

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

Учебно-научный институт радиоэлектроники и информационных
технологий (ИРИТ)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института:

Мякиньков А.В.

“10” июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.Од.7 Оптические устройства в радиотехнике

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 11.03.01 Радиотехника

Направленность: Радиоэлектронные системы

Форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

Год начала подготовки: 2021

Выпускающая кафедра: ИРС

Кафедра-разработчик: ФТОС

Объем дисциплины: 108/3
часов/з.е

Промежуточная аттестация: зачет

Разработчик: Щербаков В.В., к.т.н., доцент

Нижний Новгород
2021

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 19 сентября 2017 г. № 931 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ, протокол от 10.06.2021 г. № 6.

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 ученым советом института ИРИТ, протокол от 10 июня 2021 г. № 1.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 11.03.01-p-38.
Начальник МО _____

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Н.И. Кабанина
(подпись)

Оглавление

ОГЛАВЛЕНИЕ	2
1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	3
1.1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	3
1.2. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	3
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	8
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	10
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	24
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	27
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА	28
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА	28
6.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	28
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	28
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	28
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	29
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	29
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	29
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	30
10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии	30
10.2. Методические указания для занятий лекционного типа	31
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях	31
10.4. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных занятиях	31
10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся	32
10.6. Методические указания по освоению дисциплины на контрольных занятиях	32
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	33
11.1. Типовые вопросы для контроля и промежуточной аттестации в форме зачета	33

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины являются формирование у студентов общих представлений о принципах действия основных направляющих структур и приборов и устройств, применяемых в волоконно-оптических линиях связи, базирующихся на основных положениях электродинамики и квантовой физики.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- ознакомление с основными конструкциями и характеристиками диэлектрических волноводов, применяемых в волоконно-оптических линиях связи. Ознакомление с инжекционной люминисценции в полупроводниках;
- изучение характеристик светоизлучающих диодов;
- ознакомление студентов с теоретическими основами работы оптических квантовых усилителей и генераторов;
- изучение характеристик полупроводниковых лазеров;
- изучение основных физических процессов в фотодиодах, определяющих их параметры и характеристики.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Оптические устройства в радиотехнике» 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», «Электродинамика и распространение радиоволн», «Электродинамика и распространение радиоволн. Дополнительные главы», «Направляющие и колебательные системы СВЧ», «Метрология и радиоизмерения», «Электроника», «Радиотехнические цепи и сигналы».

Дисциплина «Оптические устройства в радиотехнике» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Электронные СВЧ и квантовые приборы», «Оптоэлектронные и квантовые приборы СВЧ», «Микроэлектронные устройства СВЧ», «Интегральная СВЧ схемотехника».

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующих профессиональных компетенций в соответствии с ОПОП ВО по направлению 11.03.01 Радиотехника:

ПКС-1 Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ, осуществлять тестирование радиоэлектронной аппаратуры с использованием современной измерительной техники;

ПКС-2 Способен разрабатывать структурные, функциональные, принципиальные схемы радиоэлектронных устройств, осуществлять техническое обслуживание радиоэлектронной аппаратуры.

