



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

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Функциональная электроника**

Кафедра экспериментальной физики

Образовательная программа  
**11.03.04- Электроника и наноэлектроника**

Профили подготовки:  
**Микроэлектроника и твердотельная электроника**

Уровень высшего образования  
**Бакалавриат**

Форма обучения:  
**Очная**


Статус дисциплины:  
**Вариативная**

Махачкала 2017

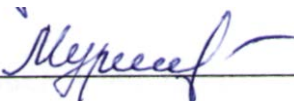
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04- Электроника и нанoeлектроника, профиль подготовки: микроэлектроника и твердотельная электроника (уровень: бакалавриата) – Приказ Минобрнауки России от 12.03.2015 № 218.

Разработчик (и): кафедра экспериментальной физики, Кардашова Г.Д., к.ф.-м.н., доцент

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.

## СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация рабочей программы .....	4
1. Цели освоения дисциплины.....	5
2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.....	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 «Функциональная электроника» входит в вариативную, часть образовательной программы бакалавриата по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника. Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой экспериментальной физики.

Курс «Функциональная электроника» рассчитан на студентов третьего курса Дагестанского государственного университета, при нормативной длительности освоения программы по очной форме обучения – 4 года. Курс рассчитан на один семестр.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с оптоэлектроникой, квантовой МЭ, акустоэлектроникой, магнитоэлектроникой, диэлектрической электроникой, криоэлектроникой, хемотроникой. Основные устройства и приборы ФМЭ: светодиоды, гетеролазеры, фотоприемники, оптроны, оптоэлектронные ИМС, фотоприборы с зарядовой связью (ПЗС) (фотолинейки, фотоматрицы); акустические линии задержки, фильтры на ПАВ, акустоэлектронные усилители и преобразователи; диэлектрические диоды и транзисторы; ионисторы, электрохимические ячейки памяти и управляемые сопротивления; сверхпроводниковые усилители, приборы на эффекте Джозефсона; приборы на эффекте Ганна.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: **общекультурных** - способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7), **общепрофессиональных** - способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК-7), **профессиональных** - способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения (ПК-2).

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

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

Объем дисциплины 2 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семес тр	Учебные занятия						СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференциро ванный зачет, экзамен)
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Все го	из них						
Лекц ии		Лаборатор ные занятия	Практич еские занятия	КСР	консульт ации			
5	34	16	-	18			38	зачет

## 1. Цели освоения дисциплины

**Цель изучения дисциплины:** «Функциональная электроника» - дать базовые знания по ряду теоретических и прикладных проблем в области электроники, ознакомить с достижениями и проблемами современной твердотельной электроники. Использование современных достижений ФЭ в разрабатываемых системах различного функционального назначения позволяет комплексно решать проблемы многофункциональности, повышения надежности, уменьшения массы, габаритов, энергопотребления и стоимости.

Задачами дисциплины является изучение физических основ функциональной электроники, принципа действия, конструктивно-технологических особенностей, основных характеристик и принципов построения и работы электронных приборов различного назначения. Это одна из основных теоретических дисциплин специальности, ибо без знания физики работы приборов невозможны сознательные и эффективные подходы к разработке и организации технологических процессов.

Основные разделы программы курса: оптоэлектроника, квантовая МЭ, акустоэлектроника, магнитоэлектроника, диэлектрическая электроника, биоэлектроника, криоэлектроника, хемотроника. Основные устройства и приборы ФМЭ: светодиоды, гетеролазеры, фотоприемники, оптроны, оптоэлектронные ИМС, фотоприборы с зарядовой связью (ПЗС) (фотолинейки, фотоматрицы); акустические линии задержки, фильтры на ПАВ, акустоэлектронные усилители и преобразователи; диэлектрические диоды и транзисторы; ионисторы, электрохимические ячейки памяти и

управляемые сопротивления; сверхпроводниковые усилители, приборы на эффекте Джозефсона; приборы на эффекте Ганна.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Функциональная электроника» в структуре ООП ВПО входит в вариативную часть образовательной программы. Для освоения дисциплины «Функциональная электроника» требуются знания и умения, приобретенные обучающимися параллельно с освоением ряда дисциплин (разделов дисциплин), таких как:

- Теоретические основы электротехники
- Материалы электронной техники.
- Введение в физику полупроводников

«Функциональная электроника» является фундаментом, на котором базируются курсы «Наноэлектроника», «Высокотемпературные материалы твердотельной электроники» и решаются задачи проектирования схем, аппаратов и технологических процессов.

