Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Баламирзоев Назим Лиодинович
Должность: Ректор
Дата подписания: 28.10.2026 17:21:17
Уникальный программный ключ:
5cf0d6f89e80f49a334f6a4ba58e91f3326b9926

Министерство науки и высшего образования РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Дагестанский государственный технический университет»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина Квантовые устройства оптического диапазона
наименование дисциплины по ОПОП

для направления (специальности) 11.03.01 Радиотехника
код и полное наименование направления (специальности)

по профилю (специализации, программе) Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов,

факультет Радиотехники, телекоммуникаций и мультимедийных технологий,
наименование факультета, где ведется дисциплина

кафедра Радиотехники, телекоммуникаций и микроэлектроники.

Форма обучения очная, заочная курс 4 семестр (ы) 7.
очная, очно-заочная, заочная

г. Махачкала 2019

1. Цели и задачи освоения дисциплины.

Целями освоения дисциплины (модуля) «Квантовые устройства оптического диапазона» является получение студентами углубленных знаний о законах микромира, закономерностях усиления, генерирования и канализации когерентного оптического излучения.

Задачами изучения дисциплины являются:

- освоение умения теоретического анализа квантовых систем;
- знакомство с методами приема и управления оптическим излучением;
- освоение навыков расчета параметров устройств генерации, модулирования и приема оптического излучения;
- формирование навыков экспериментальных исследований в области оптических сигналов.

2.Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Квантовые устройства оптического диапазона» относится к Блоку Б1 Дисциплины (модули), к части, формируемой участниками образовательных отношений программы бакалавриата.

Изучение дисциплины базируется на системе знаний и умений полученных обучающимися при прохождении дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика», «Электромагнитные поля и волны», «Радиотехнические цепи и сигналы», «Техническая электродинамика».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

В результате освоения дисциплины «Квантовые устройства оптического диапазона» студент должен овладеть следующими компетенциями:

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименование показателя оценивания (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ПК-1	Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	ПК-1.1. Уметь: - строить физические и математические модели моделей, узлов, блоков радиотехнических устройств и систем. ПК-1.2. Владеть: - навыками компьютерного моделирования.
ПК-2	Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов	ПК-2.1. Знать: - методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков радиотехнических устройств и систем. ПК-2.2. Уметь: - проводить исследования характеристик радиотехнических устройств и систем.

4. Объем и содержание дисциплины (модуля)

Форма обучения	**очная**	**очно-заочная**	**заочная**
Общая трудоемкость по дисциплине (ЗЕТ/ в часах)	3/108	-	3/108
Семестр	7	-	7
Лекции, час	17	-	4
Практические занятия, час	17	-	4
Лабораторные занятия, час	17	-	4
Самостоятельная работа, час	57	-	92
Курсовой проект (работа), РГР, семестр	-	-	-
Зачет (при заочной форме **4 часа** отводится на контроль)	зачет	-	4 часа на контроль
Часы на экзамен (при очной, очно-заочной формах **1 ЗЕТ – 36 часов**, при заочной форме **9 часов** отводится на контроль)	**-**	-	**-**

4.1. **Содержание дисциплины (модуля)**

№ п/п	Раздел дисциплины, тема лекции и вопросы	Очная форма				Очно-заочная форма				Заочная форма			
		ЛК	ПЗ	ЛБ	СР	ЛК	ПЗ	ЛБ	СР	ЛК	ПЗ	ЛБ	СР
1	Раздел №1: Тема: «Теоретические основы работы оптических квантовых приборов» 1. Особенности микромира и способы его теоретического описания. 2. Статистическая природа и дискретность физических величин, характеризующих микрообъекты, корпускулярно-волновой дуализм. 3. Волновая функция и операторы в квантовой теории: их математические свойства и физическое содержание. 4. Уравнение Шредингера, вычисление средних значений физических величин. 5. Принцип неопределенности; собственные числа и собственные функции основных операторов квантовой теории, правила квантования соответствующих физических величин.	2	2	-	6	-	-	-	-	1	1	-	10

2	Раздел №2: Тема: «Теоретические основы работы оптических квантовых приборов» 1. Теория квантовых переходов между различными состояниями микрообъектов во внешнем электромагнитном поле: двухуровневая модель вещества, решение уравнения Шредингера. 2. Закономерности вынужденных переходов. 3. Равновесное излучение вещества. 4. Коэффициенты Эйнштейна спонтанного и вынужденного излучения. 5. Естественная ширина линии излучения, однородное и неоднородное уширение спектральных линий излучения возбужденных состояний. 6. Показатель усиления активной среды в линейном приближении. 7. Явление насыщения энергетических уровней, нелинейный показатель усиления активной среды.	2	2	-	6	-	-	-	-	1	1	-	10
3	Раздел №3: Тема: «Квантовые генераторы и усилители оптического диапазона» 1. Обобщенная схема оптического квантового генератора, уравнения переноса энергии в активной среде лазера, общие закономерности излучения. 2. Твердотельные лазеры. 3. Особенности структуры энергетических уровней, методы создания инверсной населенности энергетических уровней. 4. Лазеры на кристалле рубина, на гранатах и стеклах с ионами неодима, устройство, принцип действия, рабочие характеристики.	2	2	4	7	-	-	-	-	-	1	2	10