Формирование указанной компетенции 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-1								
Электродинамика и распространение радиоволн. Дополнительные главы.								
Направляющие и колебательные системы СВЧ								
Основы компьютерного проектирования РЭС								
Статистическая теория радиотехнических систем								
Радиоавтоматика								
Научно-исследовательская работа								
Функциональное моделирование								
Оптические устройства в радиотехнике								
Радиотехнические системы								
Устройства СВЧ и антенны								
Лабораторный практикум по проектированию интегрированных модулей цифровой обработки сигналов								
Основы техники радиоприема								
Радиопередающие устройства								
Цифровая обработка сигналов								
Микроэлектронные устройства СВЧ								
Интегральная СВЧ схемотехника								
Телевидение и видеотехника								
Цифровая аудио- и видеотехника								
Преддипломная практика								
Выполнение и защита ВКР								
ПКС-2								
Радиоавтоматика								
Функциональное моделирование								
Оптические устройства в радиотехнике								
Радиотехнические системы								
Электропреобразовательные устройства РЭС								
Электропитание устройств систем телекоммуникаций								
Основы техники радиоприема								
Радиопередающие устройства								
Телевидение и видеотехника								
Цифровая аудио- и видеотехника								
Электронные СВЧ и квантовые приборы								
Оптоэлектронные и квантовые приборы СВЧ								
Преддипломная практика								
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 выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ, осуществлять тестирование радиоэлектронной аппаратуры с использованием современной измерительной техники	ИПКС-1.1. Строит физические и математические модели узлов и блоков радиотехнических устройств и систем.	Знать: принцип действия и основные параметры и характеристики полупроводниковых лазеров, светоизлучающих диодов и фотодиодов для оптических систем связи.	Уметь: строить физические и математические модели волоконных световодов для оптических систем связи.		Вопросы для устного собеседования по лабораторным работам	Вопросы для устного собеседования: контрольные вопросы
	ИПКС-1.2. Выполняет математическое моделирование объектов и процессов, осуществляет тестирование аппаратного и программного обеспечения радиоэлектронной аппаратуры.			Владеть: методикой расчета затухания, дисперсии световодов и длины регенерационного участка волоконно-оптической линии связи.	Отчеты по лабораторным работам	Вопросы для устного собеседования: контрольные вопросы
ПКС-2. Способен разрабатывать структурные, функциональные, принципиальные схемы радиоэлектронных устройств, осуществлять техническое обслуживание радиоэлектронной аппаратуры	ИПКС-2.1. Оценивает принципы проектирования радиоэлектронных устройств, осуществляет настройку радиоэлектронной аппаратуры.	Знать: принципы построения и проектирования волоконно-оптических линий связи.			Вопросы для устного собеседования по лабораторным работам	Вопросы для устного собеседования: контрольные вопросы
	ИПКС-2.2. Проводит расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, оценивает техническое состояние		Уметь: оценивать техническое состояние радиоэлектронной аппаратуры, связанной с		Отчеты по лабораторным работам	Вопросы для устного собеседования: контрольные вопросы

	радиоэлектронной аппаратуры.		волоконно-оптическими линиями связи.		
	ИПКС-2.3. Разрабатывает принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ, работает с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию радиоэлектронной аппаратуры.			Владеть: информацией, позволяющей проводить расчеты параметров ступенчатого и градиентного волоконных световодов для одномодового и многомодового режимов работы с использованием пакетов прикладных программ.	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. 108 часа, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 3.

**Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам
Для очной формы обучения**

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. в семестре
		7 сем
Формат изучения дисциплины	очная	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
1. Контактная работа:	55	55
1.1.Аудиторная работа, в том числе:	51	51
занятия лекционного типа (Л)	34	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	17	17
лабораторные работы (ЛР)		
1.2.Внеаудиторная, в том числе	4	4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	.	
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
2. Самостоятельная работа (СРС)	53	53
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.)	53	53
Подготовка к зачету (контроль)		

Для очно-заочной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. в семестре
		9 сем
Формат изучения дисциплины	Очно-заочная	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
1. Контактная работа:	30	30
1.3.Аудиторная работа, в том числе:	26	26
занятия лекционного типа (Л)	13	13
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	13	13
лабораторные работы (ЛР)		
1.4.Внеаудиторная, в том числе	4	4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	.	
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		

2. Самостоятельная работа (СРС)	78	78
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.)	78	78
Подготовка к зачету (контроль)		

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	B т.ч. в семестре
		9 сем.
Формат изучения дисциплины	заочная	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
1. Контактная работа:	23	23
1.5. Аудиторная работа, в том числе:	18	18
занятия лекционного типа (Л)	8	8
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)		
лабораторные работы (ЛР)	10	10
1.6. Внеаудиторная, в том числе	5	5
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	.	
текущий контроль, консультации по дисциплине	5	5
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
2. Самостоятельная работа (СРС)	81	81
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.)	81	81
Подготовка к зачету (контроль)	4	4

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам, для очной формы обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ПКС и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Электронного асах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия							
7 семестр											
ПКС-1 ИПКС-1.1 ИПКС-1.2 ПКС-2 ИПКС-2.1 ИПКС-2.2 ИПКС-2.3	Раздел 1. Пленочные волноводы для волоконно-оптических линий связи (ВОЛС)					Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые качественные, расчетные, графические задания; 3. физический диктант, блиц-опрос; 4. Работа с систематизирующими, обобщающими таблицами, логическими схемами. При изучении нового материала-слайд показ. Совместно с натурным экспериментом создают единую активную познавательную среду, в которой учитель серией умело подобранных вопросов и заданий	Конспект лекций			
	Тема 1.1. Однородные планарные оптические волноводы Явление полного внутреннего отражения Оптические пленочные волноводы	2,0			2,0						
	Практическое занятие 1. Радиотехнические устройства для волоконно-оптических линий связи (ВОЛС). Основные свойства источников и приемников для ВОЛС. Структурная схема ВОЛС			2,0	2,0						
	Тема 1.2. Направляемые моды оптического пленочного волновода	2			2,0						
	Тема 1.3. Волны слабонаправляющей пленки Волны симметричного диэлектрического слоя. Затухание направляемых волн пленочного волновода.	2			2,0						
	Практическое занятие 2. Одномодовые и многомодовые свето-			1,0	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.2.2],					

