



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
КВАНТОВАЯ И ОПТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Кафедра экспериментальной физики

Образовательная программа
11.03.04- Электроника и нанoeлектроника

Профили подготовки:
Микроэлектроника и твердотельная электроника

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Форма обучения:
Очная

Статус дисциплины:
Вариативная

Махачкала 2017

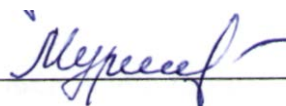
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04- Электроника и наноэлектроника, профиль подготовки: микроэлектроника и твердотельная электроника (уровень: бакалавриата) - Приказ Минобрнауки России от 12.03.2015 №218.

Разработчик (и): кафедра экспериментальной физики, Садыков С.А., д.ф.-м.н., профессор

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры экспериментальной физики от «31» марта 2017г., протокол № 8

Зав. кафедрой —  Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «31» марта 2017г., протокол № 7.

Председатель —  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением

«3» апреля 2017г.  Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы	4
1. Цели освоения дисциплины.....	5
2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры.....	5
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.....	6
4. Объем, структура и содержание дисциплины.....	9
5. Образовательные технологии.....	18
6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов...	19
7. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.....	20
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.....	21
7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.....	22
7.3. Типовые контрольные задания.....	25
7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.....	32
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	33
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	34
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины...	35
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.....	36
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	36

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «**Квантовая и оптическая электроника**» входит в вариативную часть образовательной программы бакалавриата по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника. Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой экспериментальной физики.

Содержание дисциплины включает физические основы оптической электроники, включая взаимодействие электромагнитного излучения с веществом, оптические явления в твердых телах, принципы работы, особенности характеристики приборов квантовой электроники и оптоэлектроники.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:

общекультурных: способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

общепрофессиональных: способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ОПК-1); способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2);

профессиональных: готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций (ПК-3).

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: тестирование, индивидуальное собеседование, письменные контрольные задания и пр. и промежуточный контроль в форме экзамен.

Объем дисциплины 4 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Семестр	Учебные занятия						СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всего	из них						
Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
7	144	26	30		36		52	экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Цель изучения дисциплины «Квантовая и оптическая электроника» - дать представление о фундаментальных физических процессах, лежащих в основе квантовой и оптической электроники, рассмотреть принцип действия, особенности конструкций, требования к активным материалам и элементам, возможности и технические характеристики приборов и устройств квантовой и оптической электроники.

Задачами дисциплины является подготовка будущих специалистов к грамотному использованию достижений данной области науки в своей практической деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Квантовая и оптическая электроника» в структуре ООП ВПО входит в **вариативную часть** образовательной программы. Основные разделы программы курса: физические основы взаимодействия оптического излучения с квантовыми системами, усиление и генерация оптического излучения, основные типы когерентных и некогерентных источников оптического излучения, физические принципы и основные элементы для регистрации, модуляции, отклонения, трансформации, передачи и обработки оптического излучения.

Для освоения данной дисциплины требуются знания и умения, приобретенные обучающимися в результате освоения ряда предшествующих дисциплин (разделов дисциплин), таких как:

- Физика (физика колебаний и волн, термодинамика, электричество и магнетизм, оптика, атомная и ядерная физика).
- Уравнения математической физики (уравнение Пуассона, волновое уравнение, специальные функции).
- Материалы электронной техники (характеристики и основные электрические и оптические свойства элементарных полупроводников, полупроводниковых соединений и твердых растворов на их основе, основные процессы в диэлектриках и методы их описания, активные и пассивные диэлектрические материалы и элементы на их основе).

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОК-7	способность к самоорганизации и самообразованию	Знать: <ul style="list-style-type: none"> • понятия «самостоятельная работа студентов», «самоорганизация», «самоконтроль», «самообразование»;

		<ul style="list-style-type: none"> • формы, технологии организации самостоятельной работы; • пути достижения образовательных результатов и способы оценки результатов обучения*; • виды, формы контроля успеваемости в вузе <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • системно анализировать, обобщать информацию, формулировать цели и самостоятельно находить пути их достижения; • использовать в образовательном процессе разнообразные ресурсы; • объективно оценивать знания обучающихся на основе тестирования <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • культурой мышления, способностью к анализу, обобщению информации, постановке целей и выбору путей их достижения; • навыками составления результаториентированных планов-графиков выполнения различных видов учебной, научно-исследовательской и внеучебной работы; способами самоконтроля, самоанализа, демонстрировать стремление к самосовершенствованию, познавательную активность.
ОПК-1	<p>способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • проблемы современной оптической и квантовой электроники; • состояние и перспективы научно-технической проблемы разработки технологических процессов производства материалов и изделий квантовой и оптической электроники; • современные тенденции развития материаловедения, электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных

		<p>технологий;</p> <ul style="list-style-type: none"> • понимать современные тенденции в развитии квантовой и оптической электроники. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • анализировать, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию в области современной квантовой и оптической электроники; • самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую литературу, связанную с проблемами квантовой и оптической электроники. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности; • навыками представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.
ОПК-2	<p>способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; • методы вычислительной физики и математического моделирования структур, приборов или технологических процессов квантовой и оптической электроники; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать физическую сущность процессов, протекающих при взаимодействии электромагнитного (оптического) излучения с веществом, возможности и технические характеристики приборов и устройств квантовой и оптической электроники;

