



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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ**  
**КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ.**

Кафедра экспериментальной физики

Образовательная программа  
**11.04.04- Электроника и нанoeлектроника**

Профили подготовки:  
**Микроэлектроника и твердотельная электроника**

Уровень высшего образования:  
**Магистратура**

Форма обучения:  
**Очная**

Статус дисциплины:  
**Базовая**

Махачкала 2015


Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04- Электроника и нанoeлектроника, профиль подготовки: физика полупроводников и диэлектриков (уровень: магистратуры) – Приказ Минобрнауки России от 30.10.2014 № 1407.

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

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры экспериментальной физики от «25» ноября 2015г., протокол № 4

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от « 27» ноября 2015г., протокол № 3.

Председатель \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением

«3» декабря 2015г. \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Гасангаджиева А.Г.

### **Аннотация рабочей программы дисциплины**

Дисциплина «Проектирование и технология электронной компонентной базы» входит в базовую, часть образовательной программы магистратуры по

направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника. Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой экспериментальной физики. Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с современным состоянием и перспективами развития интегральной техники и технологий, с расчетом, топологией и проектированием ИМС и ГИС.

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); способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК-7);

**профессиональных:** способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы (ПК-6);

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические 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 зачета.

Объем дисциплины **1** зачетная единица, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Семестр	Учебные занятия						СРС, в том числе зачет	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			
1	33	10		20		1	2	зачет

## 1. Цели освоения дисциплины

**Цель изучения дисциплины** «Проектирование и технология электронной компонентной базы» - дать базовые знания по проектированию

и технологии изготовления полупроводниковых интегральных микросхем, расчету и топологии пассивных элементов, общим вопросам проектирования ГИС и БГИС,

**Задачами дисциплины** является изучение основ конструирования и расчета параметров элементов ИМС; разработки топологии ИМС и ГИС, расчета конструкций элементов тонкопленочных и толстопленочных ГИС; автоматизации проектирования ИМС; технология производства полупроводниковых, тонкопленочных и гибридных ИМС.

Основные разделы программы курса: проектирование полупроводниковых интегральных микросхем (ИМС, ИС), проектирование гибридных интегральных схем (ГИС), специальные вопросы конструирования ИМС, системы автоматического проектирования электронной компонентной базы, технология производства полупроводниковых, тонкопленочных и гибридных ИМС.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры.**

Дисциплина «Проектирование и технология электронной компонентной базы» в структуре ООП ВПО находится в цикле профессиональных дисциплин (базовая часть). Для освоения дисциплины «Проектирование и технология электронной компонентной базы» требуются знания и умения, приобретенные обучающимися в результате освоения ряда предшествующих дисциплин (разделов дисциплин), таких как:

- Физические основы электроники.
- Теоретические основы электротехники.
- Электроника и схемотехника.
- Компьютерные технологии в науке и образовании

По разделам «Физические основы электроники» и «Электроника и схемотехника» студент должен иметь основополагающие представления о реальных физических процессах и явлениях происходящих в проводниках, полупроводниках и диэлектриках; проектирования дискретной электронной компонентной базы; иметь знания по основам схемотехники.

По разделу «Теоретические основы электротехники» студент должен уметь решать задачи по расчету электрических цепей; владеть фундаментальными понятиями и законами теории электромагнитного поля.

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Контактные явления в полупроводниках.

Методы исследования материалов и структур электроники.

**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	способностью к самоорганизации и самообразованию	<p><b>Знать:</b></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 результатов и способы оценки результатов обучения*;</li> <li>• виды, формы контроля успеваемости в вузе</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></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><b>Владеть:</b></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 результаториентированных планов-графиков выполнения различных видов учебной, научно-исследовательской и внеучебной работы; способами самоконтроля, самоанализа, демонстрировать стремление к самосовершенствованию, познавательную активность.</li> </ul>

<p>ОПК-1</p> <p>ОПК-2</p>	<p>способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;</p> <p>способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат</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> </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 измерительных приборов и приемов.</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>
<p>ОПК-7</p>	<p>способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• современный уровень развития электроники;</li> <li>• технические характеристики и области использования измерительной и вычислительной техники;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• пользоваться измерительной и</li> </ul>

