

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

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

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ Легчанов М.А.

«19» марта 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.22 Квазиоптика

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность: Оптические системы и сети связи

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2024, 2025

Выпускающая кафедра: ФТОС

Кафедра-разработчик: ФТОС

Объем дисциплины 72 часа/2 з.е.

Промежуточная аттестация: зачет

Разработчики: Раевская Ю.В., к.т.н., доцент

Нижний Новгород

2025

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 19 сентября 2017 г. № 930 на основании учебных планов, принятых УМС НГТУ, протоколы от 21.05.2024 г. № 16 и 17.12.2024 г. № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 12 марта 2025 г. № 16.

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

(подпись)

Программа рекомендована к утверждению советом ИЯЭиТФ, протокол от 19 марта 2025 г. № 1.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 11.03.02-О-43.

Начальник МО _____

Заведующая отделом комплектования НТБ

(подпись)

Н.И. Кабанина

Оглавление

ОГЛАВЛЕНИЕ	3
1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.2. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	8
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	11
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	15
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	18
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА	18
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА	18
6.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	19
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	19
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕР- NET», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	19
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИ- СТЕМ	20
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	20
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	20
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	21
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИС- ЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	21
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА	22
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБО- ТАХ	22
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ	22
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	23
11.1. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	23
11.2. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	23
11.3. ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	23

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины являются формирование у студентов современного представления об основных квазиоптических системах и резонаторах и о явлениях и эффектах, происходящих при распространении волновых пучков.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- ознакомление с основными явлениями и эффектами при распространении квазиоптических пучков;
- формирование у студентов умения проводить математический анализ физических процессов в направляющих системах и устройствах квазиоптического диапазона;
- ознакомление с принципами действия современных и перспективных направляющих систем и устройств квазиоптического диапазона;
- формирование у студентов навыков проведения теоретических исследований при выполнении научно-исследовательских работ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Электромагнитные поля и волны» (первая половина курса, 5 семестр), «Физика», «Уравнения математической физики».

Дисциплина «Квазиоптика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Оптические направляющие среды» и для прохождения Преддипломной практики (Б1.П.4).

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

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующей профессиональной компетенции в соответствии с ОПОП ВО по направлению 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи:

ПКС-13 Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, создавать компьютерные программы как с использованием стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и разрабатываемых самостоятельно.

Формирование указанных компетенций размещено в таблице 1.

Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ПКС-13								
<i>Дифференциальные уравнения</i>								
<i>Информатика (часть 2)</i>								
<i>Специальные разделы физики (квантовая физика)</i>								
<i>Квазиоптика</i>								
<i>Физические основы электроники</i>								
<i>Цифровая обработка сигналов</i>								
<i>Уравнения математической физики</i>								
<i>Электроника</i>								
<i>Вычислительная техника и информационные технологии</i>								
<i>Электромагнитные поля и волны</i>								
<i>Квазиоптика</i>								
<i>Распространение радиоволн</i>								

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

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине				Оценочные материалы (ОМ)	
						Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-13 Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, создавать компьютерные программы как с использованием стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и разрабатываемых самостоятельно	<i>Освоение дисциплины причастно к ТФ А/02.5 (ПС 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»), решает задачу внедрения результатов исследований и разработок в соответствии с установленными полномочиями</i>						
	ИПКС-13.1 Разрабатывает физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере	Знать: - современное состояние и тенденции развития квазиоптических систем связи; - принципы действия современных и перспективных направляющих систем и функциональных устройств квазиоптического диапазона; - особенности структуры электромагнитного поля волн, распространяющихся в квазиоптических направляющих системах различных типов; - физические эффекты и процессы, лежащие в основе принципов действия функциональных устройств квази-	Уметь: - проводить самостоятельно поиск научно-технической информации о современном состоянии, тенденциях развития и принципах действия современных и перспективных направляющих систем и функциональных устройств квазиоптического диапазона; - проводить математический анализ физических процессов в направляющих системах и устройствах квазиоптического диапазона.	Владеть: - современными методами проведения теоретических исследований при выполнении научно-исследовательских работ по совершенствованию характеристик устройств квазиоптического диапазона.	Комплект контрольных вопросов и заданий; тесты на платформе moodle	Вопросы для устного собеседования: билеты	