## 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	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• понятия «самостоятельная работа студентов», «самоорганизация», «самоконтроль», «самообразование»;</li> <li>• формы, технологии организации самостоятельной работы;</li> <li>• пути достижения образовательных 5 результатов и способы оценки результатов обучения;</li> <li>• виды, формы контроля успеваемости в вузе</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• системно анализировать, обобщать информацию, формулировать цели и самостоятельно находить пути их достижения;</li> <li>• использовать в образовательном процессе разнообразные ресурсы;</li> <li>• объективно оценивать знания обучающихся на основе тестирования.</li> </ul>

		<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• культурой мышления, способностью к анализу, обобщению информации, постановке целей и выбору путей их достижения;</li> <li>• навыками составления результат ориентированных планов-графиков выполнения различных видов учебной, научно-исследовательской и внеучебной работы;</li> <li>• способами самоконтроля, самоанализа, демонстрировать стремление к самосовершенствованию, познавательную активность.</li> </ul>
ОПК-7	<p>способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;</li> <li>• состояние и перспективы научно-технической проблемы разработки технологических процессов производства материалов и изделий электронной и микросистемной техники.</li> <li>• понимание современных тенденций развития материаловедения, электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий.</li> <li>• методы вычислительной физики и математического моделирования структур, приборов или технологических процессов микро- и нанoeлектроники.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• анализировать, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию в области современного материаловедения</li> <li>• создавать и анализировать на основе физических законов и их следствий теоретические модели явлений природы, получить навыки использования в практике важнейших физических</li> </ul>

		<p>измерительных приборов и приемов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую литературу, связанную с проблемами физики конденсированного состояния вещества.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности</li> </ul>
ПК-2	<p>способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>основные приемы обработки и представления экспериментальных данных</li> <li>простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования</li> <li>эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения</li> <li>строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок</li> </ul>



		<p>электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;</p> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных</li> <li>• простейшими графическими пакетами программ.</li> <li>• (быть способным продемонстрировать) средствами компьютерной графики и графическими пакетами для автоматизации конструкторской деятельности решения задач в профессиональной деятельности.</li> </ul>
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 академических часа.

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. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОПТОЭЛЕКТРОНИКА и АКУСТОЭЛЕКТРОНИКА.									
1	Физические основы работы приборов опто- и акустоэлектроники.	5		8	9			19	Домашнее задание (ДЗ) Собеседование (С) Рейтинговая система (РС)
	<i>Итого по модулю 1</i>			8	9			19	

	Модуль 2. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МАГНИТОЭЛЕКТРОНИКА и ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА								
1	Физические основы работы приборов магнитоэлектроники и диэлектрической электроники	5		8	9			19	(ДЗ), (С), (РС)
	<i>Итого по модулю 2:</i>			8	9			19	
	<b>ИТОГО:</b>	5		16	18			38	

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

### **Модуль 1. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОПТОЭЛЕКТРОНИКА и АКУСТОЭЛЕКТРОНИКА.**

Физические основы работы приборов опто- и акустоэлектроники.

Тема 1. Исторические этапы развития оптической электроники. Взаимодействие электромагнитного излучения с атомными системами и твердыми телами. Физические основы оптоэлектроники.

Тема 2. Элементы оптоэлектронных устройств. Источники излучения, полупроводниковые лазеры, светоизлучающие диоды. Фотоприемники.

Тема 3. Компоненты оптических схем и световоды. Волоконно-оптические линии связи. Модуляторы, дефлекторы и преобразователи электрических сигналов. Оптические методы обработки информации. Оптические характеристики твердых тел.

Тема 4. Механизмы оптического поглощения, влияние внешних воздействий на свойства твердых тел. Отображение информации. Оптоэлектронные датчики и преобразователи. Оптические запоминающие устройства. Основные направления и перспективы развития оптоэлектроники.