		<ul style="list-style-type: none"> • создавать и анализировать на основе физических законов и их следствий теоретические модели явлений природы, получить навыки использования в практике важнейших физических измерительных приборов и приемов; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками оценки и измерения параметров материалов и устройств квантовой и оптической электроники; • навыками привлекать для решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, соответствующий физико-математический аппарат.
ПК-3	<p>готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • принципы использования физических эффектов в газах, твердом теле, полупроводниках в приборах и устройствах квантовой и оптической электроники; • квантовую теорию излучения и поглощения электромагнитных волн веществом; • физические принципы функционирования и основные характеристики квантовых усилителей и генераторов, а также других элементов и устройств оптической и квантовой электроники; • возможности оптических методов передачи и обработки информации; • конструкции, параметры, характеристики и методы моделирования приборов квантовой и оптической электроники <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • делать численные оценки времен релаксации и вероятностей

		<p>переходов для однофотонных процессов в зависимости от параметров спектральных линий для различных сред;</p> <ul style="list-style-type: none"> • делать численные оценки инверсии населенностей и коэффициента усиления (поглощения) в двух-, трех- и четырехуровневых средах; • использовать базовые элементы квантовой и оптической электроники и применять основные методы анализа квантовых и оптоэлектронных устройств для решения задач в системах передачи и обработки информации; • применять методы моделирования и проектирования приборов устройств квантовой и оптической электроники; • анализировать информацию о новых типах оптических квантовых приборов. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами экспериментальных исследований параметров и характеристик материалов, приборов и устройств квантовой и оптической электроники; • современными программными средствами моделирования и проектирования приборов квантовой и оптической электроники; • методикой расчета основных узлов приборов квантовой и оптической электроники; • методами количественного формулирования и решения задач в области квантовой и оптической электроники; • опытом понимания качества исследований, относящихся к области квантовой и оптической электроники; • методами самостоятельного
--	--	--

		изучения и анализа специальной научной и методической литературы, связанной с проблемами физики квантовой и оптической электроники;
--	--	---

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
Модуль 1.									
1	Физические основы взаимодействия оптического излучения с квантовыми системами	6		4		4	6	10	Домашнее задание (ДЗ) Собеседование (С) Рейтинговая система (РС)
2	Усиление и генерация оптического излучения	6		4		6	6	8	(ДЗ), (С), (РС)
	<i>Итого по модулю 1:</i> 48			8		10	12	18	
Модуль 2									
3	Основные типы когерентных источников оптического излучения	6		8		6	8	12	(ДЗ), (С), (РС)
4	Основные типы некогерентных источников оптического излучения	6		2		6	4	6	(ДЗ), (С), (РС)
1	<i>Итого по модулю 2:</i>			10		12	12	18	

	52								
	Модуль 3.								
	Полупроводниковые фотоприемники	6		2		4	4	6	(ДЗ), (С), (РС)
	Основные элементы для регистрации, модуляции, отклонения, трансформации, оптического излучения	6		4			4	6	(ДЗ), (С), (РС)
2	Методы передачи и обработки оптического излучения	6		2		4	4	4	(ДЗ), (С), (РС)
	<i>Итого по модулю 3: 44</i>			8		8	12	16	
	ИТОГО:			26		30	36	52	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Модуль 1.

Тема 1. Физические основы взаимодействия оптического излучения с квантовыми системами

Особенности оптической электроники. Стандартная терминология, основные понятия и определения. Способы описания электромагнитного излучения. Световые лучи. Принцип Ферма. Элементы квантовой теории излучения. Фотон и его основные свойства. Фотонные коллективы.

Энергетические состояния атомов и молекул. Квантовые числа. Символика энергетических состояний атомов. Молекулярные уровни. Вращательные и колебательные уровни. Квантовые переходы. Вероятность перехода.

Спонтанное и индуцированное излучение. Коэффициенты Эйнштейна. Уширение спектральных линий.

Тема 2. Усиление и генерация оптического излучения

Принцип работы квантовых усилителей и генераторов. Инверсия населенностей. Возбуждение активного вещества - накачка. Методы накачки.

Кинетические уравнения. Двух-, трех-, и четырехуровневые схемы работы. Пороговая мощность источника накачки.

Оптические резонаторы. Добротность резонатора. Потери в оптических резонаторах. Собственные типы колебаний - моды. Требования к резонаторам оптического диапазона. Типы резонаторов. Селекция аксиальных и неаксиальных типов колебаний.

Условие самовозбуждения лазеров. Пороговая энергия накачки по генерации. Насыщения усиления. Одномодовая и многомодовая генерация. Гигантские импульсы.

Модуль 2.

Тема 3. Основные типы когерентных источников оптического излучения

Твердотельные и жидкостные лазеры. Рубиновый лазер. Лазеры на кристаллах и стеклах, активированных неодимом. Лазеры на органических красителях.

Полупроводниковые лазеры. Требования к активным материалам. Лазеры с электронной и оптической накачкой. Инжекционные лазеры на гетеропереходах. Лазеры на двойных гетероструктурах. Лазеры с отдельным оптическим и электронным ограничением. Лазеры с использованием квантово-размерных эффектов.

Газовые лазеры. Особенности устройства газоразрядных лазеров. Лазеры на самоограниченных переходах. Атомарные газовые лазеры. Гелий-неоновый лазер. Лазер на парах меди. Ионные газовые лазеры. Гелий-кадмиевый лазер. Молекулярный лазер. Газоразрядные CO_2 -лазеры. Газодинамические лазеры. Эксимерные лазеры. Химические и фотохимические лазеры.