		оптического диапа- зона.				
--	--	-----------------------------	--	--	--	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. или 72 часа, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час				
	Всего час.	В т.ч. по семестрам			
		6 сем			
Формат изучения дисциплины		очная			
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	72	72			
1. Контактная работа:	38	38			
1.1.Аудиторная работа, в том числе:	34	34			
занятия лекционного типа (Л)	34	34			
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практические. занятия и др.)	--	--			
лабораторные работы (ЛР)	--	--			
1.2.Внеаудиторная, в том числе	4	4			
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4			
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)					
2. Самостоятельная работа (СРС):	34	34			
контрольная работа					
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям)	34	34			
Подготовка к зачету					

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освое- ния: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
6 СЕМЕСТР								
ПКС-13 ИПКС-13.1	Раздел 1. Введение в курс «Квазиоптика»					Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3]	1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Блиц-опрос	http://education.nntu.ru/course/view.php?id=56
	Тема 1.1. Особенности квази-оптического диапазона. Функциональные узлы.	1			1			
	Тема 1.2. Однородное уравнение Фредгольма 2-го рода как основа математического аппарата для исследования квазиоптических направляющих и резонансных структур.	2			2	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3]		
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				3			
	контрольная работа							
	Итого по 1 разделу	3			3			
ПКС-13 ИПКС-13.1	Раздел 2. Линии передачи квазиоптического диапазона					Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2],	1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Блиц-опрос;	http://education.nntu.ru/course/view.php?id=56
	Тема 2.1. Математический аппарат линзовой линии.	2			2			

Планируемые (контролируемые) результаты освое- ния: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
						[6.1.3], [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3]	3. Тестирование на он-лайн-платформе	
	Тема 2.2. Собственные волны линзовой линии.	4			2	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3]		
	Тема 2.3. Зеркальная линия.	2			2	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3]		
	Тема 2.4. Желобковый волновод.	2			2			
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				8	Тестирование на платформе moodle [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]		
	контрольная работа							
	Итого по 2 разделу	10			8			
ПКС-13 ИПКС-13.1	Раздел 3. Резонансные структуры квазиоптического диапазона						1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Блиц-опрос; 3. Тестирование на он-лайн-платформе	http://education.nntu.ru/course/view.php?id=56
	Тема 3.1. Основные свойства открытых резонаторов.	2			1	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3]		
	Тема 3.2. Элементы теории открытых резонаторов с вогнутыми зеркалами.	4			3	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3]		

Планируемые (контролируемые) результаты освое- ния: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	Тема 3.3. Открытые резонаторы с цилиндрическими зеркалами эллиптического профиля.	4			3	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3]		
	Тема 3.4. Открытые резонаторы с двугранными отражателями.	4			3	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3]		
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				10	Тестирование на платформе moodle [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]		
	контрольная работа							
	Итого по 3 разделу	14			10			
ПКС-13 ИПКС-13.1	Раздел 4. Гауссовы волновые пучки						1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Блиц-опрос; 3. Тестирование на онлайн-платформе	http://education.nntu.ru/course/view.php?id=56
	Тема 4.1. Параксиальные волны. Параксиальное уравнение Гельмгольца.	2			1	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3]		
	Тема 4.2. Гауссов пучок. Комплексная амплитуда, свойства, волновые фронты.	3			2	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3]		
	Тема 4.3. Пучки Эрмита-Гаусса, Лагерра-Гаусса, Бесселя и Бесселя-Гаусса.	2			2	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2],		

Планируемые (контролируемые) результаты освое- ния: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
						[6.1.3], [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3]		
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:				5	Тестирование на платформе mo- dle [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]		
	контрольная работа							
	Итого по 4 разделу	7			5			
ПКС-13 ИПКС-13.1	Раздел 5. Квазиоптические интерферометры						1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Блиц-опрос	http://education.nntu.ru/c ourse/view.php?id=56
	Тема 5.1. Интерферометр Май- кельсона. Полосы равного наклона и равной толщины. Вре- менная когерентность.				4	Самостоятельная проработка темы [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]		
	Тема 5.2. Интерферометр Фабри- Перо. Устройство и основные характеристики. Интерферометр Фабри-Перо как резонатор.				4	Самостоятельная проработка темы [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3]		
	Самостоятельная работа по освоению 6 раздела:				8			
	контрольная работа							
	Итого по 6 разделу				8			
	ИТОГО ЗА 2 СЕМЕСТР	34			34			
	ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ	34			34			

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

Для осуществления текущего контроля знаний обучающихся сформулированы теоретические вопросы и задания, созданы тесты на платформе moodle.

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

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 приведено в таблице 5.

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

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 системе «зачтено»/«не зачтено».

.