ПК-6	профессиональной деятельности	и	<p>вычислительной техникой в своей профессиональной деятельности.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>пользоваться современными достижениями электроники, измерительной и вычислительной техники при проектировании электронной компонентной базы.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>методами системного анализа влияния инноваций на процесс проектирования.</li> </ul> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>методы расчета конструкций элементов интегральных схем;</li> <li>конструктивные ограничения при проектировании ИС;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>разрабатывать технические условия на проектирование электронной компонентной базы;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>методами и приемами разработки топологии тонкопленочных и толстопленочных ГИС.</li> </ul>
	способностью разрабатывать проектную техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы		

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

4.1. Объем дисциплины составляет **1** зачетную единицу, **33** 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	Лабораторны е занятия	Контроль самост. раб.		
	Модуль 1. <i>Проектирование ИМС</i>								
1	Исходные данные и порядок проектирования	1		1	2			6	(ДЗ), (С), (РС)

	микросхем.								
2	Элементы полупроводниковых ИМС	1		2	4			7	(ДЗ), (С), (РС)
3	Конструирование и расчет параметров элементов ИМС	1		2	4			7	(ДЗ), (С), (РС)
4	Разработка топологии ИМС	1		1	2			4	(ДЗ), (С), (РС)
	<i>Итого по модулю 1:</i>			6	12			24	
	<b>Модуль 2. Технология ИМС</b>								
1	Основы планарной технологии	1		1	2			4	(ДЗ), (С), (РС)
2	Технологический процесс изготовления полупроводниковых ИС	1		2	4			7	(ДЗ), (С), (РС)
3	Технологический процесс изготовления тонкоплёночных и гибридных ИС	1		1	2			5	(ДЗ), (С), (РС)
	<i>Итого по модулю 2:</i>			4	8			16	
	<b>ИТОГО:</b>			10	20			40	

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

##### **Модуль 1. Проектирование ИМС**

##### **Тема 1. Исходные данные и порядок для проектирования микросхем.**

Схема устройства (принципиальная или блок-схема). Технологические нормы производственного процесса.

Порядок проектирования - проектирование элементов, проектирование функциональных узлов, проектирование функциональных блоков, проектирование IP-блоков, проектирование системы на кристалле.

##### **Тема 2. Элементы полупроводниковых ИМС.**

Элементы полупроводниковых ИМС на биполярных транзисторах. Транзисторы типа *n-p-n* (транзисторы с тонкой базой, многоэмиттерные транзисторы, многоколлекторные транзисторы). Транзисторы типа *p-n-p* (горизонтальные транзисторы типа *p-n-p*, вертикальные транзисторы типа *p-n-p*). Составные транзисторы. Интегральные диоды. Интегральные резисторы



(диффузионные резисторы, пинч-резисторы, эпитаксиальные резисторы, эпитаксиальные пинч-резисторы, ионно-легированные резисторы, тонкопленочные резисторы). Интегральные конденсаторы. Соединения и контактные площадки. Элементы полупроводниковых ИМС на униполярных транзисторах.

### **Тема 3. Конструирование и расчет параметров элементов ИМС.**

Конструирование и расчет параметров резисторов. Конструирование и расчет параметров конденсаторов.

Конструирование и выбор структуры интегральных транзисторов.

Конструирование и выбор структуры диодов ИМС.

### **Тема 4. Разработка топологии ИМС.**

Конструктивно-технологические ограничения при разработке топологии ИМС на биполярных транзисторах. Правила проектирования топологии полупроводниковой ИМС (правила проектирования изолированных областей, правила размещения элементов ИМС на площади кристалла, рекомендации по разработке эскиза топологии, проверка правильности разработки топологии ИМС).

Разработка документации на комплект фотошаблонов для производства ИМС.

Подложки тонкопленочных ГИС. Материалы элементов тонкопленочных ГИС. Методы формирования конфигураций элементов. Компоненты ГИС. Конструктивные и технологические ограничения при проектировании тонкопленочных ГИС. Расчет конструкций элементов и разработка топологии тонкопленочных ГИС.

## ***Модуль 2. Технология ИМС.***

### **Тема 1. Основы планарной технологии.**

Структура приборов и основные процессы планарной технологии. Особенности и преимущества планарной технологии. Обработка кремниевых подложек. Легирование кремния. Эпитаксиальное наращивание слоев кремния. Получение тонких пленок. Фотолитография.

### **Тема 2. Технологический процесс изготовления полупроводниковых ИС.**

Методы изоляции элементов. Типовые технологические процессы изготовления полупроводниковых интегральных микросхем.

### **Тема 3. Технологические процессы изготовления тонкопленочных и гибридных интегральных микросхем.**

Материалы подложек. Материалы пленок в тонкопленочных интегральных микросхемах. Получение рисунков в тонких пленках.