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ПКС и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Электронного асах)		
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)					
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия						
	воды. Лучи и волны в оптическом световоде. Типы волн в световоде.				[6.2.3]	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]		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.		
	Тема 1.4. Волновое решение для направляемых мод пленочного волновода Унифицированная форма записи дисперсионного уравнения волн пленочного волновода	2,0			2,0					
	Практическое занятие 3. Собственные волны круглого диэлектрического волновода			2,0	2,0					
	Практическое занятие 4. Затухание и дисперсия в волоконном световоде. Пропускная способность волоконного световода. Длина регенерационного участка			2,0	2,0					
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела: реферат, эссе (тема)				16,0					
	расчётно-графическая работа (РГР)									
	контрольная работа									
	Итого по 1 разделу	8,00		7,00	16,00					
ПКС-1 ИПКС-1.1 ИПКС-1.2 ПКС-2	Раздел 2. Градиентные волоконные световоды									
	Тема 2.1. Неоднородные (градиентные) пленочные волноводы. Приближение геометрической оптики	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	Диагностический бензочесочный контроль, лучше взаимоконтроль;			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ПКС и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Электронного асах)		
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)					
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия						
ИПКС-2.1 ИПКС-2.2 ИПКС-2.3	Тема 2.2. Волновой анализ градиентного пленочного волновода	2,0			3,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	5. Разноуровневые качественные, расчетные, графические задания;			
	Тема 2.3. Волновой расчет мод в волокнах с параболическим профилем показателя преломления.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	5. Физический диктант, блиц-опрос;			
	расчёто-графическая работа (РГР)						7. Работа с систематизирующими, обобщающими таблицами, логическими схемами.			
	контрольная работа									
	Итого по 2 разделу	6,00		0,00	7,00					
ПКС-1 ИПКС-1.1 ИПКС-1.2 ПКС-2 ИПКС-2.1 ИПКС-2.2 ИПКС-2.3	Раздел 3. Полосковые диэлектрические волноводы						При изучении нового материала-слайд показ. Совместно с натурным экспериментом создают 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 понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения.			
	Тема 3.1. Трехмерные полосковые волноводы	3,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.3]				
	Практическое занятие 5. Конструкции оптических кабелей. Монтаж. Сварка			2,0	3,0	Подготовка к практическим занятиям [6.2.2], [6.2.3]				
	Тема 3.2. Пленочные волноводы, нагруженные полоской	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]				
	Тема 3.3. Гребневые волноводы. Профильно-пленочные волноводы	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]				
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				9,0					
	реферат, эссе (тема)									
	расчёто-графическая работа									

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ПКС и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Электронного асах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия							
	(РГР)						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.				
	контрольная работа										
	реферат, эссе (тема)										
	расчётно-графическая работа (РГР)										
	контрольная работа										
	Итого по 3 разделу	7,00		2,00	9,00						
ПКС-1 ИПКС-1.1 ПКС-2 ИПКС-2.2	Раздел 4. Полупроводниковые источники оптического излучения										
	Тема 4.1. Спонтанные и вынужденные переходы. Условия усиления в квантовой системе. Люминесценция полупроводников. Излучательная и безизлучательная рекомбинация. Оже-рекомбинация, внутренний и внешний квантовый выход.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]					
	Практическое занятие 6. Люминесценция полупроводников. Прямозонные и непрямозонные полупроводники. Внутренний и внешний квантовый выход.			2,0	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.2.2], [6.2.3]					
	Тема 4.2. Инверсия населенности. Накачка и их виды. Инжекционная люминесценция. Эффективность инжекционной люминесценции, гетеропереходы	2.0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]					
	Практическое занятие 7. Инжекционная люминесценция.			2,0	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.2.2], [6.2.3]					