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-13 Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, создавать компьютерные программы как с использованием стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и разрабатываемых самостоятельно	ИПКС-13.1 Разрабатывает физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере	Не знает современное состояние и тенденции развития квазиоптических систем связи; принципы действия современных и перспективных направляющих систем и функциональных устройств квазиоптического диапазона. Не умеет проводить самостоятельно поиск научнотехнической информации о современном состоянии, тенденциях развития и принципах действия современных и перспективных направляющих систем и функциональных устройств квазиоптического диапазона. Не умеет проводить математический анализ физических процессов в направляющих системах и устройствах квазиоптического диапазона. Не знает особенности структуры электромагнитного поля волн, распро-	Может рассказать о современном состоянии и тенденциях развития квазиоптических систем связи; сформулировать принципы действия современных и перспективных направляющих систем и функциональных устройств квазиоптического диапазона, допуская ошибки. Испытывает серьезные трудности при самостоятельном поиске научнотехнической информации о современном состоянии, тенденциях развития и принципах действия современных и перспективных направляющих систем и функциональных устройств квазиоптического диапазона. Испытывает серьезные трудности при проведении математического анализа физических процессов в направляющих системах и	Может рассказать о современном состоянии и тенденциях развития квазиоптических систем связи; сформулировать принципы действия современных и перспективных направляющих систем и функциональных устройств квазиоптического диапазона, допуская небольшие неточности. Умеет проводить самостоятельно поиск научнотехнической информации о современном состоянии, тенденциях развития и принципах действия современных и перспективных направляющих систем и функциональных устройств квазиоптического диапазона, иногда испытывает небольшие затруднения. Умеет проводить математический анализ физических процессов в направляющих системах и	Знает современное состояние и тенденции развития квазиоптических систем связи; принципы действия современных и перспективных направляющих систем и функциональных устройств квазиоптического диапазона. Умеет проводить самостоятельно поиск научнотехнической информации о современном состоянии, тенденциях развития и принципах действия современных и перспективных направляющих систем и функциональных устройств квазиоптического диапазона. Умеет проводить математический анализ физических процессов в направляющих системах и устройствах квазиоптического диапазона. Знает особенности структуры электромагнитного поля волн, распространя-

		страняющихся в квазиоптических направляющих системах различных типов; физические эффекты и процессы, лежащие в основе принципов действия функциональных устройств квазиоптического диапазона. Не владеет современными методами проведения теоретических исследований при выполнении научно-исследовательских работ по совершенствованию характеристик устройств квазиоптического диапазона.	устройствах квазиоптического диапазона. Имеет слабое представление об особенностях структуры электромагнитного поля волн, распространяющихся в квазиоптических направляющих системах различных типов; физических эффектах и процессах, лежащие в основе принципов действия функциональных устройств квазиоптического диапазона. Слабо владеет современными методами проведения теоретических исследований при выполнении научно-исследовательских работ по совершенствованию характеристик устройств квазиоптического диапазона.	устройствах квазиоптического диапазона, иногда испытывает небольшие затруднения. Знает особенности структуры электромагнитного поля волн, распространяющихся в квазиоптических направляющих системах различных типов; физические эффекты и процессы, лежащие в основе принципов действия функциональных устройств квазиоптического диапазона, иногда допускает небольшие неточности. Владеет современными методами проведения теоретических исследований при выполнении научно-исследовательских работ по совершенствованию характеристик устройств квазиоптического диапазона, иногда испытывает небольшие затруднения.	ющихся в квазиоптических направляющих системах различных типов; физические эффекты и процессы, лежащие в основе принципов действия функциональных устройств квазиоптического диапазона. Владеет современными методами проведения теоретических исследований при выполнении научно-исследовательских работ по совершенствованию характеристик устройств квазиоптического диапазона.
--	--	---	---	---	--

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).

6.1.1. Электродинамика и распространение радиоволн: учебник / В. А. Неганов [и др.] ; Под ред. В.А. Неганова, С.Б. Раевского. - 4-е изд., стер. - М.: Радиотехника, 2009. - 743 с.

6.1.2 Электродинамика и распространение радиоволн: учебник / В. А. Неганов [и др.] ; Под ред. В.А. Неганова, С.Б. Раевского. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Радиотехника, 2007. - 743 с.

6.1.3. Устройства СВЧ- и КВЧ-диапазонов. Методы расчета. Алгоритмы. Технологии изготовления / Ю. А. Иларионов [и др.]. - М.: Радиотехника, 2013. - 752 с.