Тема 4. Основные типы некогерентных источников оптического излучения.

Люминесценция полупроводников. Механизмы излучательной рекомбинации.

Принцип действия излучающих диодов. Основные материалы излучающих диодов. Гетеросветодиоды. Электролюминесцентные экраны.

Модуль 3.

Тема 5. Полупроводниковые фотоприемники.

Полупроводниковые фотоприемники. Фоторезисторы. Фотодиоды. Многоэлементные фотоприемники. Приемники оптических изображений. Приборы с зарядовой связью в качестве фотоприемников. Фотоэлектрические преобразователи солнечного излучения.

Тема 6. Основные элементы для регистрации, модуляции, отклонения, трансформации, оптического излучения.

Особенности приборов управления оптическим излучением. Модуляторы лазерного излучения. Методы сканирования света. Дефлекторы. Приборы нелинейной оптики. Преобразователи частоты. Генераторы гармоник. Параметрические генераторы света. Управляемые оптические системы.

Тема 3. Методы передачи и обработки оптического излучения

Характеристика и особенность оптической связи. Оптроны. Передача оптических сигналов по световодам. Волоконно-оптические линии связи. Элементы интегральной оптики. Тонкопленочные волноводы.

Принципы голографии. Свойства голограмм. Оптические методы обработки информации. Оптические вычислительные машины и комплексы.

Содержание лекционных занятий

Модули	Содержание темы
Модуль 1	<p><u>Лекция 1.</u> Особенности оптической электроники. Способы описания электромагнитного излучения. Элементы квантовой теории излучения. Энергетические состояния атомов и молекул. Молекулярные уровни. Вращательные и колебательные уровни.</p> <p><u>Лекция 2.</u> Квантовые переходы. Вероятность перехода. Спонтанное и индуцированное излучение. Коэффициенты Эйнштейна. Уширение спектральных линий.</p> <p><u>Лекция 3.</u> Инверсия населенностей. Возбуждение активного вещества - накачка. Методы накачки. Кинетические уравнения. Двух-, трех-, и четырехуровневые схемы работы.</p> <p><u>Лекция 4.</u> Оптические резонаторы. Добротность резонатора. Типы резонаторов. Селекция аксиальных и неаксиальных типов колебаний. Условие самовозбуждения лазеров. Пороговая энергия накачки по генерации. Насыщения усиления.</p>
Модуль 2	<p><u>Лекция 5.</u> Твердотельные лазеры. Рубиновый лазер. Лазеры на кристаллах и стеклах, активированных неодимом. Лазеры на органических красителях.</p> <p><u>Лекция 6.</u> Газовые лазеры. Особенности устройства газоразрядных лазеров. Атомарные газовые лазеры. Гелий-неоновый лазер. Молекулярный лазер. Газоразрядные CO₂ -лазеры. Газодинамические лазеры.</p> <p><u>Лекция 7.</u> Жидкостные лазеры. Экимерные лазеры. Химические и фотохимические лазеры.</p> <p><u>Лекция 8.</u> Полупроводниковые лазеры. Инжекционные лазеры на гетеропереходах. Лазеры на двойных гетероструктурах.</p>

	<p>Лазеры с отдельным оптическим и электронным ограничением. Лазеры с использованием квантово-размерных эффектов.</p> <p><u>Лекция 9.</u></p> <p>Люминесценция полупроводников. Механизмы излучательной рекомбинации. Принцип действия излучающих диодов. Основные материалы излучающих диодов. Гетеросветодиоды. Электролюминесцентные экраны.</p>
Модуль 3	<p><u>Лекция 10.</u></p> <p>Полупроводниковые фотоприемники. Фоторезисторы. Фотодиоды. Многоэлементные фотоприемники. Приемники оптических изображений. Фотоэлектрические преобразователи солнечного излучения.</p> <p><u>Лекция 11</u></p> <p>Особенности приборов управления оптическим излучением. Модуляторы лазерного излучения. Методы сканирования света. Дефлекторы.</p> <p><u>Лекция 12</u></p> <p>Приборы нелинейной оптики. Преобразователи частоты. Генераторы гармоник. Параметрические генераторы света. Управляемые оптические системы.</p> <p><u>Лекция 13.</u></p> <p>Оптроны. Передача оптических сигналов по световодам. Волоконно-оптические линии связи. Элементы интегральной оптики. Оптические методы обработки информации. Оптические вычислительные машины и комплексы.</p>

Содержание разделов самостоятельной работы

№	Содержание темы	Кол. часов
1.	<p>Взаимодействие электромагнитного излучения с атомами и молекулами.</p> <p>Энергетические состояния атомов и молекул. Квантовые числа. Символика энергетических состояний атомов. Молекулярные уровни. Вращательные и колебательные уровни. Квантовые переходы. Вероятность перехода. Спонтанное и индуцированное излучение. Коэффициенты Эйнштейна. Уширение спектральных</p>	10