4	Раздел №4: Тема: «Квантовые генераторы и усилители оптического диапазона» 1. Газовые лазеры: диаграммы энергетических уровней, создание инверсной населенности методом соударения частиц. 2. Устройство, принцип действия и рабочие характеристики лазеров: атомарного на смеси гелия и неона, ионных на парах кадмия и на аргоне, молекулярных на углекислом газе и окиси углерода.	2	2	-	7	-	-	-	-	1	1	-	11
5	Раздел №5: Тема: «Квантовые генераторы и усилители оптического диапазона» 1. Зонная структура энергетических уровней в полупроводниковых материалах, методы создания инверсной населенности энергетических уровней в полупроводнике. 2. Устройство, принцип действия и рабочие характеристики инжекционных полупроводниковых лазеров. 3. Особенности полупроводниковых лазеров на гетероструктурах.	2	2	4	6	-	-	-	-	-	-	2	10
6	Раздел №6: Тема: «Квантовые генераторы и усилители оптического диапазона» 1. Свойства лазерного излучения: структура поля излучения, пространственная и временная когерентность, спектральный состав. 2. Светодиоды как источники оптического излучения: принцип действия, устройство и рабочие параметры. 3. Квантовые усилители оптического диапазона: полупроводниковые и волоконно-оптические; принципы действия, устройство, рабочие характеристики.	2	2	-	7	-	-	-	-	-	-	-	10

7	Раздел №7: Тема: «Фотоприемники оптического излучения» 1. Физические основы работы детекторов оптического излучения: фотоэлектрические явления, их разновидности; закономерности внешнего фотоэффекта. 2. Принцип действия фоточувствительных диодов на *p-n*-переходах, диодов с лавинным умножением носителей заряда (ЛФД) и p-i-n-диодов, их устройство и рабочие параметры. 3. Основные характеристики фотоприемных устройств: чувствительность, квантовая эффективность, шумы.	2	2	4	6	-	-	-	-	-	-	-	11
8	Раздел №8: Тема: «Устройства управления и модуляции оптического излучения» 1. Электрооптическое взаимодействие. 2. Эффекты Фарадея и Коттона-Мутона. 3. Акустооптическое взаимодействие. 4. Дифракция света на ультразвуке: режимы дифракции Рамана-Ната и Брэгга. 5. Дифракция света на ультразвуке в анизотропных средах. 6. Акустооптические модуляторы и дефлекторы: устройство, принцип действия, основные характеристики.	2	2	4	6	-	-	-	-	1	-	-	10
9	Раздел №9: Тема: «Устройства управления и модуляции оптического излучения» 1. Применение электро- и акустооптических модуляторов для модуляции добротности а также синхронизации мод в твердотельных и газовых лазерах и для электронной перестройки длины волны излучения. 2. Основные тенденции и перспективы развития квантовых оптических устройств применительно к радиоэлектронике, телекоммуникации и обработке информации.	1	1	-	6	-	-	-	-	-	-	-	10

Форма текущего контроля успеваемости (по срокам текущих аттестаций в семестре)	Входная конт.работа 1 аттестация 1-3 тема устный опрос 2 аттестация 4-5 тема устный опрос 3 аттестация 6-7 тема устный опрос											
Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Зачет				Зачет/ зачет с оценкой/ экзамен				Зачет			
Итого	17	17	17	57	-	-	-	-	4	4	4	92

4.2. Содержание практических занятий

№ п/п	№ лекции из рабочей программы	Наименование лабораторного (практического, семинарского) занятия	Количество часов			Рекомендуемая литература и методические разработки (№ источника из списка литературы)
			Очно	Очно-заочно	Заочно	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
1.	1	Основные законы квантовой теории.	2	**-**	1	1,2,3,4
2.	2	Усиление электромагнитных колебаний в активной среде.	2	**-**	1	1,2,3,4
3.	3	Твердотельные лазеры.	2	-	1	1,2,3,4
4.	4	Газовые лазеры.	2	-	1	1,2,3,4
5.	5	Полупроводниковые лазеры.	2	-	-	1,2,3,4
6.	6	Оптические полупроводниковые усилители.	2	-	-	1,2,3,4
7.	7	Фотоприемники оптического излучения.	2	-	-	1,2,3,4
8.	8	Электрооптическая модуляция.	2	-	-	1,2,3,4
9.	9	Акустооптическое взаимодействие.	1	-	-	1,2,3,4
ИТОГО			17	-	4	

