

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)**

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института:
_____ Легчанов М.А.

“20” июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.Од.2 Получение волоконных световодов
для квантовых коммуникаций
для подготовки магистров

Направление подготовки: 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
Направленность: Квантовые технологии в инфокоммуникациях

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2023

Выпускающая кафедра ФТОС

Кафедра-разработчик ФТОС

Объем дисциплины 144/4
часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет, зачет

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

2023 г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 22 сентября 2017 года № 958 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ, протокол от 16.03.2023 № 12.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 01.06.2023 г. № 35.

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

(подпись)

Программа рекомендована к утверждению советом ИЯЭиТФ, протокол от 20.06.2023 г. № 5.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 11.04.02-К-11.

Начальник МО

Заведующая отделом комплектования НТБ

Н.И. Кабанина

(подпись)

Оглавление

ОГЛАВЛЕНИЕ	3
1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.2. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	8
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	9
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	18
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	22
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
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	25
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	25
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	26
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	26
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	27
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	28
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
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	30
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 современных технологий получения волоконных световодов для инфокоммуникационных применений, в частности, квантовых каналов связи, и измерения их характеристик.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- формирование общего понимания сути процессов, лежащих в основе получения волоконных световодов;
- изучение основных процессов, связанных с получением волоконных световодов для инфокоммуникационных применений;
- получение студентами практических навыков в области современных технологий получения волоконных световодов и измерения их характеристик.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Получение волоконных световодов для квантовых коммуникаций» 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», «Физическая и квантовая оптика», «Оптические направляющие среды», «Метрология в оптических телекоммуникационных системах», «Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства» в объеме программы бакалавриата.

Дисциплина «Получение волоконных световодов для квантовых коммуникаций» является основополагающей для прохождения следующих видов практик: Научно-исследовательская работа (Б2.П.1), Научно-исследовательская работа (Б2.П.2), Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) (Б2.У.1), Преддипломная практика (Б2.П.3).

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 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»:

ПКС-9 Способен планировать, организовывать и контролировать проведение работ подразделения на оборудовании с применением приспособлений для безопасного выполнения работ;

ПКС-10 Способен выбирать и проводить сравнительный анализ вариантов проектирования пассивных и активных устройств оптического и квазиоптического диапазонов частот.

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
ПКС-9								
<i>Получение волоконных световодов для квантовых коммуникаций (Б1.В.ОД.2)</i>								
<i>Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) (Б2.У.1)</i>								
<i>Преддипломная практика (Б2.П.3)</i>								
<i>Выполнение и защита ВКР (Б3.Д.1)</i>								
ПКС-10								
<i>Получение волоконных световодов (Б1.В.ОД.2)</i>								
<i>Прикладная радиофотоника и квантовая оптоэлектроника (Б1.В.ОД.1)</i>								
<i>Специ разделы квантовой физики (Б1.В.ОД.3)</i>								
<i>Квантовая волоконно-оптическая связь (Б1.В.ОД.4)</i>								
<i>Интегральная квантовая фотоника (Б1.В.ОД.6)</i>								
<i>Терагерцевая фотоника (Б1.В.ОД.7)</i>								
<i>Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) (Б2.У.1)</i>								
<i>Преддипломная практика (Б2.П.3)</i>								
<i>Выполнение и защита ВКР (Б3.Д.1)</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-9. Способен планировать, организовывать и контролировать проведение работ подразделения на оборудовании с применением приспособлений для безопасного выполнения работ	ИПКС-9.1 Планирует и организует проведение работ подразделения	Знать: - особенности технологических процессов изготовления одномодовых волоконных световодов со сверхмалым затуханием для использования в квантовых коммуникациях и активных волоконных световодов, легированных редкоземельными элементами, для магистральных волоконно-оптических систем связи	Уметь: - формулировать задание технологам на изготовление волоконных световодов с заданными характеристиками	Владеть: - технологическими приёмами формирования заготовок волоконных световодов и вытяжки из них световодов	Темы докладов; Вопросы для групповых обсуждений	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИПКС-9.2 Контролирует проведение работ подразделения		Уметь: - проводить анализ физико-химических процессов, протекающих при изготовлении волоконных световодов со сверхмалым затуханием для использования в квантовых коммуникациях		Темы докладов; Вопросы для групповых обсуждений	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ПКС-9.3 Применяет приспособления для		Уметь: - применять инди-		Темы докладов; Вопросы для	Вопросы для устного собеседования-