Типовые технологические процессы изготовления тонкопленочных и толстопленочных интегральных микросхем.

### Темы практических и семинарских занятий

Раздел	Темы практических (семинарских) занятий
<b>Модуль 1. Тема 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Объекты процесса проектирования ИМС по принципу от простого к сложному.</li> <li>- Исходные данные к проектированию.</li> <li>- Порядок проектирования.</li> <li>- Работа с лекционным материалом.</li> <li>- Требования к библиотекам.</li> <li>- Уровни проектирования.</li> <li>- Работа с лекционным материалом.</li> </ul>
<b>Тема 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Элементы полупроводниковых ИМС на биполярных транзисторах.</li> <li>- Элементы полупроводниковых ИМС на униполярных транзисторах.</li> <li>- Изоляция с помощью <i>p-n</i>-переходов.</li> <li>- Изоляция диэлектриком.</li> <li>- Комбинированная изоляция.</li> <li>- Работа с лекционным материалом.</li> </ul>
<b>Тема 3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Конструирование и расчет параметров резисторов.</li> <li>- Конструирование и расчет параметров конденсаторов.</li> <li>- Конструирование и выбор структуры интегральных транзисторов.</li> <li>- Конструирование и выбор структуры диодов ИМС.</li> <li>- Работа с лекционным материалом.</li> </ul>
<b>Тема 4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Подложки тонкопленочных ГИС.</li> <li>- Материалы элементов тонкопленочных ГИС.</li> <li>- Методы формирования конфигураций элементов.</li> <li>- Компоненты ГИС.</li> <li>- Конструктивный расчет элементов и разработка топологии</li> </ul>
<b>Модуль 2. Тема 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Структура приборов и основные процессы планарной технологии.</li> <li>- Особенности и преимущества планарной технологии.</li> <li>- Обработка кремниевых подложек.</li> <li>- Легирование кремния.</li> <li>- Эпитаксиальное наращивание слоев кремния.</li> <li>- Получение тонких пленок.</li> <li>- Фотолитография.</li> </ul>

<b>Тема 2</b>	- Методы изоляции элементов. - Типовые технологические процессы изготовления полупроводниковых интегральных микросхем.
<b>Тема 3</b>	- Материалы подложек. - Материалы пленок в тонкопленочных интегральных микросхемах. - Получение рисунков в тонких пленках. - Типовые технологические процессы изготовления тонкопленочных и толстопленочных интегральных микросхем.

## **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 компетентностного 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 «Основы проектирования электронной компонентной базы» 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 1 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 ОПК-7 ПК-6	<p>Знать:</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 расчета конструкций элементов интегральных схем;</li> <li>• конструктивные ограничения при проектировании ИС;</li> </ul>	Устный опрос, письменный опрос, тестирование, выступление на семинарах
ОПК-1, ОПК-2,	Уметь:	Письменный

ОПК-7, ПК-6	<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>• пользоваться измерительной и вычислительной техникой в своей профессиональной деятельности.</li> <li>• пользоваться современными достижениями электроники, измерительной и вычислительной техники при проектировании электронной компонентной базы.</li> <li>• разрабатывать технические условия на проектирование электронной компонентной базы;</li> </ul>	опрос, контрольные задания, проверка рефератов, выступление на семинарах
ОПК-1, ОПК-2, ОПК-7, ПК-6	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности.</li> <li>• методами системного анализа влияния инноваций на процесс проектирования.</li> <li>• методами и приемами разработки топологии тонкопленочных и толстопленочных ГИС.</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** - способностью к самоорганизации и самообразованию

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

Пороговый	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	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, использовать в образовательном процессе разнообразные ресурсы
-----------	--	--	---	---

**ОПК-1** - способностью 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	Общее представление о современном состоянии и мировых тенденциях развития микроэлектроники и умение на этой основе грамотно представить научную картину мира	Имеет общее представление о современном состоянии и мировых тенденциях развития микроэлектроники	Демонстрирует знание современного состояния и мировых тенденциях развития микроэлектроники	Показывает знания современного состоянии и мировых тенденциях развития микроэлектроники, грамотно представляет научную картину мира

**ОПК-2** - способностью 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 проблематике, основных закономерностях формирования и развития микроэлектроники.	Имеет общее представление о проблематике, физических закономерностях формирования и развития микроэлектроники	Демонстрирует знание проблематики, знает основные закономерности проектирования ЭКБ.	Показывает знания в области проектирования ЭКБ, умение решать типовые задачи, готовность к усвоению нового материала