	<p>линий.</p> <p>Уширение спектральных линий. Механизмы уширения. Однородное и неоднородное уширение. Рассеяние света. Оптические характеристики вещества. Комплексный показатель преломления. Показатель поглощения. Соотношения Крамерса-Кронинга.</p>	
2.	<p>Усиление и генерация электромагнитного излучения.</p> <p>Двух-, трех-, и четырехуровневые схемы работы. Резонаторы. Условие устойчивости. Неустойчивые резонаторы.</p> <p>Методы модуляции добротности. Синхронизация мод и сверхкороткие лазерные импульсы.</p>	8
3.	<p>Лазеры.</p> <p>Общая характеристика и особенности твердотельных лазеров. Активные материалы. Требования к матрицам. Требования к активаторам. Рубиновый лазер. Лазеры на кристаллах и стеклах, активированных неодимом. Твердотельные перестраиваемые лазеры.</p> <p>Особенности квантовых приборов радиодиапазона. Полупроводниковые лазеры. Лазеры на двойных гетероструктурах. Лазеры с отдельным оптическим и электронным ограничением. Лазеры с использованием квантово-размерных эффектов. Полосковые гетеролазеры. Гетеролазеры с распределенной обратной связью. Перестраиваемые полупроводниковые ИК-лазеры.</p>	12
4.	<p>Линейная кристаллооптика. Нелинейная оптика.</p> <p>Тензор диэлектрической проницаемости. Прохождение света через границу раздела двух сред. Особенности распространения света в тонких слоях. Генерация гармоник. Условие фазового синхронизма. Параметрическое преобразование и параметрическая генерация света.</p> <p>Модуляторы лазерного излучения. Электрооптические модуляторы. Абсорбционные модуляторы. Акустооптические модуляторы света. Пассивные затворы. Методы сканирования света. Дефлекторы.</p>	8
5.	<p>Оптические явления в однородных полупроводниках и гетероструктурах</p> <p>Свойства гетеропереходов. Эффект односторонней инжекции. Эффект сверхинжекции. Эффект широкозонного окна. Волноводный эффект. Фотоэлектрические эффекты в p-n гетеропереходах и в варизонных структурах.</p>	6

6.	Полупроводниковые фотоприемники и приборы управления оптическим излучением. Фотодиоды. Р-і-п фотодиоды и лавинные фотодиоды. Фотоэлектрические преобразователи солнечного излучения.	4
7.	Оптические методы передачи и обработки информации. Элементы интегральной оптики. Тонкопленочные волноводы. Связь между волноводами. Оптическая бистабильность. Направленные ответвители. Тонкопленочные модуляторы, фильтры, переключатели, детекторы.	4

Лабораторный практикум

	Наименование лабораторных работ	Кол. ча сов.
	Измерение световых и вольт-амперных характеристик трехцветных светоизлучающих диодов.	4
	Измерение спектральных характеристик светодиодов в видимой области спектра.	4
	Полупроводниковый лазер	4
	Полупроводниковые фотоприемники.	4
	Оптроны	4
	Твердотельные лазеры.	6
	Определение интегральной чувствительности фотоэлемента	4

5. Образовательные технологии

Основными видами образовательных технологий с применением, как правило, компьютерных и технических средств, учебного и научного оборудования являются:

- Информационные технологии.
- Проблемное обучение.
- Индивидуальное обучение.
- Междисциплинарное обучение.
- Опережающая самостоятельная работа.

Для достижения определенных компетенций используются следующие формы организации учебного процесса: лекция(информационная, проблемная, лекция-визуализация, лекция-консультация и др.), практическое занятие, семинар, самостоятельная работа, консультация. Допускаются комбинированные формы проведения занятий, такие как лекционно-практические занятия.

Преподаватель самостоятельно выбирают наиболее подходящие методы и формы проведения занятий из числа рекомендованных и согласуют выбор с кафедрой.

Реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий и организации внеаудиторной работы (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбора конкретных ситуаций, психологических и иных тренингов) с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Интерактивное обучение – метод, в котором реализуется постоянный мониторинг освоения образовательной программы, целенаправленный текущий контроль и взаимодействие (интерактивность) преподавателя и студента в течение всего процесса обучения.

Самостоятельная работа организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

Основные аспекты применяемой технологии проблемного обучения:

- постановка проблемных задач отвечает целям освоения дисциплины «Физика конденсированного состояния» и формирует необходимые компетенции;
- решаемые проблемные задачи стимулируют познавательную деятельность и научно-исследовательскую активность студентов.

По лекционному материалу подготовлено учебное пособие, конспекты лекций в электронной форме и на бумажном носителе, большая часть теоретического материала излагается с применением слайдов (презентаций) в программе **PowerPoint**, а также с использованием интерактивных досок.

Обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Промежуточный контроль.

В течение семестра студенты выполняют:

- домашние задания, выполнение которых контролируется и при необходимости обсуждается на практических занятиях;
- промежуточные контрольные работы во время практических занятий для выявления степени усвоения пройденного материала;
- выполнение итоговой контрольной работы по решению задач, охватывающих базовые вопросы курса: в конце семестра.

Итоговый контроль.

Экзамен в конце 6 семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение решения по всему пройденному материалу.

Изучать дисциплину рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе учебной дисциплины. При первом чтении следует стремиться к получению общего представления об изучаемых вопросах, а также отметить трудные и неясные моменты. При повторном изучении темы необходимо освоить все теоретические положения, математические зависимости и выводы. Для более эффективного запоминания и усвоения изучаемого материала, полезно иметь рабочую тетрадь (можно использовать лекционный конспект) и заносить в нее формулировки законов и основных понятий, новые незнакомые термины и названия, формулы, уравнения, математические зависимости и их выводы, так как при записи материал значительно лучше усваивается и запоминается.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Фонды оценочных средств (контрольные вопросы и типовые задания для практических занятий, зачета; тесты и компьютерные тестирующие программы, примерную тематику рефератов и т.п., а также иные формы контроля, позволяющие оценить степень сформированности компетенций обучающихся) для проведения текущего, промежуточного и итогового контроля успеваемости и промежуточной аттестации имеются на кафедре. Они также размещены на образовательном сервере Даггосуниверситета (по адресу: <http://edu.dgu.ru>), а также представлены в управление качества образования ДГУ.