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ПКС и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Электронного асах)		
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)					
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия						
	Тема 4.3. Оптический квантовый генератор (ОКГ). Уравнение баланса. Стационарный режим работы ОКГ. Спектральные характеристики излучения ОКГ.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]				
	Тема 4.4. Светоизлучающие диоды и полупроводниковые лазеры: конструкции, параметры, кпд, спектральные диапазоны излучения, направленность излучения, быстродействие, вопросы надежности и долговечности.	3			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]				
	реферат, эссе (тема)									
	расчётно-графическая работа (РГР)									
	контрольная работа									
	Итого по 4 разделу	9,00	6,00	4,00	12,00					
ПКС-1 ИПКС-1.1 ПКС-2 ИПКС-2.2	Раздел 5. Приемники оптического излучения.									
	Тема 5.1. Виды и физические основы работы приемников оптического излучения. Шумы фотоприемников. Чувствительность и пороговые характеристики фотоприемников.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 6. Разноуровневые качественные, расчетные, графические задания; 7. физический диктант, блиц-опрос;			
	Тема 5.2. Фотодиоды – принцип действия, конструкции и характеристики. Фотодиоды на р-п-переходе, р-i-п- диоды, лавинные фотодиоды	2,0			2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.2.2], [6.2.3]	8. Работа с систематизирующими, обобщающими таблицами, логическими схемами. При изучении нового материала-слайд показ. Совместно с натурным экспериментом создают единую			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ПКС и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Электронного асах)		
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)					
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия						
	Практическое занятие 8. Чувствительность и пороговые характеристики фотоприемников.			2,0	3,0	Подготовка к практическим занятиям [6.2.2], [6.2.3]				
	Практическое занятие 9. Быстродействие p-i-n- фотодиодов			2,0	2,0	Подготовка к практическим занятиям [6.2.2], [6.2.3]				
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела: реферат, эссе (тема)				9,0					
	расчёто-графическая работа (РГР)									
	контрольная работа									
	Итого по 5 разделу	4,00		4,00	9,00					
	Курсовая работа (КР)									
	Курсовой проект (КП)									

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ПКС и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Электронного асах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)			
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	34		17	53			
	ИТОГО по дисциплине	34		17	53			

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам, для очно-заочной формы обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ПКС и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)	
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)				
7 семестр									
ПКС-1 ИПКС-1.1 ИПКС-1.2 ПКС-2 ИПКС-2.1 ИПКС-2.2 ИПКС-2.3	Раздел 1. Волноводы для волоконно-оптических линий связи (ВОЛС)	1,0			4,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 9. Работа с систематизирующими, обобщающими таблицами, логическими схемами. При изучении нового материала-слайд показ. Совместно с натурным экспе-	Конспект лекций	
	Тема 1.1. Радиотехнические устройства для волоконно-оптических линий связи (ВОЛС). Основные свойства источников и приемников для ВОЛС. Структурная схема ВОЛС								
	Практическое занятие 1. Однородные оптические волноводы Явление полного внутреннего отражения. Типы волн оптического волновода			2,0	5,0	Подготовка к практическим занятиям [6.2.2], [6.2.3]			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ПКС 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 1.2. Ступенчатые и градиентные волоконные световоды. Приближение геометрической оптики	2,0			6,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	риментом создают 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 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.				
	Тема 1.3. Волновое решение для направляемых мод круглого диэлектрического волновода. Собственные волны круглого диэлектрического волновода. Запись дисперсионного уравнения волн. Критические частоты собственных волн.	2,0			6,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]					
	Практическое занятие 2. Одномодовые и многомодовые световоды. Лучи и волны в оптическом световоде			2,0	5,0	Подготовка к практическим занятиям [6.2.2], [6.2.3]					
	Практическое занятие 3 Затухание в волоконном световоде. Окна прозрачности кварцевого волоконного световода			2,0	5,0	Подготовка к практическим занятиям [6.2.2], [6.2.3] [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]					
	Практическое занятие 4 Дисперсия в волоконном световоде. Пропускная способность волоконного световода. Длина регенерационного участка			2,0	5,0	Подготовка к практическим занятиям [6.2.2], [6.2.3] [6.2.2], [6.2.3]					
	Тема 1.4. Конструкции оптических кабелей. Монтаж. Сварка	2,0			6,0	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.2], [6.2.3]					
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				42,0						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ПКС 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							
	реферат, эссе (тема)										
	расчётно-графическая работа (РГР)										
	контрольная работа										
	Итого по 1 разделу	7,00		8,00	42,00						
ПКС-1 ИПКС-1.1 ПКС-2 ИПКС-2.2	Раздел 2. Полупроводниковые источники и приемники оптического излучения										
	Тема 2.1. Спонтанные и вынужденные переходы. Люминисценция полупроводников. Прямозонные и непрямозонные полупроводники. Излучательная и безизлучательная рекомбинация. Оже-рекомбинация, внутренний и внешний квантовый выход.	2,0			8,0	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.2], [6.2.3]					
	Тема 2.2. Инверсия населенности. Накачка и их виды. Инжекционная люминисценция. Эффективность инжекционной люминисценции, гетеропереходы	2,0			8,0	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.2], [6.2.3]					
	Практическое занятие 5 Светоизлучающие диоды и полупроводниковые лазеры: конструкции, параметры, кпд, спектральные диапазоны излучения, направленность излучения, быстродействие, вопросы надежности и долговечности.		5.0	2,5	6,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.2.1], [6.2.3], [6.2.4]					
	Практическое занятие 6 Кон-			2,5	6,0	Подготовка к практиче-					