	безопасного выполнения работ		видуальные средства защиты от воздействия интенсивного оптического и теплового излучений при изготовлении заготовок		групповых обсуждений	ния: билеты
ПКС-10. Способен выбирать и проводить сравнительный анализ вариантов проектирования пассивных и активных устройств оптического и квазиоптического диапазонов частот	ИПКС-10.2 Анализирует и выбирает варианты проектирования пассивных и активных устройств оптического и квазиоптического диапазонов	Знать: - методы изготовления одномодовых волоконных световодов со сверхмалым затуханием для использования в квантовых коммуникациях и активных волоконных световодов, легированных редкоземельными элементами, для магистральных волоконно-оптических систем связи	Уметь: - принимать инженерные решения на основе имеющейся информации об физико-химических основах получения волоконных световодов	Владеть: - навыками проектирования направляющих сред передачи информации для волоконно-оптических систем связи, в том числе систем квантовой передачи ключа	Темы докладов; Вопросы для групповых обсуждений	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИПКС-10.3 Использует современные инфокоммуникационные технологии и методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области систем связи оптического и квазиоптического диапазона	Знать: - свойства оптических материалов для волоконной оптики, методы получения из них волоконных световодов с заданными оптическими характеристиками, методы измерения этих характеристик	Уметь: - измерять основные характеристики полученных световодов	Владеть: - навыками получения волоконных световодов с заданными оптическими характеристиками и измерения этих характеристик	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 4 зач.ед. (144 часа), 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	2 сем
Формат изучения дисциплины	очная		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	72	72
1. Контактная работа:			
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	51	17	34
занятия лекционного типа (Л)	17	17	--
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)			
лабораторные работы (ЛР)	34	--	34
1.2. Внеаудиторная, в том числе	93	55	38
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	.		
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	2	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)			
2. Самостоятельная работа (СРС)	89	53	36
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.)	89	53	36
Подготовка к зачету (контроль)			

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-9 ПКС-10	Раздел 1. Волоконные световоды. Свойства. Применение в информационных коммуникациях.								Конспект лекций		
	Тема 1.1. Структурная схема волоконно-оптической системы передачи.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.2.1], [6.2.2]					
	Тема 1.2. Свойства оптических волокон.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.2.1], [6.2.2]					
	Тема 1.2. Оптические потери в волоконных световодах.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.2.1], [6.2.2]					
	Тема 1.3. Материалы для изготовления волоконных световодов.	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]					
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				20						
	Итого по 1 разделу	5,0	-	-	20,0						

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							
Раздел 2. Методы изготовления волоконных световодов и измерения их характеристик.											
	Тема 2.1. Методы изготовления волоконных световодов из многокомпонентных стёкол.	4,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]	уточняет, корректирует понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения.				
	Тема 2.2. Методы изготовления заготовок световодов на основе высокочистого кварцевого стекла, основанные на химическом осаждении из газовой фазы.	6,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2]	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.				
	Тема 2.3. Измерения в однодововых волоконных световодах.	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1], [6.2.2]					
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				33						
	Итого по 2 разделу	10,0			33						
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	17,0	-	-	53						
2 семестр											
	Тема 2.2. Лабораторная работа 1. Получение MCVD–методом заготовки волоконного световода на основе кварцевого стекла, легированного оксидом германия.		6,0			Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2]					
	Тема 2.3. Лабораторная работа 2. Измерение профиля показателя преломления заготовок световодов.		6,0			Подготовка к лабораторным работам [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							
	Тема 2.2. Лабораторная работа 3. Вытяжка волоконных световодов с применением кислородно-водородной горелки и нанесения на них защитно-упрочняющих покрытий.		6,0			Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2]					
	Тема 2.3. Лабораторная работа 4. Измерение полных оптических потерь в волоконных световодах.		6,0			Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2]					
	Тема 2.2. Лабораторная работа 5. Получение заготовок волоконных световодов на основе высокочистого кварцевого стекла, легированного оксидом иттербия методом пропитки пористого слоя.		6,0			Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2]. Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2].2					
	Тема 2.3. Лабораторная работа 6. Измерение распределения люминесценции редкоземельного элемента по длине стеклянной заготовки.		4,0			Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2]					
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				36						
	Итого по 2 разделу	-	34	-	36						
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	-	34	-	36						
	ИТОГО по дисциплине	17	34	-	89						

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, выносимых на промежуточную аттестацию в форме зачета в 1 и 2 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)

Шкала оценивания	Контрольная неделя	Зачет
40<R≤50	Отлично	зачет
30<R≤40	Хорошо	
20<R≤30	Удовлетворительно	
0<R≤20	Неудовлетворительно	

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается в виде оценки «зачет»/«незачет».