6.2. Справочно-библиографическая литература

6.2.1. Электродинамика и распространение радиоволн: учеб. пособие / В. А. Неганов [и др.] ; Под ред. В.А. Неганова, С.Б. Раевского. - М.: Радио и связь, 2005. – 648 с.

6.2.2. Журнал IEEE «Terahertz Science and Technology»
<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=5503871>

6.2.3. Петров, Б.М. Электродинамика и распространение радиоволн: учебник для вузов / Б. М. Петров. - 2-е изд.,испр. - М.: Горячая линия-Телеком, 2003. - 559 с.

6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Квазиоптика».

6.3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Квазиоптика».

6.3.2. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Квазиоптика».

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

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

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

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

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

Таблица 10 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

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

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

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

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

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная.

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

Для студентов создан краткий опорный электронный вариант лекционного материала курса. Электронный конспект находится на кафедре «ФТОС» и может быть получен студентом в случае пропусков занятий по уважительным причинам или вынужденного перевода занятий в дистанционную форму.

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

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе, подробно разбираются на 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, что соответствует допороговому уровню.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

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

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

- тестирование в системе moodle;
- блиц-опросы на лекциях.

11.1. Типовые вопросы для промежуточной аттестации

1. Особенности квазиоптического диапазона. Функциональные узлы.
2. Два подхода к расчету функциональных узлов квазиоптического диапазона (лучевой, волновой).
3. Применение аппарата геометрической оптики.

4. Интегральные уравнения Фредгольма. Методы их решения.
5. Математический аппарат линзовой линии.
6. Собственные волны линзовой линии.
7. Потери в линзовой линии.
8. Зеркальная линия.
9. Основные свойства открытых резонаторов.
10. Принципы, лежащие в основе формирования высокодобротных колебаний открытых резонаторов.
11. Элементы теории открытых резонаторов с вогнутыми зеркалами.
12. Фокусирующие свойства зеркал.
13. Радиационные потери. Устойчивость колебаний.
14. Эллиптическая система координат.
15. Открытый резонатор с цилиндрическими зеркалами эллиптического профиля.
16. Уравнение Матье.
17. Уравнение каустик и распределение поля в открытом резонаторе с цилиндрическими зеркалами эллиптического профиля.
18. Открытый резонатор с двугранными отражателями.
19. Желобковый волновод.
20. Ортогональность собственных волн направляющих структур.
21. Параксиальная волна и параксиальное уравнение Гельмгольца.
22. Гауссов пучок. Комплексная амплитуда гауссова пучка.
23. Свойства гауссова пучка.
24. Качество гауссова пучка.
25. Пучки Эрмита-Гаусса.
26. Пучки Лагерра-Гаусса.
27. Пучки Бесселя и Бесселя-Гаусса.
28. Интерферометр Майкельсона. Схема и рабочие режимы.
29. Полосы равного наклона и равной толщины.
30. Временная когерентность.
31. Интерферометр Фабри-Перо. Схема и принцип действия.
32. Характеристики интерферометра Фабри-Перо.
33. Интерферометр Фабри-Перо как резонатор.

11.2. Типовые вопросы для текущей аттестации

11.2.1 Теоретические вопросы для блиц-опроса

1. Какой диапазон называется квазиоптическим?
2. Какие направляющие структуры используются в квазиоптическом диапазоне?
3. Перспективы использования квазиоптического диапазона волн.
4. Примеры устройств квазиоптического диапазона.
5. Специфика применения аппарата геометрической оптики в квазиоптическом диапазоне.
6. Ограничения на применение аппарата геометрической оптики.
7. Переход от краевой задачи на уравнении Гельмгольца к интегральному уравнению Фредгольма 2-го рода.
8. Вид функции Грина для свободного пространства.
9. Физический смысл собственных значений однородного уравнения Фредгольма 2-го рода.
10. Принцип действия оптических резонаторов.
11. Физические особенности оптических резонаторов.
12. Применение оптических резонаторов.
13. Каким дифференциальным уравнением описывается поле линзовой и зеркальной направляющих структур?

