



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Физический факультет**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **Элементная база микро- и наноэлектроники**

Кафедра экспериментальной физики физического факультета  
Базовая междисциплинарная кафедра ДГУ  
«Инновационные промышленные технологии»

Образовательная программа

**11.04.04 Электроника и наноэлектроника**

Модуль

**Проектирование и технология печатных плат**

Уровень высшего образования  
магистратура

Форма обучения  
**очная**

Статус дисциплины: *вариативная*

**Махачкала, 2015**

Рабочая программа дисциплины по направлению подготовки 11.04.04-Электроника и наноэлектроника (уровень: магистратуры) составлена в соответствии с учебным планом по дополнительному учебному модулю (ДУМ) «Проектирование и технология печатных плат», реализуемому в рамках проекта «Подготовка высококвалифицированных кадров в области проектирования и разработки технологических процессов автоматизированных средств специального назначения», утвержденного приказом Минобрнауки России от 25.11.2015г. №1370.


Разработчик(и): кафедра экспериментальной физики  
Садыков Садык Абдулмуталибович, д.ф.м.н., проф.

Рабочая программа одобрена:

на заседании кафедры ЭФ от « 20 » октября 2015 г., протокол № 3

Зав. кафедрой  Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от « 22 » октября 2015г., протокол № 2.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована:

с учебно-методическим управлением « 30 » октября 2015г.

Нач. управления  Гасангаджиева А.Г.

с ОАО «Завод Дагдизель» « 30 » октября 2015г.

Зам. директора по техническим вопросам  Халимбеков М.А.

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Элементная база микро- и наноэлектроники» входит в *вариативную* часть дополнительной образовательной программы подготовки высококвалифицированных специалистов по заказу ОАО «Завод Дагдизель» по направлению 11.04.04. «Электроника и наноэлектроника», модуль «Проектирование и технология печатных плат».

Дисциплина реализуется на физическом факультете и на ОАО «Завод Дагдизель» кафедрами экспериментальной физики и базовой междисциплинарной кафедрой ДГУ «Инновационные промышленные технологии».

Содержание дисциплины направлено на освоение физических основ элементной базы современной микро- и наноэлектроники, изучению физических принципов работы, параметров и характеристик приборов твердотельной микро- и наноэлектроники.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных (ОПК-1 – ОПК-5), профессиональных - проектно-технологическая деятельность (ПК-1щ - ПК-14)).

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

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение промежуточного контроля успеваемости в форме *рефератов и контрольных работ* и итогового контроля в форме - *зачета и экзамена.*

Объем дисциплины 3 зачетные единицы, 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		
10	104	18	6	12			68	Зачет, экзамен

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Элементная база микро- и наноэлектроники» являются: формирование систематических знаний о явлениях и процессах в полупроводниках, использующихся при разработке приборов твердотельной электроники; формирование представлений о достаточно сложных процессах в различного рода контактах, являющихся основой практически всех приборов современной микроэлектроники; ознакомление студентов с физическими процессами, происходящими в различных твердотельных приборах дискретного и интегрального исполнения.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Элементная база микро- и наноэлектроники» входит в дополнительную образовательную программу для целевой подготовки специалистов для ОПК по направлению (специальности) 11.04.04. «Электроника и наноэлектроника».

Дисциплина базируется на предварительном изучении следующих дисциплин: Физика полупроводников, Физические основы электроники, материалы и компоненты электроники», Технология материалов электронной техники.

## 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)
<b>общепрофессиональные компетенции</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (ОПК-1);</li> <li>– способностью демонстрировать навыки работы в коллективе, порождать новые идеи (креативность) (ОПК-3);</li> <li>– способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фундаментальные физические закономерности, определяющие свойства полупроводников</li> <li>- физические процессы в различных контактных системах, являющихся основой твердотельной микроэлектроники</li> <li>- физические основы твердотельной и микро- и наноэлектроники</li> <li>- принципы работы основных приборов – диодов, биполярных и полевых транзисторов, тиристоров, СВЧ-диодов, их параметры и их конструктивные особенности дискретного и интегрального исполнения.</li> </ul> <hr/> <p><b>Уметь:</b></p>