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-9. Способен планировать, организовывать и контролировать проведение работ подразделения на оборудовании с применением приспособлений для безопасного выполнения работ	ИПКС-9.1 Планирует и организует проведение работ подразделения	<p>Не знаком с основными особенностями технологических процессов изготовления одномодовых волоконных световодов со сверхмалым затуханием для использования в квантовых коммуникациях и активных волоконных световодов, легированных редкоземельными элементами, для волоконно-оптических систем связи.</p> <p>Не умеет формулировать задание технологам на изготовление волоконных световодов с заданными характеристиками.</p> <p>Не владеет технологическими приёмами формирования заготовок волоконных световодов и вытяжки из них световодов.</p>	<p>Слабо знаком с основными особенностями технологических процессов изготовления одномодовых волоконных световодов со сверхмалым затуханием для использования в квантовых коммуникациях и активных волоконных световодов, легированных редкоземельными элементами, для волоконно-оптических систем связи.</p> <p>Слабо умеет формулировать задание технологам на изготовление волоконных световодов с заданными характеристиками.</p> <p>Слабо владеет технологическими приёмами формирования заготовок волоконных световодов и вытяжки из них световодов.</p>	<p>Знаком с основными особенностями технологических процессов изготовления одномодовых волоконных световодов со сверхмалым затуханием для использования в квантовых коммуникациях и активных волоконных световодов, легированных редкоземельными элементами, для волоконно-оптических систем связи.</p> <p>Умеет формулировать задание технологам на изготовление волоконных световодов с заданными характеристиками.</p> <p>Владеет технологическими приёмами формирования заготовок волоконных световодов и вытяжки из них световодов.</p>	<p>Хорошо знаком с основными особенностями технологических процессов изготовления одномодовых волоконных световодов со сверхмалым затуханием для использования в квантовых коммуникациях и активных волоконных световодов, легированных редкоземельными элементами, для волоконно-оптических систем связи.</p> <p>Хорошо умеет формулировать задание технологам на изготовление волоконных световодов с заданными характеристиками.</p> <p>Хорошо владеет технологическими приёмами формирования заготовок волоконных световодов и вытяжки из них световодов.</p>
	ИПКС-9.2 Контролирует проведение работ подразделения	Не умеет проводить анализ физико-химических процессов, протекающих	Слабо умеет проводить анализ физико-химических процессов,	Умеет проводить анализ физико-химических процессов, протекающих при	Хорошо умеет проводить анализ физико-химических процессов,