14. Составление уравнения Фредгольма 2-го рода для линии, составленной из длиннофокусных линз.
15. Формулировка краевой задачи для линзовой линии, образуемой двумерными фазовыми корректорами.
16. Собственные волны линзовой линии, описываемые решениями однородного уравнения Фредгольма 2-го рода.
17. Свойства собственных волн линзовой линии.
18. Какими функциями описывается зависимость поля от поперечной координаты в двумерной линзовой линии?
19. Параметр фокусировки.
20. Потери в линзовой линии.
21. Ширина пучка в конфокальной линзовой линии.
22. Составление интегрального уравнения, описывающего собственные волны зеркальной линии.
23. Каким дифференциальным уравнением описывается поле зеркальной направляющей структуры?
24. Чем вызвана необходимость применения открытых резонаторов?
25. Составление характеристических уравнений открытых резонаторов.
26. Радиационные потери.
27. Устойчивость колебаний.
28. Математическая модель одномерной колебательной системы.
29. Физические явления, на основе которых в открытых резонаторах могут быть реализованы добротные колебания.
30. Области фокусирующих зеркал.
31. Эллиптическая система координат.
32. Решения уравнения Матье.
33. Формулировка краевой задачи для открытого резонатора с зеркалами эллиптического профиля.
34. Условие перехода к уравнению параболического типа.
35. Характеристическое уравнение.
36. Каустики.
37. Функции распределения поля.
38. Формулировка краевой задачи для открытого резонатора с двугранными отражателями.
39. Физические особенности и практическое применение открытого резонатора с двугранными отражателями.
40. В какой системе координат решают краевую задачу для открытого резонатора с двугранными отражателями.
41. К чему приводит невыполнение условия абсолютной симметрии резонатора?
42. По какой причине в квазиоптическом диапазоне не применяются направляющие структуры с металлическим экраном?
43. Какие направляющие структуры преимущественно используются в квазиоптическом диапазоне?
44. Математическая модель желобкового волновода.
45. Волны, распространяющиеся в желобковом волноводе.
46. Потери в желобковом волноводе.
47. Постановка краевой задачи о нахождении волновых чисел собственных волн.
48. Формулировка условия ортогональности собственных волн.
49. Методика определения коэффициентов разложения поля в волноводе по полям собственных волн.
50. Постановка задачи о возбуждении собственных волн в волноводе.
51. Параксиальная волна.
52. Волновая функция параксиальной волны.

53. Комплексная амплитуда гауссова пучка.
54. q -параметр и рэлеевская длина.
55. Интенсивность гауссова пучка.
56. Мощность гауссова пучка.
57. Ширина гауссова пучка.
58. Расходимость гауссова пучка.
59. Глубина резкости гауссова пучка.
60. Фаза гауссова пучка.
61. Волновые фронты.
62. Качество гауссова пучка. М-фактор.
63. Постановка задачи.
64. Комплексная амплитуда пучка Эрмита-Гаусса.
65. Распределение интенсивности пучка Эрмита-Гаусса.
66. Пучки Лагерра-Гаусса.
67. Пучки Бесселя.
68. Пучки Бесселя-Гаусса.
69. Рабочие режимы интерферометра.
70. Полосы равного наклона.
71. Полосы равной толщины.
72. Интерферометр Майкельсона как оптический фильтр.
73. Временная когерентность.
74. Принцип действия интерферометра Фабри-Перо.
75. Углового дисперсия.
76. Постоянная интерферометра Фабри-Перо.
77. Аппаратная функция.
78. Коэффициент резкости. Контрастность интерферометра Фабри-Перо.
79. Разрешающая способность интерферометра Фабри-Перо.
80. Интерферометр Фабри-Перо как резонатор.

11.2.2. Пример теста

1. Дискриминация волн высшего порядка в желобковом волноводе происходит за счет:
выхода каустик в область излучения
 джоулевых потерь
 отражения от ребер желобка
2. В какой системе координат рассматриваются области двухгранного открытого резонатора?
в цилиндрической
 в сферической
 в декартовой
3. Поле в двухгранном открытом резонаторе описывается функциями:
Бесселя дробного индекса
тригонометрическими
 параболического цилиндра
 Бесселя целого индекса
4. Какими методами рассчитывается желобковый волновод?
методом частичных областей
импедансным методом
 вариационным методом
5. Какими из перечисленных ниже уравнений описываются линзовые линии?
интегральными уравнениями Фредгольма 2-го рода
интегральными уравнениями Фредгольма 1-го рода

- телеграфными уравнениями
- уравнениями Бесселя
- 6. Поле открытого резонатора, образованного цилиндрическими зеркалами эллиптического профиля, описывается:
 - уравнениями гиперболического типа
 - уравнениями эллиптического типа
 - уравнениями параболического типа
- 7. Радиационные потери в открытых резонаторах с увеличением номера колебаний:
 - увеличиваются
 - уменьшаются
 - не зависят от номера колебаний

Полный фонд оценочных средств находится на кафедре «ФТОС».