Тема 5. Акустоэлектронные эффекты и явления в различных континуальных средах, а также возможность создания акустоэлектронных устройств (АЭУ) для обработки, передачи и хранения информации с использованием динамических неоднородностей акустической и (или) электромагнитной природы.

### **Модуль 2. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МАГНИТОЭЛЕКТРОНИКА и ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА**

Физические основы работы приборов магнитоэлектроники и диэлектрической электроники.

Тема 1. Магнитоэлектронные эффекты и явления в магнитоупорядоченных континуальных средах, а также возможность создания приборов и устройств хранения и обработки информации с использованием динамических неоднородностей магнитоэлектронной природы.

Тема 2. Базовые эффекты и явления: эффект Холла, магниторезистивный эффект, намагничивание ферромагнетиков, образование и взаимодействие

магнитных доменов, воздействие внешнего магнитного поля на размеры и поведение доменов.

Тема 3. Динамические неоднородности: цилиндрические магнитные домены, границы доменов, точки Блоха, магнитные вихри Абрикосова, магноны. Континуальные среды: ферромагнитные тонкие пленки феррит-гранатов и феррит-шпинелей, сверхпроводники первого и второго рода.

Тема 4. Основные МЭУ: ЗУ, линии задержки, процессоры сигналов, логические элементы. Достоинства МЭУ. Недостатки МЭУ.

**Тема 5.** Диэлектрические среды: пьезоэлектрики, пироэлектрики, сегнетоэлектрики, сегнетомагнетики. Электрические домены, фазоны, флуктоны. Явления в слоистых структурах на основе диэлектрических, металлических и полупроводниковых сред. Механизмы переноса носителей заряда в пленочных системах. Токи через тонкие диэлектрические пленки, надбарьерная эмиссия, туннелирование; токи, ограниченные пространственным зарядом. Устройства диэлектрической электроники: элементы памяти, процессоры, диэлектрические диоды и транзисторы.

### **Темы практических и семинарских занятий**

#### **Модуль 1. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОПТОЭЛЕКТРОНИКА и АКУСТОЭЛЕКТРОНИКА.**

Тема 1. Явления взаимодействия динамических неоднородностей оптической природы с электромагнитными полями в континуальной среде, в том числе и активной, а также возможность создания приборов и устройств (ОЭУ) для обработки и хранения информации. Тема 2. Базовые эффекты и явления: фоторезистивный и фотовольтаический эффекты, электрооптические явления, интерференция, эффект Фарадея, Керра, голография.

Тема 3. Динамические неоднородности. Континуальные среды – пассивные и активные оптические среды. Основные ОЭУ: ЗУ, ассоциативные голографические ЗУ, оптроны, логические устройства, устройства отображения информации, Фурье-процессоры и т.д.

Тема 4. Достоинства ОЭУ. Недостатки ОЭУ.

Тема 5. Акустоэлектронные эффекты и явления в различных континуальных средах, а также возможность создания акустоэлектронных устройств (АЭУ) для обработки, передачи и хранения информации с использованием динамических неоднородностей акустической и (или) электромагнитной природы.

#### **Модуль 2. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МАГНИТОЭЛЕКТРОНИКА и ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА**

Тема 1. Магнитоупорядоченные вещества и их магнитные характеристики. Обменное взаимодействие и магнитная анизотропия.

Тема 2. Цилиндрические магнитные домены. Доменные границы. Генерация, деление, перемещение и детектирование цилиндрических магнитных доменов. Запоминающие устройства и процессоры сигналов на цилиндрических магнитных доменах.

Тема 3. Магнитоупругое взаимодействие, магнитоупругие волны. Магнитоакустические запоминающие устройства, фильтры СВЧ-сигналов.

Тема 4. Спиновые и магнитостатические волны. Функциональные устройства на магнитостатических волнах: управляемые и дисперсионные линии задержки, фазовращатели, модуляторы, генераторы сдвига частоты и шумоподобного сигнала. Взаимодействие магнитостатических волн с носителями заряда, усиление магнитостатических волн.