		<p>при изготовлении волоконных световодов со сверхмалым затуханием для использования в квантовых коммуникациях.</p> <p>ПКС-9.3 Применяет при- способления для безопасно- го выполнения работ</p>	<p>протекающих при изго- твлении волоконных световодов со сверхма- лым затуханием для ис- пользования в квантовых коммуникациях.</p> <p>Не умеет применять ин- дивидуальные средства защиты от воздействия интенсивного оптическо- го и теплового излучений при изготовлении заготовок.</p>	<p>изготовлении волоконных световодов со сверхма- лым затуханием для ис- пользования в квантовых коммуникациях.</p> <p>Умеет применять инди-видуальные средства защи- ту от воздействия интен- сивного оптического и теплового излучений при изготвлении заготовок.</p>	<p>протекающих при изго- твлении волоконных световодов со сверхма- лым затуханием для ис- пользования в квантовых коммуникациях.</p> <p>Хорошо умеет применять индивидуальные средства защи- ту от воздействия интен- сивного оптического и теплового излучений при изготвлении заготовок.</p>
ПКС-10. Способен вы- бирать и проводить сравнительный анализ вариантов проектирования пассивных и активных устройств оптиче- ского и квазиоптическо- го диапазонов частот	ИПКС-10.2 Анализирует и выбирает варианты проек- тирования пассивных и активных устройств опти- ческого и квазиоптического диапазонов	<p>Не знает методы изго- твлении одномодовых волоконных световодов со сверхмалым затуханием для использования в квантовых коммуникациях и активных волокон- ных световодов, легиро- ванных редкоземельными элементами, для волокон-но-оптических систем связи.</p> <p>Не умеет принимать ин-женерные решения на основе имеющейся ин-формации об физико-химических основах по-лучения волоконных све-толоводов.</p> <p>Не владеет навыками проектирования направ-ляющих сред передачи информации для воло-конно-оптических систем связи, в том числе систем квантовой передачи ключа.</p>	<p>Слабо знает методы изго-тования одномодовых волоконных световодов со сверхмалым затуханием для использования в квантовых коммуникациях и активных волокон- ных световодов, легиро- ванных редкоземельными элементами, для волокон-но-оптических систем связи.</p> <p>Слабо умеет принимать инженерные решения на основе имеющейся ин-формации об физико-химических основах по-лучения волоконных све-толоводов.</p> <p>Слабо владеет навыками проектирования направляющих сред передачи информации для воло-конно-оптических систем связи, в том числе систем квантовой передачи ключа.</p>	<p>Знает методы изго-тования одномодовых волоконных световодов со сверхмалым затуханием для использования в квантовых коммуникациях и активных волокон- ных световодов, легиро- ванных редкоземельными элементами, для волокон-но-оптических систем связи.</p> <p>Умеет принимать инже-нерные решения на осно-ве имеющейся инфор-мации об физико-хими-ческих основах по-лучения волоконных све-толоводов.</p> <p>Владеет навыками проек-тирования направляющих сред передачи информа-ции для волоконно-оптических систем связи, в том числе систем кван-товой передачи ключа.</p>	<p>Хорошо знает методы изго-тования одномодовых волоконных световодов со сверхмалым затуханием для использования в квантовых коммуникациях и активных волокон- ных световодов, легиро- ванных редкоземельными элементами, для волокон-но-оптических систем связи.</p> <p>Хорошо умеет принимать инженерные решения на основе имеющейся ин-формации об физико-химических основах по-лучения волоконных све-толоводов.</p> <p>Хорошо владеет навыка-ми проектирования направляющих сред переда-чи информации для волоконно-оптических систем связи, в том числе систем кван-товой передачи ключа.</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» (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
1 Основная литература		
6.1.1	Гурьянов, А.Н. 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
6.1.2	Гурьянов, А.Н. 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.	1
2 Дополнительная литература		
6.2.1	Скляров, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. СПб, М., Краснодар: Лань, 2010.- 267 с.	15
6.2.2	Гордиенко, В.Н. и др. 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.	20

6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Получение волоконных световодов для квантовых коммуникаций» находятся на кафедре «ФТОС».

6.3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Получение волоконных световодов для квантовых коммуникаций».

6.3.2. Методические рекомендации по организации и планированию лабораторных занятий по дисциплине «Получение волоконных световодов для квантовых коммуникаций».

6.3.3. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Получение волоконных световодов для квантовых коммуникаций».

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	http://www.studentlibrary.ru/

	студента	
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/

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	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	https://cyberpedia.su/21x47c0.html

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

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 «Получение волоконных световодов для квантовых коммуникаций», 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 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 установ-

ленными 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 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

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

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

- проведение теоретических опросов;
- выступление обучающихся с докладами.

11.1. Перечень контрольных вопросов для устного собеседования перед выполнением лабораторных работ находится в Фонде оценочных средств по дисциплине и хранится на кафедре «ФТОС».

11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета в 1 семестре:

1. История создания волоконно-оптической связи.
2. Явление полного внутреннего отражения.
3. Критический угол полного внутреннего отражения.
4. Условия полного внутреннего отражения.
5. Числовая апертура световода.
6. Межмодовая (многолучевая) дисперсия.
7. Способы устранения межмодовой дисперсии.
8. Световоды с градиентным профилем показателя преломления.
9. Одномодовые световоды.
10. Дисперсия материала или хроматическая дисперсия.
11. Способы снижения хроматической дисперсии.
12. Световоды с нулевой хроматической дисперсией на 1,3 и 1,55 мкм.
13. Световоды с плоской дисперсией.
14. Оптические потери в волоконных световодах (выражение для коэффициента затухания).
15. Механизмы оптических потерь.
16. Фундаментальные механизмы поглощения света (ИК- и УФ- поглощение).
17. Поглощение примесями.
18. Релеевское рассеяние в световодах.
19. Потери на изгиба и микроизгиба.
20. Влияние ионизирующих излучений.
21. Стекла, особенности их строения.
22. Свойства стекол (показатель преломления, коэффициент термического расширения, вязкость, совместимость).
23. Многокомпонентные стекла для волоконной оптики.
24. Кварцевое стекло.
25. Полимерные материалы для волоконной оптики.
26. Фторидные стекла.
27. Халькогенидные стекла.
28. Плавление стекла в тиглях.
29. Методы переработки стекол в световоды.
30. Метод двойного тигля.