	<p>(ОПК-4);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы (ОПК-5).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Анализировать, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию в области физики и технологии полупроводниковых приборов</li> <li>- проводить оценочные расчеты физических характеристик полупроводниковых материалов; применять полученные знания при теоретическом анализе и компьютерном моделировании устройств микроэлектроники.</li> <li>- организовать работы коллектива исполнителей, принятие исполнительских решений в условиях спектра мнений.</li> </ul> <hr/> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Методами метрологического обеспечения технологических процессов, выбора методов и средств контроля качества материалов и выпускаемой продукции, их сертификация.</li> </ul>
<p><i>проектно-технологическая деятельность</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– способностью разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники (ПК-10);</li> <li>– способностью проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства (ПК-11);</li> <li>– способностью разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные методы исследований в области физики полупроводников;</li> <li>- владеть информацией об областях применения и перспективах развития приборов и устройств твердотельной и микроэлектроники;</li> <li>- методами экспериментальных исследований параметров и характеристик приборов твердотельной электроники;</li> <li>- информацией об областях применения и перспективах развития приборов</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации.</li> <li>- Использовать технологии производства двухслойных и многослойных печатных плат.</li> <li>- осуществлять выбор</li> </ul>

	<p>системы электронной техники (ПК-12);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- готовностью обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов (ПК-13);</li> <li>- готовностью осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства (ПК-14);</li> </ul>	<p>технологического оборудования и используемых материалов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать и синтезировать технологические процессы и реализующие их технологические системы;</li> <li>- оптимизировать структуру и параметры технологических процессов;</li> <li>- применять автоматизированные системы управления технологическими процессами для повышения эффективности производства.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Навыками разработки и оформление проектной и рабочей технической документации технологического процесса производства печатных плат, контроля соответствия технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, применения современных инструментальных средств при разработке технологического цикла.</li> </ul>
--	---	--

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

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы **104** академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

№ 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)
---------	------------------------------	---------	-----------------	---	---------------------------	---

п				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самостоятел. раб.	Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
1	Введение. Физические процессы в р-п-переходе	9		2	2		4	(ДЗ), (С)
2	р-п-диод. Биполярный транзистор.	9		2	2		6	(ДЗ), (С)
3	Тиристор. Запираемый тиристор. Программируемый тиристор.	9		2	2		6	(ДЗ), (С)
4	Тетродный тиристор. Пороговый тиристор. Фототиристор.	9		2	2		8	(ДЗ), (С)
5	Схемы управления тиристорами.	9		2	2		6	(ДЗ), (С)
	<b>Итого</b>			<b>10</b>	<b>6</b>		<b>32</b>	
3	Схемы управления тиристорами.	10		2	2		10	(ДЗ), (С)
4	Динистор. Симистор.	10		2	2		8	(ДЗ), (С)
5	МОП транзистор. Биполярный транзистор с изолированным затвором.	10		2	2		8	(ЛР), (ДЗ), (С), (КСР)

6	Переключающие схемы.	10		2	4			10	(ДЗ), (С), (КСР)
	<b>Итого:</b>			<b>8</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		<b>36</b>	
	<b>ИТОГО: 104</b>			<b>18</b>	<b>12</b>	<b>6</b>		<b>68</b>	

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

1. Введение. Собственный и примесный полупроводник. Физические процессы в р-п-переходе. Обедненный слой.
2. Силовые полупроводниковые приборы. р-п- диод. Биполярный транзистор. Ключевой режим биполярного транзистора. Параллельное включение транзисторов. Предельные режимы биполярного транзистора.
3. Тиристор. Запираемый тиристор. Программируемый тиристор. Тетродный тиристор. Пороговый тиристор. Фототиристор. Схемы управления тиристорами. Двух транзисторный аналог тиристора. Обрато смещенный тиристор. Различия между тиристором и транзистором. Определение параметров тиристоров. Методы защиты схем на тиристорах. Параллельная и последовательная работа тиристоров.
4. Динистор. Симистор.
5. Схемы управления тиристорами. Резистивная схема управления. Резистивно-емкостная схема управления. Схема управления с одноперехордным транзистором.
6. МОП транзистор. Мощные полевые транзисторы. Использование МОП транзисторов в изделиях силовой электроники. Преимущества и недостатки МОП транзисторов. Структура, принцип действия и схемы включения МДП-транзистора. Транзисторы с индуцированным и со встроенным каналом. Переходные процессы в МДП-транзисторе при работе в качестве электронного ключа. Конструктивно-технологические разновидности транзисторов. Эффекты короткого канала в МДП-транзисторах. Зависимость порогового напряжения от длины канала и напряжения на стоке.
7. Биполярный транзистор с изолированным затвором. Основные характеристики, перспективы использования в изделиях силовой электроники. Частотные параметры транзистора. Работа транзистора с нагрузкой. Нагрузочная характеристика. Активный режим работы. Ключевой режим работы транзистора. Работа транзистора на импульсах. Переходные процессы в транзисторе.
8. Переключающие схемы. Полевой транзистор в режиме переключения. Параллельное включение транзисторов.