**Тема 5.** Диэлектрические среды: пьезоэлектрики, пироэлектрики, сегнетоэлектрики, сегнетомагнетики. Электрические домены, фазоны, флуктоны. Явления в слоистых структурах на основе диэлектрических, металлических и полупроводниковых сред. Механизмы переноса носителей заряда в пленочных системах. Токи через тонкие диэлектрические пленки, надбарьерная эмиссия, туннелирование; токи, ограниченные пространственным зарядом. Устройства диэлектрической электроники: элементы памяти, процессоры, диэлектрические диоды и транзисторы.

Самостоятельная работа: 38 час. Выполнение индивидуального расчетного задания (с применением ЭВМ). Подготовка к семинарским и практическим занятиям, промежуточному контролю. Оформление рефератов.

## **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 выбирает 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 «Функциональная электроника» 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 **Power Point**, 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.***

Зачет в конце 5 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
ОК-7 ОПК-7 ПК-2	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;</li> <li>• методы вычислительной физики и математического моделирования структур, приборов или технологических процессов микро- и нанoeлектроники;</li> <li>• основные приемы обработки и представления экспериментальных данных</li> <li>• простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования</li> <li>• эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники</li> </ul>	Устный опрос, письменный опрос, тестирование, выступление на семинарах

	различного функционального назначения	
ОК-7 ОПК-7 ПК-2	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• анализировать, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию в области современного материаловедения</li> <li>• 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</li> <li>• самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую литературу, связанную с проблемами физики конденсированного состояния вещества. <ul style="list-style-type: none"> <li>• строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования.</li> </ul> </li> </ul>	Письменный опрос, контрольные задания, проверка рефератов, выступление на семинарах
ОК-7 ОПК-7 ПК-2	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности</li> <li>• способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных</li> <li>• простейшими графическими пакетами программ.</li> <li>• (быть способным продемонстрировать) средствами компьютерной графики и графическими пакетами для автоматизации конструкторской деятельности решения задач в профессиональной деятельности</li> </ul>	Устный опрос, письменный опрос, тестирование, выступление на семинарах, студенческая конференция.

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-7

способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

Пороговый	Общее представление о проблематике, физических основах электроники, умение привлекать для их решения соответствующий математический аппарат	Имеет общее представление о проблематике физических основ электроники, знаком с физико-математическим аппаратом для решения возникающих проблем	Демонстрирует знание проблематики физических основ электроники, проявляет готовность самостоятельно находить пути их решения	Показывает знания в области физических основ электроники, умение решать типовые задачи, готовность к усвоению нового материала
Базовый	Умение выявлять естественнонаучную сущность проблем физических основ электроники, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Имеет общее представление о природе физических основ электроники, обладает навыками применения физико-математического аппарата для решения возникающих	Показывает знания в области физических основ электроники, использовать физико-математический аппарат для решения возникающих проблем	Демонстрирует умение выявлять естественнонаучную сущность проблем физических основ электроники, умение самостоятельно находить методы решения типовых задач

**ПК-2** - способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности	Ознакомлен с разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности	Демонстрирует свободное владение разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной	Показывает навыки успешного проведения научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной

			деятельности	приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.
--	--	--	--------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

### 7.3. Типовые контрольные задания

#### Тестовые задания

1. Зависимость тока стока  $I$  от одного из напряжений  $U$  при фиксированной величине второго – это:

- А) вольтамперная характеристика
- Б) выходная характеристика
- В) входная характеристика
- Г) амплитудно-частотная характеристика

2. Что является преимуществом полярных транзисторов?

- А) отсутствие наклеенного катода
- Б) наличие накаливаемого катода
- В) можно использовать в полевых условиях
- Г) чувствительность к повышению температуры

3. Коэффициент передачи тока эмиттера – это коэффициент:

- А) пропорциональности
- Б) перпендикулярности
- В) поглощения
- Г) преломления

4. В каких режимах могут работать полевые транзисторы?

- А) активном, отсечки и насыщения
- Б) пассивном и активном
- В) дырочном и пробойном
- Г) лавинном и тепловом

5. В каком режиме транзистор используется для усиления сигнала с малыми искажениями?

