

Учебно-научный институт радиоэлектроники и информационных технологий (ИРИТ)

Мякинъков А.В.

“20” июня 2023 г.

ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ

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

2023

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 09 февраля 2018 года № 94 на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ, протокол от 13.04.2023 г. № 17.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «ФТОС» протокол от 01 июня 2023 г. № 35.

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

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИРИТ, протокол от 20 июня 2023 г. № 6.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 11.05.01-Р-41.
Начальник МО _____

Заведующая отделом комплектования НТБ

(подпись) Н.И. Кабанина

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 люминесценцией 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 следующей профессиональной компетенции в соответствии с ОПОП ВО по специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы:

ПКС-2 Способен разрабатывать структурные, функциональные, принципиальные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, осуществлять техническое обслуживание радиоэлектронных комплексов

Формирование указанной компетенции размещено в таблице 1.

Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины							
	1-4	5	6	7	8	9	A	B
ПКС-2								
Оптические устройства в радиотехнике								
Устройства СВЧ и антенны								
Основы техники радиоприема								
Радиопередающие устройства								
Основы теории радиолокационных систем и комплексов								
Основы теории радионавигационных систем и комплексов								
Основы теории радиосистем и комплексов управления								
Основы теории радиосистем передачи информации								
Основы теории систем и комплексов радиоэлектронной борьбы								
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-2 Способен разрабатывать структурные, функциональные, принципиальные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, осуществлять техническое обслуживание радиоэлектронных комплексов	ИПКС-2.1. Оценивает принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов, устраняет неисправности, возникшие в процессе эксплуатации радиоэлектронных комплексов.	Знать: принципы проектирования волоконно-оптических линий связи, принцип действия, конструкции и основные характеристики: светоизлучающих диодов, полупроводниковых лазеров и фотодиодов.			Вопросы для устного собеседования по лабораторным работам	Вопросы для устного собеседования: контрольные вопросы
	ИПКС-2.2. Проводит расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов, осуществляет проверку функционирования радиоэлектронных устройств.		Уметь: Проводить расчеты характеристик волоконно-оптических линий связи: число мод, распространяющихся в волоконном световоде, затухание, дисперсия, длина регенерационного участка.		Отчеты по лабораторным работам	Вопросы для устного собеседования: контрольные вопросы
	ИПКС-2.3. Разрабатывает принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ, работает с эксплуатаци-			Владеть: электродинамическим методом расчета дисперсионных характеристик и частот отсечки направляемых мод волоконного световода.		

	онной документацией по техническому об- служиванию радиоэлек- тронных комплексов.					
--	--	--	--	--	--	--

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

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)		
лабораторные работы (ЛР)	17	17
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)		

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ПКС и индикато- ры достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование исполь- зуемых активных и интерактивных образо- вательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоем- кость в часах)
		Контактная работа			Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)			
		Лекции	Лабора- торные работы	Практиче- ские заня- тия				
7 семестр								
ПКС-2 ИПКС-2.1 ИПКС-2.2 ИПКС-2.3	Раздел 1. Пленочные волноводы для волоконно-оптических ли- ний связи (ВОЛС)						1. Диагностический безо- ценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые каче- ственные, расчетные, гра- фические задания; 3. физический диктант, блиц-опрос; 4. Работа с систематизи- рующими, обобщающими таблицами, логическими схемами. При изучении нового ма- териала-слайд показ. Сов- местно с натурным экспе- риментом создают единую активную познавательную среду, в которой учитель серией умело подобран- ных вопросов и заданий возбуждает и направляет	Конспект лекций
	Тема 1.1. Однородные планарные оптические волноводы Явление полного внутреннего отражения Оптические пленочные волново- ды	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]		
	Тема 1.2. Направляемые моды оптического пленочного волно- вода	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]		
	Тема 1.3. Волны слабонаправля- ющей пленки Волны симметрич- ного диэлектрического слоя. За- тухание направляемых волн пле- ночного волновода.	2,0			3,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]		
	Тема 1.4. Волновое решение для направляемых мод пленочного волновода Унифицированная форма записи дисперсионного уравнения волн пленочного вол- новода	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]		

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				
	Лабораторная работа 1. «Измерение затухания оптического кабеля»		6,0		6,0	Подготовка к практическим занятиям [6.2.2], [6.2.3]	мысль обучающихся к новым теоретическим выводам. Далее в ходе закрепления уточняет, корректирует понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения. В ходе объяснения и закрепления нового материала кадры должны быть разнообразными, чтобы охватить все моменты познания: алгоритм поиска решения поставленной проблемы, оценивание альтернатив, обнаружение следствий и их значимости в теории и т.д.	
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				15,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 1 разделу	8,00	6,0		15,00			
ПКС-2 ИПКС-2.1 ИПКС-2.2 ИПКС-2.3	Раздел 2. Градиентные волоконные световоды						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.	Конспект лекций
	Тема 2.1. Неоднородные (градиентные) пленочные волноводы. Приближение геометрической оптики	3,0			3,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]		
	Тема 2.2. Волновой анализ градиентного пленочного волновода	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]		
	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]		
	расчётно-графическая работа (РГР)							