**ПК-6** - способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о проектной и технической документации в области проектирования полупроводниковых и интегральных микросхем.	Имеет общее представление о проектной и технической документации по законченным конструкторским работам проектирования ИМС и ГИМС.	Демонстрирует знание методов анализа, систематизации, обобщения проектно-технической документации по законченным конструкторским работам проектирова-	Демонстрирует способности разработки проектной и технической документации и, может оформлять законченные проектно-конструкторские работы по

			ния ИМС и ГИМС.	проектированию интегральных полупроводниковых и гибридных микросхем.
--	--	--	-----------------	--

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. Общая классификация и краткая характеристика микросхем.
2. Основные процессы планарной технологии.
3. Конструирование и расчет параметров элементов ИМС.
4. Порядок расчета конструктивных и электрических параметров элементов ИМС.
5. Подложки тонкопленочных ГИС.
6. Компоненты ГИС.
7. Расчет конструкций элементов тонкопленочных ГИС.
8. Разработка топологии тонкопленочных ГИС.
9. Обеспечение тепловых режимов работы ИМС.
10. Структура приборов и основные процессы планарной технологии.
11. Особенности и преимущества планарной технологии.
12. Механическая обработка кремния.
13. Травление кремния.
14. Легирование кремния.
15. Эпитаксиальное наращивание слоев кремния.
16. Получение тонких пленок.
17. Фотолитография.
18. Технологический процесс изготовления полупроводниковых ИС.
19. Технологические процессы изготовления тонкопленочных и ГИС.

#### Рекомендации к последовательности выполнения реферата.

1. Изучение проблемы по материалам, доступным в Интернете:
2. Согласовать название сообщения.
3. Написать тезисы реферата по теме.
4. Выразить, чем интересна выбранная тема в наши дни.
5. Подготовить презентацию по выбранной теме.
6. Сделать сообщение на мини-конференции.

### **Пример тестовых заданий для промежуточного контроля**

#### **Список контрольных вопросов по дисциплине**

1. Интегральная микросхема (ИМС, ИС). Элемент интегральной микросхемы. Компонент интегральной микросхемы.
2. Классификация ИС: полупроводниковые, гибридные и прочие (пленочные, вакуумные и др.).
3. Полупроводниковая интегральная микросхема.
4. Пленочная интегральная микросхема.
5. Гибридная интегральная микросхема.
6. Полупроводниковые (твердотельные) – биполярные, МОП, БИМОП.
7. Пленочные – тонкопленочные, толстопленочные.
8. Гибридные и совмещённые микросхемы.
9. Аналоговые ИС (усилители, компараторы, линейные стабилизаторы, ШИМ-контроллеры, модуляторы, демодуляторы и др.).
10. Цифровые ИС (элементарная логика, триггеры и триггерные устройства, преобразователи кодов, АЛУ, микропроцессоры и т.д.).
11. Смешанные ИС (ЦАП, АЦП, микроконтроллеры и т.д.).
12. Среднее, большое, сверхбольшое быстродействие микросхем.
13. Малые ИС (МИС), средние ИС (СИС), большие ИС (БИС) и сверхбольшие (СБИС) микросхемы.
14. Значение и роль физики полупроводников, технологии и схемотехники в проектировании ИС.
15. Составляющие процесса проектирования ИМС (элементы, логические элементы, функциональные узлы, функциональные блоки, IP-блоки (intellectual property), SoC (System-on-Chip)
16. Схема устройства (принципиальная или блок-схема). Технологические нормы производственного процесса.
17. Порядок проектирования - проектирование элементов, проектирование функциональных узлов, проектирование функциональных блоков, проектирование IP-блоков, проектирование системы на кристалле.
18. Суть и структура библиотек. Требования к библиотекам.