- А) активном
- Б) насыщения
- В) отсечки
- Г) рабочем

6. Зависимость тока коллектора при постоянном токе базы – это:

- А) выходная характеристика

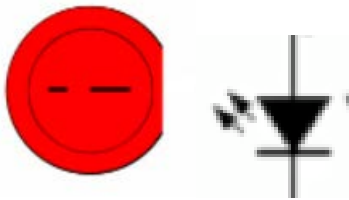
- Б) входная характеристика
  - В) вольтамперная характеристика
  - Г) амплитудно-частотная характеристика
7. Прибор, имеющий 2 взаимодействующих Pn перехода называется:
- А) полярный транзистор
  - А) стабилитрон
  - Б) усилитель
  - В) синхронизатор
  - Г) усилитель
8. Резкое изменение режима работы диода называется:
- А) пробоем
  - Б) пробелом
  - В) застоем
  - Г) перерывом
9. При повышенной температуре возрастает прочность:
- А) теплового пробоя
  - Б) лавинного пробоя
  - В) прямого пробоя
  - Г) обратного пробоя
10. Полупроводниковый диод, предназначенный для стабилизации напряжения в источниках питания – это:
- А) стабилитрон
  - Б) транзистор
  - В) усилитель
  - Г) триод
11. Какие виды пробоя лежат в основе стабилитрона?
- А) лавинный и туннельный
  - Б) тепловой и лавинный
  - В) лавинный и снеговой
  - Г) туннельный и шахтовый
12. В результате чего возникает лавинный пробой?
- А) ударной ионизации
  - Б) ударной волны
  - В) ионизации излучения
  - Г) полярной ионизации
13. Вещества, удельная электрическая проводимость которых меньше, чем у металлов и больше, чем у диэлектриков – это:
- А) полупроводники
  - Б) резисторы
  - В) транзисторы
  - Г) стабилитроны
14. Пробой, обусловленный прямым переходом электронов из валентной зоны в зону проводимости смежной области, происходящим без изменения энергии электрона:

- А) лавинный
- Б) электронный
- В) дырочный
- Г) тепловой

15. Явления, обусловленные взаимодействием свободных электронов с электромагнитным полем, называются:

- А) электронные
- Б) электрические
- В) электромагнитные
- Г) магнитные

16. Что это? Расставьте «+» и «-»



17. Вольтметр включается параллельно или последовательно участку цепи (нужное подчеркните)

18. Расставьте «+» и «-» и напишите, как найти сопротивление R?

**Последовательное соединение проводников**

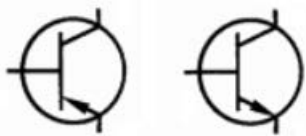
$$I_1 \quad I_2 \quad I_{\text{общ}}$$

$$U_1 \quad U_2 \quad U_{\text{общ}}$$



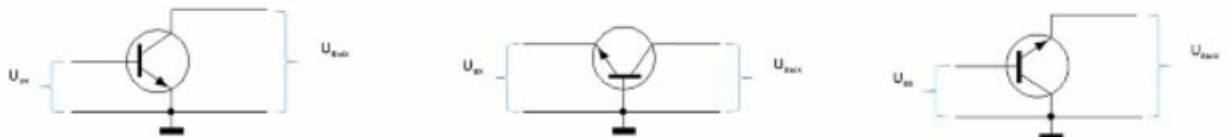
19. Какой тип транзистора (биполярный или полевой)?

Что управляет током? Надпишите где эмиттер, база, коллектор. И какой n-p-n и p-n-p. Расставьте знаки подключения «+» и «-»



В этих транзисторах  
током управляет

20. перечислите схемы включения.



### Темы рефератов

1. Физические основы и элементная база оптоэлектроники.
2. Светоизлучающие полупроводниковые приборы.
3. Полупроводниковые приемники излучения.

4. Световоды.
5. Кривоэлектроника.
6. Акустоэлектроника.
7. Магнитоэлектроника.
8. Диэлектрическая электроника.
9. Приборы на эффекте Ганна.
10. Приборы с зарядовой связью.
11. Аморфные полупроводники и приборы на их основе.
12. Органические полупроводники и возможности их применения в электронной технике.
13. Приборы на основе арсенида галлия.
14. Биоэлектроника.
15. Хемотроника.
16. Фотоумножители на микроканальных пластинах.
17. Электронно-оптические преобразователи.
18. Применение волоконно-оптических и микроканальных пластин для усиления яркости изображения.
19. Лазеры на парах металлов.
20. Эксимерные лазеры.
21. Полупроводниковые лазеры.
22. Гетеропереходы и их применение в приборах.
23. Новые приборы на основе арсенида галлия.
24. Твердотельные приборы на основе соединений элементов второй и шестой групп.
25. Твердотельные приборы на основе соединений элементов четвертой группы.
26. Жидкокристаллические системы отображения информации.
27. Физика электролюминесцентных панелей.
28. Системы отображения информации на основе полупроводниковых приборов.
29. Газоразрядные индикаторные панели в системах отображения информации.
30. Новые электронно-лучевые приборы.