Методические рекомендации преподавателям по разработке системы оценочных средств и технологий для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплинам (модулям) ООП (тематики докладов, рефератов и т.п.), а также для проведения промежуточной аттестации по дисциплинам (модулям) ООП (в форме зачетов, экзаменов, курсовых работ / проектов и т.п.) и практикам представлены в Положении «О модульно-рейтинговой системе обучения студентов Дагестанского государственного университета», утвержденном ученым Советом Даггосуниверситета.

Уровень освоения учебных дисциплин обучающимися определяется следующими оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценки "отлично" заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

Оценки "хорошо" заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе практические задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе.

Оценки "удовлетворительно" заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой.

Оценка "неудовлетворительно" выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОПК-1 ОПК-2 ПК-3	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • проблемы современной оптической и квантовой электроники; • понимание современных тенденций развития материаловедения, электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий; • основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; • методы вычислительной физики и математического моделирования структур, приборов или технологических процессов квантовой и оптической электроники; • принципы использования физических эффектов в газах, твердом теле, полупроводниках в 	<p>Устный опрос, письменный опрос, тестирование, выступление на семинарах</p>

	<p>приборах и устройствах квантовой и оптической электроники;</p> <ul style="list-style-type: none"> • квантовую теорию излучения и поглощения электромагнитных волн веществом; • физические принципы функционирования и основные характеристики квантовых усилителей и генераторов, а также других элементов и устройств оптической и квантовой электроники; • возможности оптических методов передачи и обработки информации; • конструкции, параметры, характеристики и методы моделирования приборов квантовой и оптической электроники 	
ОПК-1, ОПК-2, ПК-3	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • анализировать, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию в области современной квантовой и оптической электроники; • самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую литературу, связанную с проблемами квантовой и оптической электроники; • использовать физическую сущность процессов, протекающих при взаимодействии электромагнитного (оптического) излучения с веществом, возможности и технические характеристики приборов и устройств квантовой и оптической электроники; 	<p>Письменный опрос, контрольные задания, проверка рефератов, выступление на семинарах</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • создавать и анализировать на основе физических законов и их следствий теоретические модели явлений природы, получить навыки использования в практике важнейших физических измерительных приборов и приемов; • делать численные оценки времен релаксации и вероятностей переходов для однофотонных процессов в зависимости от параметров спектральных линий для различных сред; • делать численные оценки инверсии населенностей и коэффициента усиления (поглощения) в двух-, трех- и четырехуровневых средах; • использовать базовые элементы квантовой и оптической электроники и применять основные методы анализа квантовых и оптоэлектронных устройств для решения задач в системах передачи и обработки информации; • применять методы моделирования и проектирования приборов и устройств квантовой и оптической электроники; • анализировать информацию о новых типах оптических квантовых приборов. 	
ОПК-1, ОПК-2, ПК-3	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности; • навыками представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов 	Устный опрос, письменный опрос, тестирование, выступление на семинарах, студенческая конференция.

	<p>естественных наук и математики;</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками оценки и измерения параметров материалов и устройств квантовой и оптической электроники; • навыками привлекать для решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, соответствующий физико-математический аппарат; • методами экспериментальных исследований параметров и характеристик материалов, приборов и устройств квантовой и оптической электроники; • современными программными средствами моделирования и проектирования приборов квантовой и оптической электроники; • методикой расчета основных узлов приборов квантовой и оптической электроники; • методами количественного формулирования и решения задач в области квантовой и оптической электроники; • опытом понимания качества исследований, относящихся к области квантовой и оптической электроники; • методами самостоятельного изучения и анализа специальной научной и методической литературы, связанной с проблемами физики квантовой и оптической электроники. 	
--	--	--

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

Схема оценки уровня формирования компетенции

ОК-7 - способность к самоорганизации и самообразованию

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о самостоятельной работе по предмету, формах организации самостоятельной работы и самоконтроля, путей их достижения, способов оценки результатов обучения	Знаком с методами организации самостоятельной работы и самоконтроля, путями их достижения, а также способами оценки результатов обучения	Показывает знания методов организации самостоятельной работы и самоконтроля, путей их достижения, а также способов оценки результатов обучения	Демонстрирует четкие знания методов и умение организации самостоятельной работы и самоконтроля, показывает готовность к пониманию путей их достижения, а также способов оценки результатов обучения
Базовый	Общее представление о методах анализа и обобщения информации, умение сформулировать цели и самостоятельно находить пути их достижения; использовать в образовательном процессе разнообразные ресурсы	Знаком с методами анализа и обобщения информации, может участвовать в формулировке цели и предлагать пути их достижения	Демонстрирует знание методов анализа и обобщения информации, показывает умение сформулировать цели и самостоятельно находить пути их достижения	Показывает знания методов анализа и обобщения информации, показывает умение сформулировать цели и самостоятельно находить пути их достижения, готовность использовать в образовательном процессе разнообразные ресурсы

ОПК-1

способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление об основных положениях, законах и методах естественных наук и математики, представление о	Имеет общее представление о основных положениях, законах и методах естественных наук и математики и о	Демонстрирует знание основных положений, законов и методов естественных наук и математики, и о научной картине	Показывает знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики, умеет представлять

	научной картине мира	научной картине мира	мира	ь научную картину мира
Базовый	Умение представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	Имеет общее представление о современном состоянии и мировых тенденциях развития естественных наук и математики, имеет представление о научной картине мира	Демонстрирует знание современного состояния и мировых тенденций развития естественных наук и математики, адекватно представляет научную картину мира	Способен систематизировать и обобщать знания о современном состоянии и мировых тенденциях развития естественных наук и математики, умеет грамотно представлять научную картину мира

ОПК-2

способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат.