#### **4.3.1. Темы практических занятий**

1. Силовые полупроводниковые диоды.
2. Тиристоры. Схемы управления тиристорами. Двух транзисторный аналог тиристора. Различия между тиристором и транзистором. Определение параметров тиристоров. Методы защиты схем на тиристорах.
3. Пороговый тиристор.
4. Фототиристор.
5. Обратно смещенный тиристор.
6. Полностью управляемые GTO тиристоры.
7. Динистор. Симистор.
8. Биполярные транзисторы.
9. Полевые MOSFET транзисторы.
10. Полевой транзистор в режиме переключения
11. Биполярные IGBT транзисторы.
12. Интегрально-модульные конструкции.
13. Предельные режимы работы транзисторов.
14. Переключающие схемы.

#### **4.3.2. Темы самостоятельной работы**

1. Силовые полупроводниковые диоды.
2. Тиристоры.
3. Полностью управляемые GTO тиристоры.
4. Динистор. Симистор.
5. Биполярные транзисторы.
6. Полевые MOSFET транзисторы.
7. Биполярные IGBT транзисторы.
8. Интегрально-модульные конструкции.
9. Предельные режимы работы транзисторов.
10. Переключающие схемы.

### **5. Образовательные технологии**

Технология процесса обучения по модулю «Проектирование и технология печатных плат» включает в себя следующие образовательные мероприятия:

- аудиторные занятия (лекционно-семинарская форма обучения);
- самостоятельная работа студентов;
- лабораторные работы;
- контрольные мероприятия в процессе обучения и по его окончанию.

Реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий и организации внеаудиторной работы. В учебный

процесс будут внедрены современные образовательные технологии, такие как: дискуссия, метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм, проблемное обучение, обучение на основе опыта, индивидуальное обучение, междисциплинарное обучение, опережающая самостоятельная работа, технология кейс-метода, технология «Three-learning» и другие. Основные аспекты применяемой технологии проблемного обучения:

- постановка проблемных задач отвечает целям освоения дисциплин модуля «Проектирование и технология печатных плат» и формирует необходимые компетенции;
- решаемые проблемные задачи стимулируют познавательную деятельность магистров.

Образовательные технологии будут реализованы, как правило, с применением компьютерных и технических средств, учебного, научного и производственного оборудования, с физическим моделированием и проведением экспериментов.

Преподаватели самостоятельно выбирают наиболее подходящие методы и формы проведения занятий из числа рекомендованных и согласуют выбор с кафедрой. Для достижения объявленных по учебному модулю компетенций могут быть использованы следующие формы организации учебного процесса: лекция, мастер-класс, лабораторная работа, практическое занятие, семинар, самостоятельная, консультация, производственная практика, НИР – исследовательская деятельность студентов.

Аудиторные занятия будут проводиться в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор) и технологии проблемного обучения. Презентации позволяют качественно иллюстрировать практические занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками. Кроме того, презентации позволяют четко структурировать материал занятия. Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала.

Допускаются комбинированные формы проведения занятий:

- лекционно-практические занятия;
- лекционно-лабораторные занятия;
- лабораторно-курсовые проекты и работы.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

Самостоятельная работа будет организована в соответствие 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.

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

Фонды оценочных средств (контрольные вопросы и типовые задания для практических занятий, 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 дополнительного образовательного модуля, а также для проведения практик представлены в Положении «О модульно-рейтинговой системе обучения студентов Дагестанского государственного университета», утвержденном ученым Советом Даггосуниверситета.

**Активность на практических занятиях** оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссии по предложенной проблематике;
- интенсивность консультаций с преподавателем по выполнению домашней работы.

Самостоятельная работа оценивается по следующим критериям:

- соблюдение структуры работы согласно заданию;
- правильность построения и анализа профилей поверхности образца;
- способность аргументировано объяснять на защите работы её выполнение.