31. Исходные материалы для световодов, полученных химическим осаждением из газовой фазы.
32. Метод внешнего парофазного осаждения (OVD - метод) (история развития метода, общая схема процесса).
33. Химические реакции, лежащие в основе метода, конструкция горелки,
34. Эффективность осаждения частиц, удаление гидроксильных групп и сплавление пористой заготовки.
35. Методы дозирования исходных материалов.
36. Метод аксиального осаждения (VAD - процесс) (схема процесса, факторы, влияющие на получение пористой заготовки).
37. Условия образования частиц, структура и состав частиц из кварцевого стекла, легированного диоксидом германия.
38. Метод химического осаждения из газовой фазы внутри опорной кварцевой трубы (MCVD - метод) (история развития метода, основные принципы метода).
39. Химическое взаимодействие галидов с кислородом.
40. Легирование кварцевого стекла фтором.
41. Способы снижения концентрации гидроксильных групп в методе химического осаждения из газовой фазы.
42. Способы уменьшения центрального провала показателя преломления в заготовках, полученных MCVD – методом.
43. Газофазная технология получения волоконных световодов, легированных РЗЭ.
44. Растворная технология получения волоконных световодов, легированных РЗЭ.
45. Вытяжка световодов из кварцевого стекла

11.3. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета во 2 семестре:

1. На какие параметры влияет процесс вытяжки световода.
2. Функциональная схема процесса вытяжки световодов.
3. Какие нагревательные устройства используют для вытяжки световодов. Принцип работы кислородно-водородной горелки.
4. Что такое “луковица” заготовки.
5. Можно ли по люминесценции определять концентрацию редкоземельного элемента в стекле сердцевины и насколько точно.
6. Назовите основные методы получения высокочистых стекол на основе диоксида кремния.
7. Какие существуют способы легирования кварцевого стекла оксидами РЗЭ.
8. Чем привлекательна методика легирования из раствора для получения заготовок активных световодов.
9. Какой показатель преломления у кварцевого стекла.
10. Какие вещества являются причиной примесного поглощения в волоконных световодах на основе кварцевого стекла.
11. Как рассчитывается спектр полных оптических потерь в волоконном световоде.
12. Дать понятие длины установления стабильного распределения.
13. Зачем нужна добавка редкоземельных элементов в кварцевом стекле.
14. Какие исходные соединения могут быть использованы для изготовления стекол с добавкой РЗЭ способом пропитки пористого слоя.
15. Назовите основные недостатки метода пропитки.
16. Почему добавка редкоземельного элемента неравномерно распределена по длине заготовки.
17. Какова максимальная величина угла ввода излучения через торец световода.
18. Для чего используется дополнительное легирование стекла сердцевины оксидом алюминия.

19. В чем заключаются преимущества оксида иттербия в качестве активной добавки.
 20. Что характеризует спектр полных оптических потерь волоконного световода.
 21. Причины увеличения поглощения в коротковолновой и длинноволновой областях ИК-спектра для кварцевых волокон.
 22. Оценить достоинства и недостатки метода «обрыва» измерения полных оптических потерь в волоконном световоде.
 23. Парофазные методы получения заготовок волоконных световодов.
 24. Преимущества парофазных методов получения заготовок.
 25. Что такое оптические потери волоконных световодов. Физический смысл оптических потерь в 1 дБ/км.
 26. На каком принципе основано измерение профиля показателя преломления.
 27. Для чего используется заполнение измерительной ячейки прибора иммерсионной жидкостью.
 28. Зачем может понадобиться измерение профиля показателя преломления в разных сечениях заготовки.
 29. Что характеризует длина волны отсечки в световоде.
 30. Пояснить принцип измерения люминесценции ионов редкоземельного элемента в сердцевине заготовки волоконного световода.
- 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.