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Общее представление о современном состоянии и проблемах развития квантовой и оптической электроники, умение привлекать для их решения соответствующий математический аппарат	Имеет общее представление о современном состоянии и проблемах развития квантовой и оптической электроники, знаком с физико-математическим аппаратом для решения возникающих проблем	Демонстрирует знание современного состояния и проблем развития квантовой и оптической электроники, проявляет готовность самостоятельно находить пути их решения	Показывает знания современного состояния и проблем развития квантовой и оптической электроники, умение решать типовые задачи, готовность к усвоению нового материала
Базовый	Умение выявлять естественнонаучную сущность проблем квантовой и оптической электроники, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Имеет общее представление о проблемах квантовой и оптической электроники, обладает навыками применения физико-математического аппарата для решения возникающих проблем	Показывает знания в области квантовой и оптической электроники, использовать физико-математический аппарат для решения возникающих проблем	Демонстрирует умение выявлять естественнонаучную сущность проблем квантовой и оптической электроники, умение самостоятельно находить методы решения типовых проблем

				задач
--	--	--	--	-------

ПК-3 - готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о методах анализа, систематизации, обобщения и моделирования результатов изучения материалов и приборов квантовой и оптической электроники, представления материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.	Имеет общее представление о методах анализа, систематизации, обобщения и моделирования результатов изучения материалов и приборов квантовой и оптической электроники	Демонстрирует знание методов анализа, систематизации, обобщения и моделирования результатов изучения материалов и приборов квантовой и оптической электроники и их представления в виде научных отчетов	Демонстрирует навыки применения методов анализа, систематизации, обобщения и моделирования результатов изучения материалов и приборов квантовой и оптической электроники, умение представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций
Базовый	Умение анализировать, систематизировать, обобщать и моделировать результаты изучения материалов и приборов квантовой и оптической электроники, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.	Показывает навыки анализа, систематизации, обобщения и моделирования результатов изучения материалов и приборов квантовой и оптической электроники, умение работать с литературными источниками	Способен анализировать, систематизировать, обобщать и моделировать результаты изучения свойств материалов и приборов квантовой и оптической электроники и их представления в виде научных отчетов, публикаций, презентаций	Имеет успешный опыт анализа, систематизации, обобщения и моделирования результатов изучения материалов и приборов квантовой и оптической электроники, представления материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная

оценки по дисциплине быть не может.

7.3. Типовые контрольные задания

Примерные темы для докладов студентов на семинарских занятиях

1. Инжекционные лазеры на квантоворазмерныхгетероструктурах.
2. Оптоэлектронные системы .
3. Фотовольтаические эффекты в полупроводниках.
4. Управление пространственными характеристиками лазерного излучения.
5. Нелинейно-оптические эффекты.

Контрольные вопросы.

6. Каков диапазон спектра оптического излучения.
7. Какой свет называют плоскополяризованным.
8. Что такое статистический вес уровня.
9. Что такое населенность уровня.
- 10.Какие переходы принято называть оптическими.
- 11.Как вы понимаете спонтанный квантовый переход.
- 12.Как вы понимаете вынужденный квантовый переход.
- 13.Что такое вероятность спонтанного испускания и как ее выразить.
- 14.Что такое вероятность вынужденного испускания и как ее выразить.
- 15.Почему вынужденное излучение является когерентным.
- 16.Что такое разрешенные и запрещенные квантовые переходы.
- 17.Что такое населенность энергетического уровня.
- 18.Что такое время жизни энергетического уровня.
- 19.Какова связь между коэффициентами Эйнштейна для вынужденного поглощения и вынужденного испускания.
- 20.Выразите закон затухания мощности спонтанного излучения.
- 21.Какие параметры характеризуют оптические свойства вещества.
- 22.Что выражает закон Бугера-Ламберта.
- 23.Что такое спектр оптического поглощения вещества.
- 24.Какое состояние вещества называют инверсией населенности.
- 25.Какой процесс называют оптической накачкой.
- 26.Что собой представляет активная квантовая среда.
- 27.Перечислите наиболее распространенные методы накачки.
- 28.Как вы представляете отрицательную температуру в квантовой системе.
- 29.Почему в двухуровневой схеме в стационарных условиях нельзя достичь инверсной населенности, используя оптическую накачку.
- 30.Какой метод накачки позволяет в двухуровневой схеме достичь инверсной населенности.