### 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-3 ОПК-4 ОПК-5	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- фундаментальные физические закономерности, определяющие свойства полупроводников</li><li>- физические процессы в различных контактных системах, являющихся основой твердотельной микроэлектроники</li><li>- физические основы твердотельной и</li></ul>	Устный опрос

ПК-1 - ПК-14	<p>микро- и нанoeлектроники</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы работы основных приборов – диодов, биполярных и полевых транзисторов, тиристоров, СВЧ-диодов, их параметры и их конструктивные особенности дискретного и интегрального исполнения.</li> </ul> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные методы исследований в области физики полупроводников;</li> <li>- владеть информацией об областях применения и перспективах развития приборов и устройств твердотельной и микроэлектроники;</li> <li>- методами экспериментальных исследований параметров и характеристик приборов твердотельной электроники;</li> <li>- информацией об областях применения и перспективах развития приборов</li> </ul>	Устный опрос
ОПК-1 ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Анализировать, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию в области физики и технологии полупроводниковых приборов</li> <li>- проводить оценочные расчеты физических характеристик полупроводниковых материалов; применять полученные знания при теоретическом анализе и компьютерном моделировании устройств микроэлектроники.</li> <li>- организовать работы коллектива исполнителей, принятие исполнительских решений в условиях спектра мнений.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p>	Устный опрос
ПК-10 - ПК-14	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации.</li> <li>- Использовать технологии производства двухслойных и многослойных печатных плат.</li> <li>- осуществлять выбор технологического</li> </ul>	Устный опрос

	<p>оборудования и используемых материалов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать и синтезировать технологические процессы и реализующие их технологические системы;</li> <li>- оптимизировать структуру и параметры технологических процессов;</li> <li>- применять автоматизированные системы управления технологическими процессами для повышения эффективности производства</li> </ul>	
<p>ОПК-1 ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5</p> <p>ПК-10 - ПК-14</p>	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Методами метрологического обеспечения технологических процессов, выбора методов и средств контроля качества материалов и выпускаемой продукции, их сертификация.</li> <li>- Методами оценки экономической эффективности принимаемых решений, их патентной чистоты, маркетинга.</li> </ul>	Устный опрос

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

Схема оценки уровня формирования компетенции

**ОПК-1** - способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о современных тенденциях развития электроники и микроэлектроники	Знаком с современными тенденциями развития электроники и микроэлектроники	Показывает знания современных тенденций развития электроники и микроэлектроник, понимает основные проблемы в	Демонстрирует знания современных тенденций развития электроники и микроэлектроник и показывает готовность к углубленному

			данной области	анализу проблем в данной области
--	--	--	----------------	----------------------------------

**ОПК-4** - способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знание современного состояния сильноточной электроники, теоритические и экспериментальные работы в профильной области, современные методы исследований	Знаком с современным состоянием сильноточной электроники, теоритическими и экспериментальными работами в профильной области, современными методами исследований	Показывает знания современного состояния сильноточной электроники и микроэлектроник и , теоритических и экспериментальных работ в профильной области, современных методов исследований	Демонстрирует умение самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в области электроники и микроэлектроник и

**ОПК-5** - готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знание требований к оформлению результатов выполненной работы, методов обработки и представления результатов измерений	Знаком с требованиями оформления результатов выполненной работы, методами обработки и представления результатов измерений	Показывает знания требований к оформлению результатов выполненной работы, методов обработки и представления результатов измерений	Демонстрирует умение выполнять требования при оформлении результатов выполненной работы, применять методы обработки и представления результатов

				измерений
--	--	--	--	-----------

**ОПК-5** - готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знание требований к оформлению результатов выполненной работы, методов обработки и представления результатов измерений	Знаком с требованиями оформления результатов выполненной работы, методами обработки и представления результатов измерений	Показывает знания требований к оформлению результатов выполненной работы, методов обработки и представления результатов измерений	Демонстрирует умение выполнять требования при оформлении результатов выполненной работы, применять методы обработки и представления результатов измерений

**ПК-10** - способностью разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Умение разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	Участвует в анализе состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	Демонстрирует умение технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	Способен самостоятельно разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники

**ПК-11** - способностью проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Умение проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства	Участвует в проектировании технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства	Демонстрирует умение проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства	Способен самостоятельно проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства

**ПК-12** - способностью разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Умение разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники	Знаком с методами подготовки проектно-технологической документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями	Демонстрирует умение разрабатывать проектно-технологическую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями	Способен самостоятельно разрабатывать проектно-технологическую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями

**ПК-13** - готовностью обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов



Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Умение обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов	Знаком с методами обеспечения технологичности изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценки экономической эффективности технологических процессов	Демонстрирует умение технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов	Способен самостоятельно технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов

**ПК-14** - готовностью осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Умение осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства	Знаком с методами обеспечения авторского сопровождения разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства	Демонстрирует умение осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства	Способен самостоятельно осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства

### 7.3. Типовые контрольные задания

1. Инжекция и экстракция неосновных носителей заряда, граничные условия для  $p-n$ -перехода в условиях низкого уровня инжекции.
2. ВАХ тонкого  $p-n$ -перехода с учетом сопротивления базы.
3. Вольт-фарадная характеристика  $p-n$ -перехода.