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				
	контрольная работа							
	Итого по 2 разделу	7,00			7,00			
ПКС-2 ИПКС-2.1 ИПКС-2.2 ИПКС-2.3	Раздел 3. Полосковые диэлектрические волноводы						1. Диагностический безопеночный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые качественные, расчетные, графические задания; 3. физический диктант, блиц-опрос; 4. Работа с систематизирующими, обобщающими таблицами, логическими схемами.	Конспект лекций
	Тема 3.1. Трехмерные полосковые волноводы	2,0			3,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [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]		
	Лабораторная работа 2. «Определение расстояния до неоднородности в оптическом кабеле с помощью оптического рефлектометра»		6.0		6,0	Подготовка к лабораторным работам [6.2.1], [6.2.4], [6.3.2]		
	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:				12,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная 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	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
	Итого по 3 разделу	6,00	6,00		12,00			
ПКС-2 ИПКС-2.1 ИПКС-2.2 ИПКС-2.3	Раздел 4. Полупроводниковые источники оптического излучения						1. Диагностический безценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые качественные, расчетные, графические задания; 3. физический диктант, блиц-опрос; 4. Работа с систематизирующими, обобщающими таблицами, логическими схемами.	Конспект лекций
	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]		
	Тема 4.2. Инверсия населенности. Накачка и их виды.Инжекционная люминисценция. Эффективность инжекционной люминисценции, гетеропереходы	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]		
	Тема 4.3. Оптический квантовый генератор (ОКГ). Уравнение баланса. Стационарный режим работы ОКГ. Спектральные характеристики излучения ОКГ.	2,0			3,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]		
	Лабораторная работа 3. «Полупроводниковый лазер»		4,0		6,0	Подготовка к лабораторным работам [6.2.1], [6.2.4], [6.3.2]		
	Тема 4.4. Светоизлучающие диоды и полупроводниковые лазеры: конструкции, параметры, КПД,	3,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]		

Планируемые (контролируемые) результаты осво- ения: код УК; ПКС и индикато- ры достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование исполь- зуемых активных и интерактивных образо- вательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоем- кость в часах)
		Контактная работа			Самостоятель- ная работа сту- дентов (час)			
		Лекции	Лабора- торные работы	Практиче- ские заня- тия				
	спектральные диапазоны излуече- ния, направленность излучения, быстродействие, вопросы надеж- ности и долговечности.							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 4 разделу	9,00	4,00		15,00			
ПКС-2 ИПКС-2.1 ИПКС-2.2 ИПКС-2.3	Раздел 5. Приемники оптического излучения.							Конспект лекций
	Тема 5.1. Виды и физические основы работы приемников оп- тического излучения. Шумы фо- топриемников. Чувствительность и пороговые характеристики фо- топриемников.	2,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]		
	Тема 5.2.Фотодиоды – принцип действия, конструкции и харак- теристики. Фотодиоды на р-п- переходе, р-і-п- диоды, лавинные фотодиоды	2,0			2,0	Подготовка к практиче- ским занятиям [6.2.2], [6.2.3]		
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела:				4,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 5 разделу	4,00			4,00			

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				
Курсовая работа (КР)								
Курсовой проект (КП)								
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	34	17		53				
ИТОГО по дисциплине	34	17		53				

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

Для осуществления текущего контроля знаний обучающихся сформулированы теоретические вопросы по темам лекционных и лабораторных 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 недели) и оценка выполнения лабораторных работ

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

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается 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 тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от тах рейтинговой оцен- ки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от тах рейтинговой оценки контроля
ПКС-2 Способен разрабатывать структурные, функциональные, принципиальные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, осуществлять техническое обслуживание радиоэлектронных комплексов	ИПКС-2.1. Оценивает принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов, устраняет неисправности, возникшие в процессе эксплуатации радиоэлектронных комплексов.	Не знает принципы проектирования волоконно-оптических линий связи, принцип действия, конструкции и основные характеристики: светоизлучающих диодов, полупроводниковых лазеров и фотодиодов.	Знает принципы проектирования волоконно-оптических линий связи, принцип действия, конструкции и основные характеристики: светоизлучающих диодов, полупроводниковых лазеров и фотодиодов. Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Знает принципы проектирования волоконно-оптических линий связи, принцип действия, конструкции и основные характеристики: светоизлучающих диодов, полупроводниковых лазеров и фотодиодов. Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Знает принципы проектирования волоконно-оптических линий связи, принцип действия, конструкции и основные характеристики: светоизлучающих диодов, полупроводниковых лазеров и фотодиодов. Отлично знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.
	ИПКС-2.2. Проводит расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов, осуществляет проверку функционирования радиоэлектронных устройств.	Не умеет проводить расчеты характеристик волоконно-оптических линий связи: число мод, распространяющихся в волоконном световоде, затухание, дисперсия, длина регенерационного участка.	Умеет проводить расчеты характеристик волоконно-оптических линий связи: число мод, распространяющихся в волоконном световоде, затухание, дисперсия, длина регенерационного участка. Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Умеет проводить расчеты характеристик волоконно-оптических линий связи: число мод, распространяющихся в волоконном световоде, затухание, дисперсия, длина регенерационного участка. Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	Умеет проводить расчеты характеристик волоконно-оптических линий связи: число мод, распространяющихся в волоконном световоде, затухание, дисперсия, длина регенерационного участка. Отлично знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.
	ИПКС-2.3. Разрабатывает принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современ-	Не владеет электродинамическим методом расчета дисперсионных характеристик и частот	Владеет электродинамическим методом расчета дисперсионных характеристик и частот отсечки	Владеет электродинамическим методом расчета дисперсионных характеристик и частот отсечки	Владеет электродинамическим методом расчета дисперсионных характеристик и частот отсечки