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ПКС 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						
	струкции фотодиодов и характеристики. Чувствительность и пороговые характеристики фотоприемников					ским занятиям [6.2.2], [6.2.3] [6.1.3], [6.2.2], [6.2.3]				
	Тема 2.3. Фотодиоды – принцип действия. Фотодиоды на р-п-переходе, р-i-n- диоды, лавинные фотодиоды. Шумы фотоприемников.	2,0			8,0	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.2], [6.2.3]				
	реферат, эссе (тема)									
	расчётно-графическая работа (РГР)									
	контрольная работа									
	Итого по 2 разделу	6,00		5,0	36,0					
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	13		13	78					
	ИТОГО по дисциплине	13		13	78					

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам, для заочной формы обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ПКС 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							
7 семестр											
ПКС-1 ИПКС-1.1 ИПКС-1.2 ПКС-2 ИПКС-2.1 ИПКС-2.2 ИПКС-2.3	Раздел 1. Волноводы для волоконно-оптических линий связи (ВОЛС)				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.3] Подготовка к лекциям [6.2.2], [6.2.3] Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3] Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]	1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 10. Работа с систематизирующими, обобщающими таблицами, логическими схемами. При изучении нового материала-слайд показ. Совместно с натурным экспериментом создают 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 понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения. В ходе объяснения и за-	Конспект лекций				
	Тема 1.1. Радиотехнические устройства для волоконно-оптических линий связи (ВОЛС). Структурная схема ВОЛС. Основные свойства источников и приемников для ВОЛС.	1,0									
	Тема 1.2. Одномодовые и много-модовые световоды. Лучи и волны в оптическом световоде. Типы волн в световоде.	1,0									
	Тема 1.3. Затухание и дисперсия в волоконном световоде. Пропускная способность волоконного световода. Длина регенерационного участка	1,0									
	Тема 1.4. Собственные волны круглого диэлектрического волновода	1,0									
	Лабораторная работа 1. «Измерение затухания оптического кабеля»		5.0		13,0						
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела: реферат, эссе (тема)				41,0						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ПКС и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)							
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия								
ПКС-1 ИПКС-1.1 ПКС-2 ИПКС-2.2	расчётно-графическая работа (РГР)							крепления 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.				
	контрольная работа											
	Итого по 1 разделу	8,00	5.0		41,00							
	Раздел 2. Полупроводниковые источники и приемники оптического излучения											
	Тема 2.1. Спонтанные и вынужденные переходы. Люминисценция полупроводников. Прямозонные и непрямозонные полупроводники. Излучательная и безизлучательная рекомбинация. Ожерекомбинация, внутренний и внешний квантовый выход.	1,0			7,0	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.2], [6.2.3]						
	Тема 2.2. Инверсия населенности. Накачка и их виды. Инжекционная люминисценция. Эффективность инжекционной люминисценции, гетеропереходы	1,0			7,0	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.2], [6.2.3]						
	Лабораторная работа 2. «Определение расстояния до неоднородности в оптическом кабеле с помощью оптического рефлектометра»		5.0		8,0	Подготовка к практическим занятиям [6.1.2], [6.2.1], [6.2.3], [6.2.4]						
	Тема 2.3. Светоизлучающие диоды и полупроводниковые лазеры: конструкции, параметры, кпд, спектральные диапазоны излучения, направленность излучения,	1,0			7,0	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.2], [6.2.3]						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ПКС 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						
	быстродействие, вопросы надежности и долговечности.									
	Тема 2.4. Фотодиоды – принцип действия, конструкции и характеристики. Фотодиоды на р-п-переходе, р-и-п- диоды, лавинные фотодиоды. Шумы фотоприемников. Чувствительность и пороговые характеристики фотоприемников реферат, эссе (тема)	1,0			7,0	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.2], [6.2.3]				
	расчёто-графическая работа (РГР)									
	контрольная работа									
	Итого по 2 разделу	9,00	6,00		40,00					
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	8	10		81					
	ИТОГО по дисциплине	8	10		81					

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

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

Также сформирован перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме зачета в 7 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 оценка выполнения лабораторных работ приведено в таблице 5.