4. Влияние температуры на ВАХ тонкого  $p-n$ -перехода.
5. Эстафета передачи тока в  $p-n$ -переходе при прямом и обратном смещении.
6. Пробой  $p-n$ -перехода.
7. Диффузионная емкость  $p-n$ -перехода.
8. Силовые выпрямительные диоды и их основные параметры.
9. Стабилитроны и стабилитроны. Их основные параметры.
10. Конструкция и принцип действия биполярного транзистора (усилительный режим), включенного по схеме с ОБ.
11. Основные режимы работы биполярного транзистора.
12. Усиление тока транзистором, включенным по схеме с ОЭ.
13. Коэффициент передачи тока транзистора, включенного по схеме с ОБ.
14. Коэффициент передачи тока транзистора, включенного по схеме с ОЭ.
15. Статические характеристики биполярного транзистора.
16.  $h$  –параметры транзистора; их физический смысл и схемы их измерения.
17. Низкочастотный коэффициент передачи тока  $h_{21e}$ .
18. Коэффициент передачи тока  $h_{21e}$  на высокой частоте. Частотная зависимость коэффициента  $h_{21e}$ .
19. Предельные режимы работы биполярного транзистора.
20. Режим насыщения транзистора и его основные параметры в этом режиме. Схема транзисторного ключа.
21. Конструктивные особенности мощных транзисторов.
22. Принцип действия полевого транзистора с управляющим  $p-n$ -переходом. Сравнение с биполярным транзистором.
23. Выходные статические характеристики транзистора с управляющим  $p-n$ -переходом, включенного по схеме с ОИ.
24. Биполярные IGBT транзисторы.
25. Основные параметры полевого транзистора с управляющим  $p-n$ -переходом.
26. Полевые транзисторы с барьером Шоттки.
27. МДП-транзисторы; их разновидности; конструкция.
28. Пороговое напряжение МДП-транзистора.
29. Сток-затворная характеристика полевого транзистора с управляющим  $p-n$ -переходом.
30. Сток-затворные характеристики МДП-транзисторов.
31. Конструкция и принцип действия тиристора; назначение тиристора.
32. Способы управления коэффициентами передачи тока транзисторных структур в тиристоре.
33. Эффект Ганна, диоды Ганна.
34. Туннельные диоды
35. Понятие об интегральной электронике
36. Лавинно-пролетные диоды.
37. Тиристоры.
38. Полностью управляемые GTO тиристоры.
39. Динистор.
40. Симистор.

#### **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 - 15 баллов,
- выполнение лабораторных заданий – 25 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 10 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

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

#### **41. Критерии оценок на 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.**

### **Основная**

1. Лысенко А.П.. Физические процессы в р-п-переходе. М. МИЭМ, 2009
2. Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы. СПб.: Лань, 2003.
3. Лачин В.И., Савелов Н.С. Электроника: учебное пособие. – Ростов н/Д.: Феникс, 2007. – 703 с.
4. Г.С. Зиновьев. Силовая электроника. М.: Юрайт, 2012.

### **Дополнительная**

5. К. Галле. Как проектировать электронные схемы. М.: ДМК Пресс, 2009.
6. Б.Ю. Семенов. Силовая электроника: от простого к сложному. М.: Солон-Пресс, 2005.
7. П. Воронин. Силовые полупроводниковые ключи. Семейства, характеристики, применение. Издательство: ДМК-Пресс, 2015.
8. Журнал «Практическая силовая электроника». Издатель ЗАО «ММП-Ирбис».
9. Журнал «Силовая электроника». Издательство "Файнстрит"

## **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. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
4. [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) - Электронная библиотечная система «Университетская библиотека - online».
5. [www.iqlib.ru](http://www.iqlib.ru) - Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия

6. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).

#### **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.

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.

#### **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 11.04.04 «**Электроника и нанoeлектроника**», позволяет готовить магистров, 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». Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным проекционным оборудованием и интерактивной доской.

В учебном процессе и проведении производственной практики будет использована материально-техническая база базовой междисциплинарной кафедры ДГУ при ОАО «Завод Дагдизель».