	ных САПР и пакетов прикладных программ, работает с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию радиоэлектронных комплексов.	отсечки направляемых мод волоконного световода..	направляемых мод волоконного световода. Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	направляемых мод волоконного световода. Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.	направляемых мод волоконного световода. 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 издания	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 «Опготехника» 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 указания к проведению лабораторных работ по курсу «Оптические устройства в радиотехнике». Общие требования и правила оформления отчета

6.3.3. 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>
2. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
5. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
6. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
7. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Консультант студента	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 «Фотоника» - 4 лабораторных работы:

- 1) комплект устройств для изучения параметров и характеристик гелий-неонового лазера;
- 2) комплект устройств для изучения параметров и характеристик светоизлучающего диода;
- 3) комплект устройств для изучения параметров и характеристик полупроводникового лазера;
- 4) комплект устройств для изучения параметров и характеристик фотодиода и фоторезистора.

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

- 1) гелий-неоновый лазер ОКГ-13 с источником питания ИП-2;
- 2) экран с линейкой;
- 3) набор линз;
- 4) фотосопротивление СФ2-1;
- 5) микроамперметры;
- 6) полупроводниковые лазеры;
- 7) светодиоды;
- 8) дифракционные решетки;
- 9) вольтметры;
- 10) фотодиоды;
- 11) фоторезисторы.

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. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, Zoom.

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

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

Промежуточная аттестация проводится в форме 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 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.

10.4. 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

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

- проведение контрольных работ;
- теоретический опрос и защита отчетов по лабораторным работам.

11.1. Типовые вопросы для лабораторных работ

Контрольные вопросы для лабораторных работ приведены в учебно-методических пособиях по проведению лабораторных работ.

11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета

11.2.1. Вопросы к зачету, проводимому по окончании шестого семестра

1. Явление полного внутреннего отражения Оптические пленочные волноводы
2. Направляемые моды оптического пленочного волновода
3. Волны слабонаправляющей пленки Волны симметричного диэлектрического слоя.
4. Затухание направляемых волн пленочного волновода.
5. Волновое решение для направляемых мод пленочного волновода
6. Унифицированная форма записи дисперсионного уравнения волн пленочного волновода
7. Неоднородные (градиентные) пленочные волноводы. Приближение геометрической оптики
8. Волновой анализ градиентного пленочного волновода
9. Волновой расчет мод в волокнах с параболическим профилем показателя преломления.
10. Трехмерные полосковые волноводы
11. Пленочные волноводы, нагруженные полоской
12. Гребневые волноводы. Профильно-пленочные волноводы

13. Спонтанные и вынужденные переходы. Физические основы усиления и генерации лазерного излучения.
14. Инверсия населенностей. Квантовые усилители.
15. Люминесценция полупроводников. Излучательная и безизлучательная рекомбинация.
16. Условия усиления в полупроводниках.
17. Инжекционная люминесценция.
18. Явления, происходящие при контакте двух типов полупроводников.
19. Гетеропереходы. Двухсторонние гетероструктуры.
20. Типы полупроводниковых материалов используемых для полупроводниковых источников. Твердые растворы.
21. Конструкции светоизлучающих диодов.
22. Параметры и характеристики светоизлучающих диодов.
23. Временные характеристики светоизлучающих диодов.
24. Конструкции полупроводниковых лазеров.
25. Параметры и характеристики полупроводниковых лазеров. Пороговый ток.
26. Деградация полупроводниковых лазеров.
27. Приемники оптического излучения. Параметры и характеристики приемников.
28. Фотодиод. Принцип работы. Режимы работы.
29. Параметры и характеристики фотодиодов.
30. Разновидности фотодиодов.
31. Конструкции фотодиодов.
32. Временные характеристики фотодиодов.
33. Шумы фотоприемников.
34. Спектральные характеристики фотодиода.

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института ИРИТ

« ____ » _____ 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) «__» _____ 202__ г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ФТОС _____
_____ протокол № _____ от «__» _____ 202__ г.

Заведующий кафедрой _____

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой ФТОС _____ «__» _____ 202__ г.

Методический отдел УМУ: _____ «__» _____ 202__ г.