### **Контрольные вопросы**

1. Испускание и поглощение излучения при взаимодействии квантовых систем и электромагнитного поля. Коэффициенты Эйнштейна и связь между ними.

2. Инверсная населенность, условия ее возникновения, усиление сигнала в инверсной среде.
3. Форма и ширина спектральных линий.
4. Общее устройство и краткое описание основных элементов лазера.
5. Способы создания инверсной населенности.
6. Условия создания инверсной населенности. Двух, трех и четырех уровневые схемы, их сравнение.
7. Оптические резонаторы.
8. Свойства лазерного излучения (монохроматичность, когерентность, направленность, мощность).
9. Оптоэлектроника. Основные определения. Принципиальные преимущества оптоэлектронных приборов и устройств. Перспективы развития оптоэлектроники.
10. Светодиоды как источники излучения для оптоэлектроники.
11. Инжекционные полупроводниковые лазеры - физические основы работы.
12. Фотоэлектронные приемники излучения - общая характеристика и сравнение приемников различного типа. Фотоприемники на основе фоторезисторов и фотодиоды. Фототранзисторы.
13. Физические основы модуляции лазерного излучения. Оптические модуляторы. Дефлекторы.
14. Оптические световоды и волоконно-оптические кабели. Устройства для ввода и вывода сигнала, оптические разъемы, разветвители, смесители.
15. Структура волоконно-оптической линии связи и краткая характеристика ее основных элементов.
16. Голография, принцип работы голографического устройства для запоминания и хранения информации.
17. Органы зрения человека, их особенности, требования к системам отображения информации с этих позиций.
18. Сравнительная характеристика основных систем отображения информации.
19. Свойства жидких кристаллов и принципы их использования для отображения информации.
20. Жидкокристаллические экраны – структура и особенности. Достоинства и недостатки жидкокристаллических экранов.

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 зачете**

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.**

### **Основная литература:**

1. Кравченко А.Ф. Физические основы функциональной электроники: Учебное пособие. - Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 2000.
2. Коваленко А. А. Основы микроэлектроники. Учебное пособие. Гриф УМО МО РФ для студентов высших учеб. Заведений. М.: Academia. 2006. 240с
3. Ефимов И.Е., Козырь И.Я. Основы микроэлектроники. Учебник для вузов. М.: Лань 2008. 384 с.
4. Щука, А.А. Функциональная электроника: учебник для вузов. – М. : МИРЭА, 2008.
5. Ефимов И.Е., Козырь И.Я., Горбунов Ю.И. Микроэлектроника. Проектирование, виды микросхем, функциональная микроэлектроника. - М.: Высшая школа, 1987.

### **Дополнительные источники:**

1. Пасынков, В.В. Материалы электронной техники / В.В. Пасынков, В.С. Сорокин. – СПб. : "Лань", 2007. – 368 с.
2. Кравченко, А.Ф. Физические основы функциональной электроники : учебное пособие. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 2000.
3. Барыбин А.А. Электроника и микроэлектроника. Физико-технологические основы. Гриф УМО ВУЗов России. М.: Физматлит. 2006. 424 с.

## **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.fepo.ru](http://www.fepo.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](http://www.biblioclub.ru) - Электронная библиотечная система «Университетская библиотека - online».

7. [www.iqlib.ru](http://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](http://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; пометать 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	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание

занятия	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. Раздаточный материал для изучения лекционного материала (схемы и рисунки по изучаемому материалу); теоретический учебный материал в электронном виде; электронные и печатные каталоги продукции и компьютерные презентации фирм-производителей МЭУ; программное обеспечение в соответствии с содержанием 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 наноэлектроника**», 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.