31. Двух-, трёх- и четырёхуровневая схемы лазеров: возможности реализации, достоинства и недостатки.
32. Что такое пороговая плотность накачки по инверсии.
33. Какие системы наиболее выгодны для создания инверсной населенности в трехуровневых системах.
34. Опишите процессы инверсии населенности и генерации в трехуровневой схеме работы квантового усилителя.
35. Опишите процессы инверсии населенности и генерации в четырёхуровневой схеме работы квантового усилителя.
36. Как можно усилитель излучения превратить в генератор.
37. Какие три обязательных структурных элемента содержит блок-схема любого лазера.
38. По каким признакам проводится в основном классификация существующих лазеров.
39. Как осуществляется положительная обратная связь в лазере.
40. Что такое мода лазера.
41. Какую функцию выполняет лазерный резонатор. Оптический резонатор. Какой резонатор называют устойчивым, неустойчивым, открытым.
42. Что такое когерентность, направленность, монохроматичность лазерного излучения.
43. Почему происходит уширение спектральных линий поглощения (излучения) вещества в сильных полях.
44. Типичное время жизни для разрешённого электродипольного перехода в видимом диапазоне ~ 10 нс. Оценить естественную ширину линии рентгеновского лазера, излучающего в диапазоне 10 нм.
45. Доплеровская ширина линии 500 МГц. Оценка времени жизни уровня 10^{-8} с. Предложить метод измерения ширины лоренцевского контура.
46. Перечислите основные виды потерь энергии в оптических резонаторах.
47. Что такое добротность лазерного резонатора.
48. Твердотельный лазер.
49. Ионный лазер.
50. Молекулярный лазер.
51. Химический лазер.
52. Газовый лазер.
53. Полупроводниковый лазер.
54. Лазер на свободных электронах.
55. Инжекционный лазер.
56. Какие лазеры на парах металла вы знаете.
57. Что такое гетеролазер и как он устроен.
58. Какие типы жидкостных лазеров вы знаете.
59. Что такое волновод. Как происходит канализация электромагнитной волны в плоском волноводе.

60. Что такое волоконный световод. Как получить волоконный световод. Свойства волоконного световода.

Пример тестовых заданий для промежуточного контроля

- 1. Оптический диапазон спектра излучения составляют электромагнитные колебания, длина волн которых лежит в пределах:**
 - 1) 1 мм – 1 нм
 - 2) 0,78 мкм - 1 мм
 - 3) 0,38 мкм - 0,78 мкм
 - 4) 1 нм - 0,38 мкм
- 2. Отношение числа частиц в единице объема N_i на данном уровне энергии E_i к его статистическому весу g_i называется уровня энергии**
 - 1) населенностью
 - 2) кратностью вырождения
 - 3) инверсией населенности
- 3. Оптический резонатор в лазере служит для:**
 - 1) многократного пропускания излучения через активную среду
 - 2) формирования заданных пространственных, частотных и поляризационных характеристик излучения
 - 3) создания инверсной заселенности в активной среде
 - 4) обеспечения режима непрерывного генерирования
- 4. Одно из зеркал оптических резонаторов в лазерах делается полупрозрачным с целью**
 - 1) вывести излучение из объема резонатора
 - 2) уменьшить потери в резонаторе
 - 3) преобразовать частоту излучения
 - 4) модулировать лазерное излучение
- 5. Наименьшим порогом создания инверсной заселенности обладает**
 1. четырехуровневая система
 2. трехуровневая система
 3. двухуровневая система
 4. одноуровневая система
- 6. В твердотельных лазерах (рубин, иттрий-алюминиевый гранат) преимущественным видом накачки является:**
 - 1) накачка с помощью газового разряда

- 2) *оптическая накачка*
 - 3) *химическая накачка*
 - 4) *газодинамическая накачка*
- 7. В хирургии применяются лазеры с выходной мощностью $P > 20$ Вт (лазерный скальпель). Какой вид лазера является наиболее подходящим для этих целей.**
- 1) *полупроводниковый лазер (GaAs)*
 - 2) *химический лазер*
 - 3) *лазер на красителях*
 - 4) *газовый лазер (CO₂)*
- 8. Одним из самых интересных свойств лазеров на красителях является:**
- 1) *Высокие значения мощности*
 - 2) *Большое сечение поглощения*
 - 3) *Перестройка частоты излучения*
 - 4) *Управление амплитудой*
- 9. Выбрать тип лазера, работающего в УФ и ИК области одновременно:**
- 1) *Твердотельный*
 - 2) *Полупроводниковый*
 - 3) *Газовый*
 - 4) *Лазер на красителях.*
- 10. В лазерах на органических красителях применяются излучательные переходы**
- 1) *между электронными, колебательными и вращательными состояниями*
 - 2) *только между электронными состояниями*
 - 3) *только между колебательными и вращательными состояниями*
 - 4) *только между вращательными состояниями*
- 11. Энергетические расстояния между электронными, колебательными и вращательными состояниями молекулы красителя имеют порядок**
- 1) *(1...3) эВ, (0,1...0,01) эВ и (10^{-3} ... 10^{-4}) эВ, соответственно*
 - 2) *(10^{-3} ... 10^{-4}) эВ, (0,1...0,01) эВ и (1...3) эВ, соответственно*
 - 3) *(1...3) эВ, (10^{-3} ... 10^{-4}) эВ и (0,1...0,01) эВ, соответственно*
 - 4) *(0,1...0,01) эВ, (10^{-3} ... 10^{-4}) эВ и (1...3) эВ, соответственно*
- 12. Уширение спектральных линий под влиянием электрических и магнитных полей связано с:**
- 1) *эффектами Зеемана и Штарка*
 - 2) *эффектом Доплера*
 - 3) *тепловыми колебаниями атомов решетки*
 - 4) *конечностью времени жизни частицы на энергетическом уровне*

13. При инверсии населенностей верхний уровень становится заселенным, чем нижний, и системе можно приписать температуру

- 1) более, отрицательную
- 2) менее, отрицательную
- 3) более, положительную
- 4) менее, положительную