4.2. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	№ лекции из рабочей программы	Наименование лабораторного (практического, семинарского) занятия	Количество часов			Рекомендуемая литература и методические разработки (№ источника из списка литературы)
			Очно	Очно-заочно	Заочно	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
1.	1	Введение	1	-	-	1,2,3,4
2.	3	Исследование полупроводникового лазера.	4	-	2	1,2,3,4
3.	5	Исследование структуры поля и когерентности лазера.	4	-	2	1,2,3,4
4.	7	Исследование фотоприемника на основе ЛФД.	4	-	-	1,2,3,4
5.	8	Исследование электрооптического модулятора.	4	-	-	1,2,3,4
ИТОГО			17	-	4	

4.4. Тематика для самостоятельной работы студента

№ п/п	Тематика по содержанию дисциплины, выделенная для самостоятельного изучения	Количество часов из содержания дисциплины			Рекомендуемая литература и источники информации	Формы контроля СРС
		Очно	Очно-заочно	Заочно		
1	2	3	4	5	6	7
1.	Принцип неопределенности; собственные числа и собственные функции основных операторов квантовой теории, правила квантования соответствующих физических величин.	6	-	10	1,2,3,4	Устный опрос
2.	Явление насыщения энергетических уровней, нелинейный показатель усиления активной среды.	6	-	10	1,2,3,4	Устный опрос
3.	Режимы работы твердотельных лазеров: свободная генерация, модуляция добротности, синхронизация мод.	7	-	10	1,2,3,4	Устный опрос
4.	Устройство, принцип действия и рабочие характеристики инжекционных полупроводниковых лазеров. Особенности полупроводниковых лазеров на гетероструктурах.	7	-	11	1,2,3,4	Устный опрос
5.	Лазеры с перестройкой рабочей длины на красителях: принцип действия, устройство, характеристики излучения, применение.	6	-	10	1,2,3,4	Устный опрос
6.	Квантовые усилители оптического диапазона.	7	-	10	1,2,3,4	Устный опрос
7.	Основные характеристики фотоприемных устройство: чувствительность, квантовая эффективность, шумы.	6	-	11	1,2,3,4	Устный опрос
8.	Амплитудные и фазовые электрооптыческие модуляторы: принципы действия, основные характеристики, применение.	6	-	10	1,2,3,4	Устный опрос
9.	Оптический вентиль, его устройство и применение.	6	-	10	1,2,3,4	Устный опрос
ИТОГО		57	-	92		

5. Образовательные технологии

5.1. При чтении лекционного материала используются современные технологии проведения занятий, основанные на использовании проектора, обеспечивающего наглядное представление методического и лекционного материала. При составлении лекционного материала используется пакет прикладных программ презентаций MS PowerPoint. Использование данной технологии обеспечивает наглядность излагаемого материала, экономит время, затрачиваемое преподавателем на построение графиков, рисунков.

5.2. В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки при реализации компетентностного подхода предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Оценочные средства для контроля входных знаний, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Квантовые устройства оптического диапазона» приведены в приложении А (Фонде оценочных средств) к данной рабочей программе.

Фонд оценочных средств является обязательным разделом РПД (разрабатывается как приложение к рабочей программе дисциплины).

Зав. библиотекой

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
Рекомендуемая литература и источники информации (основная и дополнительная)

№ п/п	Виды занятий	Необходимая учебная, учебно-методическая (основная и дополнительная) литература, программное обеспечение, электронно-библиотечные и Интернет ресурсы	Автор(ы)	Издательство и год издания	Количество изданий	
					В библиотеке	
1	2	3	4	5	6	7
Основная						
1	лк, пз, лб	Приборы и устройства оптического и СВЧ диапазонов : учебное пособие — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/4953	Г. Г. Кущ, Ж. М. Соколова, Л. И. Шангина	Москва : ТУСУР, 2012. — 414 с.	-	-
2	лк, пз, лб	Приборы СВЧ и оптического диапазона : учебное пособие — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/155086	А. В. Велигоша	Ставрополь : СКФУ, 2014. — 204 с.	-	-
Дополнительная						
3	лк, пз, лб	Квантовая и оптическая электроника : учебное пособие — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/11104	А. И. Башкиров	Москва : ТУСУР, 2012. — 20 с.	-	-
4	лк, пз, лб	Физические основы оптоэлектроники. Светодиоды : учебное	Н. В. Рыбина, Н. Б. Рыбин	Рязань : РГРТУ, 2017. — 48		