Таблица 5 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле (контрольные занятия) и оценка выполнения лабораторных работ

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

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по «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-1. Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ, осуществлять тестирование радиоэлектронной аппаратуры с использованием современной измерительной техники	ИПКС-1.1. Строит физические и математические модели узлов и блоков радиотехнических устройств и систем.	Не знает принцип действия и основные параметры и характеристики полупроводниковых лазеров, светоизлучающих диодов и фотодиодов для оптических систем связи. Не умеет строить физические и математические модели волоконных световодов для оптических систем связи.	Знает принцип действия и основные параметры и характеристики полупроводниковых лазеров, светоизлучающих диодов и фотодиодов для оптических систем связи. Может строить физические и математические модели волоконных световодов для оптических систем связи. Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Знает принцип действия и основные параметры и характеристики полупроводниковых лазеров, светоизлучающих диодов и фотодиодов для оптических систем связи. Умеет строить физические и математические модели волоконных световодов для оптических систем связи. Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Твердо знает принцип действия и основные параметры и характеристики полупроводниковых лазеров, светоизлучающих диодов и фотодиодов для оптических систем связи. Твердо умеет строить физические и математические модели волоконных световодов для оптических систем связи. Отлично знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.
	ИПКС-1.2. Выполняет математическое моделирование объектов и процессов, осуществляет тестирование аппаратного и программного обеспечения радиоэлектронной аппаратуры.	Не владеет методикой расчета затухания, дисперсии световодов и длины регенерационного участка волоконно-оптической линии связи.	Слабо владеет методикой расчета затухания, дисперсии световодов и длины регенерационного участка волоконно-оптической линии связи. Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Владеет методикой расчета затухания, дисперсии световодов и длины регенерационного участка волоконно-оптической линии связи. Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Владеет методикой расчета затухания, дисперсии световодов и длины регенерационного участка волоконно-оптической линии связи. Отлично знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.

ПКС-2. Способен разрабатывать структурные, функциональные, принципиальные схемы радиоэлектронных устройств, осуществлять техническое обслуживание радиоэлектронной аппаратуры	ИПКС-2.1. Оценивает принципы проектирования радиоэлектронных устройств, осуществляет настройку радиоэлектронной аппаратуры.	Не знает принципы построения и проектирования волоконно-оптических линий связи.	Знает принципы построения и проектирования волоконно-оптических линий связи. Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Знает принципы построения и проектирования волоконно-оптических линий связи. Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Знает принципы построения и проектирования волоконно-оптических линий связи. Отлично знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.
	ИПКС-2.2. Проводит расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, оценивает техническое состояние радиоэлектронной аппаратуры.	Не умеет оценивать техническое состояние радиоэлектронной аппаратуры, связанной с волоконно-оптическими линиями связи.	Умеет оценивать техническое состояние радиоэлектронной аппаратуры, связанной с волоконно-оптическими линиями связи. Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Умеет оценивать техническое состояние радиоэлектронной аппаратуры, связанной с волоконно-оптическими линиями связи. Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Умеет оценивать техническое состояние радиоэлектронной аппаратуры, связанной с волоконно-оптическими линиями связи. Отлично знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.
	ИПКС-2.3. Разрабатывает принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ, работает с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию радиоэлектронной аппаратуры.	Не владеет информацией, позволяющей проводить расчеты параметров ступенчатого и градиентного волоконных световодов для одномодового и многомодового режимов работы с использованием пакетов прикладных программ.	Владеет информацией, позволяющей проводить расчеты параметров ступенчатого и градиентного волоконных световодов для одномодового и многомодового режимов работы с использованием пакетов прикладных программ. Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Владеет информацией, позволяющей проводить расчеты параметров ступенчатого и градиентного волоконных световодов для одномодового и многомодового режимов работы с использованием пакетов прикладных программ. Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Владеет информацией, позволяющей проводить расчеты параметров ступенчатого и градиентного волоконных световодов для одномодового и многомодового режимов работы с использованием пакетов прикладных программ. Отлично знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.

