шт.
- Осциллограф С1-55 – 1 шт.
- Осциллограф С1-91/9 – 1 шт.
- Вольтметр В7-27 – 2 шт.
- Тестер оптический ОМКЗ-76Б – 1 шт.
- Частотомер ЧЗ-57 – 1 шт.
- Стенд ФОТОН-1 – 1 шт.
- Ваттметр оптический – 1 шт.
- Ваттметр поглощаемой мощности – 1 шт.
- Рефлектометр импульсный – 1 шт.

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

- 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 «Метрология в оптических телекоммуникационных системах», 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 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 лекциях и консультациях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, Zoom.

Иницируется 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 экзамена 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 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 соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

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

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным за-

нениям 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 и выступление обучающихся с докладами.

### 11.1. Типовые вопросы для лабораторных работ

Лабораторная работа № 1 «Измерение геометрических параметров сердцевинны волоконных световодов»:

1. Объяснить, пользуясь методами геометрической оптики, при каких углах ввода излучения в световод поле волны будет концентрироваться в сердцевине, то есть будет направляемым.
2. Рассчитать числовую апертуру исследуемого в лабораторной работе ВС при условии, что его входной торец граничит с воздухом ( $n_0=1$ ).
3. Чем обусловлена дисперсия многомодового ВС со ступенчатым профилем показателя преломления? Какие меры предпринимаются для её снижения?
4. Волна какого типа получила наибольшее применение в волоконных световодах? Почему работающие на ней световоды имеют наибольшую пропускную способность? Изобразить структуру поля этой волны.
5. Какая волна является первой волной высшего типа в ВС со ступенчатым профилем показателя преломления? Как определить частотный диапазон, в котором такой ВС будет одномодовым?

Лабораторная работа №2 «Определение расстояния до неоднородности в оптическом волокне с помощью импульсного оптического рефлектометра»:

1. Виды неоднородностей в оптическом волокне, причины их возникновения.
2. Суть импульсного метода определения расстояния до неоднородности.
3. Суть метода обратного рассеяния.
4. Принцип действия лабораторной установки.

Лабораторная работа № 3 «Измерение дисперсии ГВЗ аналоговой волоконно-оптической линии связи»:

1. Причины возникновения дисперсии в волоконно-оптических системах связи.

2. К каким искажениям передачи данных приводит наличие дисперсии в аналоговых и цифровых ВОСПИ.
3. Суть метода Найквиста измерения ГВЗ.
4. От чего зависят разрешающая способность и погрешность измерения ГВЗ лабораторной установки.

Лабораторная работа № 4 «Исследование характеристик фотоэлектронного умножителя в режиме импульсного облучения»:

1. Законы внешнего фотоэффекта.
2. Физический смысл уравнений Эйнштейна для внешнего фотоэффекта.
3. Устройство и принцип действия фотоэлектронного умножителя.
4. Какое качество ФЭУ определяет его световая характеристика?
5. Каким образом можно регулировать анодный ток ФЭУ?
6. Какое соотношение должно быть между анодным током ФЭУ и током делителя?
7. Система параметров ФЭУ (5 групп параметров и характеристик).

Лабораторная работа № 5 «Исследование характеристик оптического тестера»:

1. Назначение и области применения оптических тестеров.
2. Принцип действия оптического тестера ОМКЗ-76 и его упрощенная структурная схема.
3. Назначение модуляции интенсивности оптического сигнала в тестере.
4. Для чего оптический тестер оснащается телефонным каналом? Какой должна быть его АЧХ?
5. По измеренным  $\tau_{пф}$  и  $\tau_{эф}$  импульсов меандра оценить полосу пропускания усилителя-преобразователя тестера (рассчитать полосу пропускания  $\Delta f$ ).

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

1. Принципы построения и метрологическое обеспечение оптических телекоммуникационных систем.
2. Составляющие и методы оценки погрешности измерений.
3. Преобразователи электрических сигналов в оптические (светодиоды, полупроводниковые лазеры): принцип действия, технические характеристики, измеряемые параметры.
4. Классификация параметров волоконных световодов.
5. Преобразователи оптических сигналов в электрические (*p-i-n* фотодиоды, лавинные фотодиоды): принцип действия, технические характеристики, измеряемые параметры.
6. Системы параметров передающих, приемных и ретрансляционных квантово-электронных модулей.
7. Методы измерения конструктивных параметров волоконных световодов.
8. Измерение продольных геометрических параметров волоконных световодов методом обратного рассеяния: теоретическая основа и техническая реализация метода.
9. Методы измерения числовой апертуры волоконных световодов.
10. Методы измерения профиля показателя преломления волоконных световодов.
11. Способы установления равновесного распределения мод в волоконных световодах.
12. Двухточечный метод измерения затухания в волоконных световодах, его разновидности.
13. Измерение затухания сигнала в оптических кабелях методами временной и частотной рефлектометрии.
14. Модовая, материальная, волноводная дисперсии. Функция импульсного отклика и комплексный коэффициент передачи волоконного световода.

15. Импульсный метод измерения частотных характеристик волоконных световодов и его разновидности.
16. Принципы раздельного измерения различных составляющих дисперсии.
17. Метод измерения широкополосности волоконных световодов в частотной области, его преимущества и недостатки по сравнению с импульсным методом.
18. Методы измерения хроматической дисперсии одномодовых волоконных световодов.
19. Метод измерения поляризационной дисперсии одномодовых волоконных световодов.
20. Методы измерения длины волны отсечки одномодовых волоконных световодов.
21. Структурная схема и принцип действия измерителя оптической мощности (ваттметра).
22. Структурная схема и принцип действия анализатора спектра (спектроанализатора).
23. Структурная схема и принцип действия комбинированного прибора, совмещающего функции спектроанализатора и ваттметра.
24. Методы измерения коэффициента преобразования и динамических свойств приемников излучения.
25. Структурная схема и принцип действия установки для измерения параметров передающих квантово-электронных модулей.
26. Структурная схема и принцип действия установки для измерения параметров приемных квантово-электронных модулей.
27. Автоматические системы мониторинга оптических телекоммуникационных сетей.
28. Метрологическое обеспечение средств измерений оптического диапазона.

### **11.3. Типовые задания для текущего контроля**

Примерные темы докладов:

1. Способы обработки и представления результатов измерений, погрешности измерений.
  2. Устройство оптического волокна. Распространение света в волокне. Типы волокон.
  3. Источники и приемники оптического излучения: конструкция, принцип действия, основные технические характеристики.
  4. Частотный рефлектометр.
  5. Измерение поляризационных характеристик одномодовых световодов.
  6. Измерительные генераторы оптических сигналов.
  7. Измерители мощности оптического излучения.
  8. Оптические тестеры.
  9. Спектроанализаторы оптических сигналов.
  10. Многофункциональные средства измерений.
  11. Автоматические системы мониторинга оптических телекоммуникационных сетей.
  12. Принцип и методы калибровки источников и приемников оптического излучения. Калибровка анализаторов оптического спектра.
  13. Способы и методы поверки оптических рефлектометров
- Полный фонд оценочных средств находится на кафедре «ФТОС».

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.