19. Уровни проектирования.
20. Элементы полупроводниковых ИМС на биполярных транзисторах.
21. Транзисторы типа *n-p-n* (транзисторы с тонкой базой, многоэмиттерные транзисторы, многоколлекторные транзисторы).
22. Транзисторы типа *p-n-p* (горизонтальные транзисторы типа *p-n-p*, вертикальные транзисторы типа *p-n-p*).
23. Составные транзисторы.
24. Интегральные диоды.
25. Интегральные резисторы (диффузионные резисторы, пинч-резисторы, эпитаксиальные резисторы, эпитаксиальные пинч-резисторы, ионно-легированные резисторы, тонкопленочные резисторы).
26. Интегральные конденсаторы.
27. Соединения и контактные площадки.
28. Элементы полупроводниковых ИМС на униполярных транзисторах.
29. Изоляция с помощью *p-n*-переходов.
30. Изоляция диэлектриком. Комбинированная изоляция.
31. Конструирование и расчет параметров резисторов.
32. Конструирование и расчет параметров конденсаторов.
33. Конструирование и выбор структуры интегральных транзисторов.
34. Конструирование и выбор структуры диодов ИМС.
35. Конструктивно-технологические ограничения при разработке топологии ИМС на биполярных транзисторах.
36. Правила проектирования топологии полупроводниковой ИМС (правила проектирования изолированных областей, правила размещения элементов ИМС на площади кристалла, рекомендации по разработке эскиза топологии, проверка правильности разработки топологии ИМС).
37. Разработка документации на комплект фотошаблонов для производства ИМС.
38. Подложки тонкопленочных ГИС.
39. Материалы элементов тонкопленочных ГИС.
40. Методы формирования конфигураций элементов.
41. Компоненты ГИС.
42. Конструктивные и технологические ограничения при проектировании тонкопленочных ГИС.
43. Расчет конструкций элементов и разработка топологии тонкопленочных ГИС.
44. Платы толстопленочных ГИС.
45. Пасты для толстопленочных ГИС.
46. Основные технологические операции изготовления толстопленочных ГИС.

47. Конструктивный расчет элементов и разработка топологии.
48. Технические условия на ИМС.
49. Конструктивные методы защиты от дестабилизирующих факторов.
50. Обеспечение тепловых режимов работы ИМС.
51. Обеспечение влагозащиты.
52. Структура приборов и основные процессы планарной технологии.
53. Особенности и преимущества планарной технологии.
54. Механическая обработка кремния.
55. Очистка поверхности кремния.
56. Травление кремния.
57. Легирование кремния.
58. Эпитаксиальное наращивание слоев кремния.
59. Получение тонких пленок.
60. Фотолитография.

#### **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 домашних (аудиторных) контрольных работ - 25 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

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

#### **Критерии оценок на курсовых зачетах.**

В 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. Опадчий, Юрий Федорович. Аналоговая и цифровая электроника (полный курс): учеб. для вузов по специальности "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" / Ю. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин, А.

И. Гуров ; под ред. О. П. Глудкина. - М. : Горячая линия-Телеком, 2005. - 768 с. (ОУЛ – 96 экз., ОНЛ – 2 экз., 8-к – 1 экз.)

2. Королев М.А., Крупкина Т.Ю., Ревелева М.А. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009. Т.1

3. Королев М.А., Крупкина Т.Ю., Ревелева М.А. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009. Т.2

4. Шутов Д.А. Технологии производства основных типов интегральных схем: учебное пособие. – Иваново: Иван. гос. хим.–технол. ун-т., 2010..

5. Берлин Е.В., Сейдман Л.А. Ионно-плазменные процессы в тонкопленочной технологии. – М.: Техносфера, 2010.

б) дополнительная литература:

6. Черняев В.Н. Технология производства интегральных микросхем и микропроцессоров: учебник для вузов. - М.: Радио и связь, 1987.

7. Панфилов Ю.В., Рябов В.Т., Цветков Ю.Б. Оборудование производства интегральных микросхем и промышленные роботы: учебник для техникумов. – М.: Радио и связь, 1988.

8. Масленников П.Н., Лавреньтьев К.А., А.Д. Гингис и др. Оборудование полупроводникового производства. – М.: Радио и связь, 1981.

9. Попов В.Ф., Горин Ю.Н. Процессы и установки электронно-лучевой технологии. – М.: Высшая школа, 1988.

Интернет ресурсы:

1. [www.elsevierscience.ru](http://www.elsevierscience.ru)

2. [www.edu.ru](http://www.edu.ru)

3. [www.window.edu.ru](http://www.window.edu.ru)

4. [www.nisrussia.ru](http://www.nisrussia.ru)

5. [www.springerlink.cjm.journalsis](http://www.springerlink.cjm.journalsis)

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

**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](http://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.

<b>Вид учебных занятий</b>	<b>Организация деятельности студента</b>
<i>Лекция</i>	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.
<i>Практические занятия</i>	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.
<i>Реферат</i>	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.
<i>Подготовка к зачету</i>	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 наноэлектроника**», 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». 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.

Составитель: **Айтукаев А. Д., кандидат физ.-мат. наук, доцент кафедры экспериментальной физики ДГУ.**