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).

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф
6.1.1.	Гроднев И.И.	Волоконно-оптические линии связи	М.; Радио и связь, 1990	Учебное пособие
6.1.2.	Гроднев И.И. Ларин Ю.Т. Теумин И.И.	Оптические кабели	М.: Энергоатомиздат, 1991	Учебное пособие
6.1.3.	Федотов А.Б., Щербаков В.В.	Введение в физическую и квантовую оптику. Оптоэлектронные полупроводниковые приборы	Нижний Новгород Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева 2016.	Учебное пособие

6.2. Справочно-библиографическая литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год изда-ния	Назначение, вид издания, гриф
6.2.1.	Хамадулин Э.Ф.	Методы и средства измерений в теле-	М. : Юрайт, 2014	Учебное пособие

		коммуникационных системах		
6.2.2.	Киселев Г. Л.	Квантовая и оптическая электроника	СПб.: Лань 2011г	Учебное пособие
6.2.3.	Шалимова К.В.	Физика полупроводников	М.: Лань, 2010г	Учебное пособие
6.2.4.	Кирилловский В.К	Современные оптические исследования и измерения	СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2010.-	Учебное пособие для вузов, направление подготовки «Опто-техника» и оптические специальности

6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Оптические устройства в радиотехнике» находятся на кафедре «ФТОС».

6.3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Оптические устройства в радиотехнике».

6.3.2. Методические рекомендации по организации и планированию практических занятия по дисциплине «Оптические устройства в радиотехнике».

6.3.3. Методические рекомендации по организации и планированию лабораторных занятий по дисциплине «Оптические устройства в радиотехнике».

6.3.4. Методические рекомендации по организации и планированию контрольных занятий по дисциплине «Оптические устройства в радиотехнике».

6.3.5. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Оптические устройства в радиотехнике».

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>

Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.

Электронно-библиотечная система Znanius.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanius.com/>. – Загл. с экрана.

Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.

Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.

Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.

Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8 – Перечень электронных библиотечных систем

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

В таблице 10 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.

Для проведения лекционных демонстраций имеется демонстрационный кабинет 5307 рядом с лекционной аудиторией 5303, оснащённый приборами, макетами, различными установками.

Лабораторные работы проводятся в 5 корпусе в оснащённой необходимым оборудованием лаборатории: аудитория 5235 – Лаборатория оснащена оборудованием для лабораторных работ:

- 1) комплект устройств для измерения затухания оптического кабеля;
- 2) комплект устройств для определения расстояния до неоднородности в оптическом кабеле с помощью оптического рефлектометра;
- 3)

Лаборатория «Оптические устройства в радиотехнике» (ауд. 5235) имеет четыре комбинированных лабораторных установки, включающих в себя:

Установка «Фотон»

- 1) гелий-неонового лазер ОКГ-13 с источником питания ИП-2;
- 2) экран с линейкой;
- 3) набор линз;
- 5) микроамперметры,
- 6) полупроводниковые лазеры;
- 7) фотодиоды;
- 8) оптический рефлектометр РО-1
- 9) измеритель неоднородностей линий Р5-11
- 10) отрезки оптического кабеля

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная.

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

На лекциях, практических и лабораторных 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 лабораторных занятиях, практических занятиях и лекциях. Прово-

дятся 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 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.

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 / лабораторным работам 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 представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков решения задач;

- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

10.4. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

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

10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

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

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

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

10.6. Методические указания по контрольной работе обучающихся

Контрольная работа проводится в целях закрепления курса и охватывает все основные разделы. Основной формой проведения контрольной работы является решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Контрольная работа обеспечивает:

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

Для осуществления текущего контроля знаний обучающихся сформулированы примеры заданий для контрольных работ.

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 практических занятий;
- проведение лабораторных работ;
- проведение контрольных работ;
- зачет.