14. Недостатком трехуровневых схем возбуждения лазеров является:

- 1) необходимость больших мощностей сигнала накачки
- 2) невозможность использования оптической накачки
- 3) широкая полоса линий поглощения
- 4) малая пороговая плотность накачки по инверсии

15. В выражении для вероятности перехода $dW_{21}^{ind} = B_{21}\rho(\omega)dt$ с уровня E_2 на уровень E_1 ($E_2 > E_1$) за время dt :

- 1) B_{21} - коэффициент Эйнштейна для вынужденных переходов с испусканием
- 2) B_{21} - коэффициент Эйнштейна для вынужденных переходов с поглощением
- 3) B_{21} - коэффициент Эйнштейна для спонтанных переходов с испусканием
- 4) B_{21} - коэффициент Эйнштейна для спонтанных переходов с поглощением

7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля – 60 % и промежуточного контроля – 40 %.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
- участие на практических занятиях - 25 баллов,
- выполнение лабораторных заданий –,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 25 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 5 баллов,
- письменная контрольная работа - 15 баллов,
- тестирование - 20 баллов.

Критерии оценок на курсовых экзаменах

В экзаменационный билет рекомендуется включать не менее 3 вопросов, охватывающих весь пройденный материал, также в билетах могут быть задачи и примеры.

Ответы на все вопросы оцениваются максимум **100 баллами**.

Критерии оценок следующие:

- **100 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности.

- **90 баллов** - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности.

- **80 баллов** - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает некоторые ошибки общего характера.

- **70 баллов** - студент хорошо понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновывать некоторые выводы.

- **60 баллов** – студент отвечает в основном правильно, но чувствуется механическое заучивание материала.

- **50 баллов** – в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки.

- **40 баллов** – ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки.

- **20-30 баллов** - студент имеет общее представление о теме, но не умеет логически обосновать свои мысли.

- **10 баллов** - студент имеет лишь частичное представление о теме.

- **0 баллов** – нет ответа.

Эти критерии носят в основном ориентировочный характер. Если в билете имеются задачи, они могут быть более четкими.

Шкала диапазона для перевода рейтингового балла в «5»-бальную систему:

«0 – 50» баллов – неудовлетворительно

«51 – 65» баллов – удовлетворительно

«66 - 85» баллов – хорошо

«86 - 100» баллов – отлично

«51 и выше» баллов – зачет

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература:

1. Киселев Г.Л. Квантовая и оптическая электроника. – СПб.: Изд-во Лань, 2011. – 320 с.
2. Пихтин А.Н. Оптическая и квантовая электроника. Учеб. для вузов.-М.: Высшая школа, 2001.- 573 с.
3. Малышев В. А. Основы квантовой электроники и лазерной техники: Учебное пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 2005. - 542 с.
4. Дудкин, В. И. Квантовая электроника. Приборы и их применение : учеб. пособие для студ. вузов. - М. : Техносфера, 2006. - 432 с.
5. Садыков С.А. Квантовая и оптическая электроника. Уч. пособие. –Изд. ДГУ, Махачкала, 2012. – 121 с.

б) дополнительная литература:

1. Щука А.А. Электроника. Уч. Пособие. ВHV-Санкт-Петербург, 2006.
2. Карлов Н.В. Лекции по квантовой электронике.- М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988.- 336 с.
3. Звелто О. Принципы лазеров. М.: Мир, 2008. - 720 с.
4. Нурмагомедов Ш.А., Исмаилова Н.П. Квантовая и оптическая электроника. Метод. Указания. (Лабораторный практикум). ИПЦ ДГУ, 2007.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
3. Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредагентства (www.fero.ru).
4. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
5. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
6. www.biblioclub.ru - Электронная библиотечная система «Университетская библиотека - online».
7. www.iqlib.ru - Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия
8. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
9. www.affp.mics.msu.su

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Студент в процессе обучения должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Студент

должен уметь планировать и выполнять свою работу. Удельный вес самостоятельной работы составляет по времени 30% от всего времени изучаемого цикла. Это отражено в учебных планах и графиках учебного процесса, с которым каждый студент может ознакомиться у преподавателя дисциплины.

Главное в период обучения своей специальности - это научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практических работах.
Практические занятия	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.
Реферат	Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Кроме того, приветствуется поиск информации по теме реферата в

	Интернете, но с обязательной ссылкой на источник, и подразумевается не простая компиляция материала, а самостоятельная, творческая, аналитическая работа, с выражением собственного мнения по рассматриваемой теме и грамотно сделанными выводами и заключением. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

Чтение лекций с использованием мультимедийных презентаций. Использование анимированных интерактивных компьютерных демонстраций и практикумов-тренингов по ряду разделов дисциплины.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Материально – техническая база кафедры экспериментальной физики, которая осуществляет подготовку по направлению 11.03.04 «**Электроника и нанoeлектроника**», позволяет готовить бакалавров, отвечающих требованиям ФГОС. На кафедре имеются 3 учебных и 5 научных лабораторий, оснащенных современной технологической, измерительной и диагностической аппаратурой; в том числе функционирует проблемная НИЛ «Твердотельная электроника». Функционируют специализированные учебные и научные лаборатории: Физика и технология керамических материалов для твердотельной электроники, Физика и технология тонкопленочных структур, Электрически активные диэлектрики в электронике, Физическая химия полупроводников и диэлектриков.

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным проекционным оборудованием и интерактивной доской.