		пособие — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/168083		**с.**		

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины «Квантовые устройства оптического диапазона» включает:

- библиотечный фонд (учебная, учебно-методическая, справочная литература, научная и деловая периодика);
- компьютеризированные рабочие места для обучаемых с доступом в сеть Интернет;
- аудитории, оборудованные проекционной техникой.
- генератор сигналов низкочастотный Г3-109– 2 шт.;
- анализатор спектра П.Ч. С4-27– 1 шт.;
- генератор УТЦ-100 – 1 шт.;
- формирователь радиосигнала ФР1-3 – 1 шт.;
- осциллограф С1-117 – 1 шт.;
- мультивольтметр В3-42 – 1 шт.;
- измеритель коэффициента АМ вычислительный СК2-24;
- измеритель модуляции вычислительный СК3-45 – 2 шт;
- анализатор логический тридцатидвухканальный 831 – 2 шт.;
- измеритель частоты и времени – 2 шт.;
- анализатор сигнатурный 817 - 1 шт.;
- генератор сигналов низкочастотный Г3-118 – 2 шт.;
- генератор импульсов Г5-89 – 1 шт.;
- источник питания постоянного тока 65-47 – 4 шт.;
- осциллограф С1-117 – 4 шт.
- вольтметр ВК3-61 А – 1 шт.;
- генератор испытательных импульсов И1-17 – 1 шт.;
- усилитель высокочастотный широко-полосный У3-29 – 1 шт.;
- частотомер электронно – счѐтный ЧЗ -54 – 1 шт.;
- генератор сигналов низкочастотный Г3-123– 1.

Специальные условия инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ)

Специальные условия обучения и направления работы с инвалидами и лицами с ОВЗ определены на основании:

- Федерального закона от 29.12.2012 №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федерального закона от 24.11.1995 № 181-ФЗ «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации»;
- приказа Минобрнауки России от 05.04.2017 № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;
- методических рекомендаций по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса, утвержденных Минобрнауки России 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Под специальными условиями для получения образования обучающихся с ОВЗ понимаются условия обучения, воспитания и развития, включающие в себя использование при необходимости адаптированных образовательных программ и методов обучения и воспитания, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего необходимую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в

здания ДГТУ и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение ОПОП обучающихся с ОВЗ.

Обучение в рамках учебной дисциплины обучающихся с ОВЗ осуществляется ДГТУ с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Обучение по учебной дисциплине обучающихся с ОВЗ может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах.

В целях доступности обучения по дисциплине обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- наличие альтернативной версии официального сайта ДГТУ в сети «Интернет» для слабовидящих;

- весь необходимый для изучения материал, согласно учебному плану (в том числе, для обучающихся по индивидуальным учебным планам) предоставляется в электронном виде на диске.

- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

- обеспечение возможности выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию ДГТУ.

2) для лиц с ОВЗ по слуху:

- наличие микрофонов и звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования (аудиоколонки);

3) для лиц с ОВЗ, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения организации, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов и других приспособлений).

Перед началом обучения могут проводиться консультативные занятия, позволяющие студентам с ОВЗ адаптироваться к учебному процессу.

В процессе ведения учебной дисциплины научно-педагогическим работникам рекомендуется использование социально-активных и рефлексивных методов обучения, технологий социокультурной реабилитации с целью оказания помощи обучающимся с ОВЗ в установлении полноценных межличностных отношений с другими обучающимися, создании комфортного психологического климата в учебной группе.

Особенности проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине для обучающихся с ОВЗ устанавливаются с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и др.). При необходимости предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене

Лист изменений и дополнений к рабочей программе

Дополнения и изменения в рабочей программе на 2020/2021 учебный год.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:
1. Внесение изменений и дополнений на данный учебный год нецелесообразно.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры радиотехники, телекоммуникаций и микроэлектроники от 29.06.2020 года, протокол №10.

Лист изменений и дополнений к рабочей программе

Дополнения и изменения в рабочей программе на 2021/2022 учебный год.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:
1. Внесение изменений и дополнений на данный учебный год нецелесообразно.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры радиотехники, телекоммуникаций и микроэлектроники от 30.06.2021 года, протокол №11.

Лист изменений и дополнений к рабочей программе

Дополнения и изменения в рабочей программе на 2022/2023 учебный год.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:
1. Внесение изменений и дополнений на данный учебный год нецелесообразно.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры радиотехники, телекоммуникаций и микроэлектроники от 30.06.2022 года, протокол №11.