11.1. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета

11.1.1. Вопросы к зачету, проводимому по окончании обучения

1. Структурная схема ВОЛС.
2. Явление полного внутреннего отражения
1. Оптические пленочные волноводы. Ступенчатые и градиентные волоконные световоды. Одномодовые и многомодовые световоды.
3. Типы волн оптического волновода
4. Направляемые моды оптического пленочного волновода
5. Волны слабонаправляющей пленки Волны симметричного диэлектрического слоя.
6. Затухание направляемых волн пленочного волновода.
7. Волновое решение для направляемых мод пленочного волновода
8. Унифицированная форма записи дисперсионного уравнения волн пленочного волновода
9. Неоднородные (градиентные) пленочные волноводы. Приближение геометрической оптики
10. Волновой анализ градиентного пленочного волновода
11. Волновой расчет мод в волокнах с параболическим профилем показателя преломления.
12. Трехмерные полосковые волноводы
13. Пленочные волноводы, нагруженные полоской
14. Гребневые волноводы. Профильно-пленочные волноводы
15. Волны диэлектрического волновода.
16. Критические частоты собственных волн диэлектрического волновода.
17. Затухание направляемых волн оптического волновода.
18. Окна прозрачности кварцевого волоконного световода
19. Дисперсия направляемых волн оптического волновода
20. Длина регенерационного участка оптического волновода
21. Конструкции оптических кабелей. Монтаж. Сварка
22. Спонтанные и вынужденные переходы. Физические основы усиления и генерации лазерного излучения.
23. Инверсия населенностей. Квантовые усилители.
24. Люминесценция полупроводников. Излучательная и безизлучательная рекомбинация.
25. Условия усиления в полупроводниках.
26. Инжекционная люминесценция.
27. Явления, происходящие при контакте двух типов полупроводников.
28. Гетеропереходы. Двухсторонние гетероструктуры.
29. Типы полупроводниковых материалов используемых для полупроводниковых источников. Твердые растворы.
30. Конструкции светоизлучающих диодов.
31. Параметры и характеристики светоизлучающих диодов.
32. Временные характеристики светоизлучающих диодов.

33. Конструкции полупроводниковых лазеров.
34. Параметры и характеристики полупроводниковых лазеров. Пороговый ток.
35. Деградация полупроводниковых лазеров.
36. Приемники оптического излучения. Параметры и характеристики приемников.
37. Фотодиод. Принцип работы. Режимы работы.
38. Параметры и характеристики фотодиодов.
39. Разновидности фотодиодов.
40. Конструкции фотодиодов.
41. Временные характеристики фотодиодов.
42. Шумы фотоприемников.
43. Спектральные характеристики фотодиода.

11.1.2 Типовые задания для контрольной работы

Типовые задачи

1. Рассчитать потери на поглощение (дБ/км) в волоконном световоде выполненным из кварцевого стекла коэффициент преломления сердцевины $n=1,5$; $\text{tg}\delta=10^{-4}$ на длине волны 1,3мкм
2. Рассчитать потери на Релеевское рассеяние (дБ/км) в волоконном световоде выполненным из кварцевого стекла (коэффициент рассеяния $0,8 \text{ (мкм}^4 \times \text{дБ})/\text{км}$ на длине волны 1,3мкм
3. Рассчитать уширение импульса за счет волноводной дисперсии при степени монохроматичности источника оптического сигнала 10^{-6} на волоконном световоде длиной 1км, выполненным из кварцевого стекла (коэффициент преломления сердцевины $n=1,5$; а оболочки $n=1,46$)
4. Рассчитать уширение импульса за счет волноводной дисперсии при степени монохроматичности источника оптического сигнала 10^{-6} на волоконном световоде длиной 1км, выполненным из кварцевого стекла (коэффициент преломления сердцевины $n=1,5$; а оболочки $n=1,46$)
5. Луч света направлен из воздушной среды в торец стекловолокна ($n=1,40$). В некотором интервале значений угла падения ($0 \leq \gamma \leq \gamma_{\max}$) преломленный луч испытывает полное внутреннее отражение на цилиндрической поверхности волокна. Определить γ_{\max} и вычислить угловую апертуру $A = \sin \gamma_{\max}$ данного световода.
6. Вычислить угловую апертуру волоконного световода с полимерной оболочкой. Коэффициенты преломления жилы (сердцевины) и оболочки: $n_{ж} = 1,40$; $n_{об} = 1,30$.
7. На нижнем уровне число частиц – 10^{18} см^{-3} . При какой концентрации частиц на верхнем уровне наступит инверсия населенности?
8. Определить добротность плоского резонатора, если длина волны и ширина линии генерации равны соответственно -1мкм и 0,1 нм.

Полный фонд оценочных средств по дисциплине «Оптические устройства в радиотехнике» 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 _____ «__» ____ 2021_г.

Методический отдел УМУ: _____ «__» ____ 2021_г.