

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт технологий и инженерной механики  
Кафедра микро- и наноэлектроники

УТВЕРЖДАЮ

директор института технологий и  
инженерной механики

 Могильная Е.П.  
«18» \* 04 \_\_\_\_\_ 2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ»**

По направлению подготовки: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Профиль «Электронные приборы и устройства»

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Проектирование интегральных микросхем» по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника. – 35 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Проектирование интегральных микросхем» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.09.2017 года № 927.

СОСТАВИТЕЛИ:

к.т.н., доцент Войтенко Г.О.;

к.т.н., доцент Войтенко В.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры микро- и нанoeлектроники «14» 04 2023 г., протокол № 9.

Заведующий кафедрой

микро- и нанoeлектроники  Войтенко В. А.

Переутверждена: «  »    202   г., протокол №   .

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики «18» 04 2023 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической

комиссии института технологий и инженерной механики  С. Н. Ясуник

© Войтенко Г.О., Войтенко В.А., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

## 1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель дисциплины – изучение схемотехники физических структур, основных принципов построения полупроводниковых интегральных микросхем на биполярных и полевых транзисторах, классификации полупроводниковых ИМС и их элементов по структурно-технологическим и схемотехническим признакам.

Задачи: ознакомление студентов с принципами построения полупроводниковых интегральных микросхем различного назначения; научить схемотехнике цифровых и аналоговых полупроводниковых микросхем, являющихся элементной базой аналоговой и цифровой электроники.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО. Требования к условиям освоения содержания дисциплины

Дисциплина «Проектирование интегральных микросхем» относится к циклу профессиональных дисциплин.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знания основ специальности, физики и химии, технологических основ электроники, физики полупроводниковых приборов.

Содержание дисциплины основано на знаниях дисциплин «Основы отраслевых знаний», «Технологические основы электроники», «Специальные разделы физики (физика электронных и полупроводниковых приборов)», «Специальные разделы химии (химические основы технологии электронных средств)», «Схемотехника», «Основы цифровой электроники» и служит основой для выполнения выпускной квалификационной работы бакалавров и освоения дисциплины магистерской программы «Проектирование и технология электронной компонентной базы СВЧ».

## 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-4. Способен применять современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации с учетом требований нормативной документации	ОПК-4.1. Знает как использовать информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации. ОПК-4.2. Умеет проектировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых	Знать: как использовать информационно-коммуникационные технологии при выборе основы для конструирования и расчета параметров элементов ИМС на биполярных транзисторах; как применять современные компьютерные технологии при проектировании

	<p>норм и имеющихся ресурсов и ограничений.</p> <p>ОПК-4.3. Знает современные интерактивные программные комплексы для выполнения и редактирования текстов, изображений и чертежей.</p> <p>ОПК-4.4. Умеет использовать современные средства автоматизации разработки и выполнения конструкторской документации.</p> <p>ОПК-4.5. Владеет современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации.</p>	<p>топологии полупроводниковой ИМС, проектировании топологии тонкопленочных ГИС;</p> <p>Уметь: проводить сравнительный анализ различных типов ИМС и технологических процессов получения ИМС и выбирать оптимальный способ решения поставленной задачи; разработать топологию полупроводниковых ИМС, тонкопленочных, толстопленочных ГИС, ГИС СВЧ на основе существующих норм и ресурсных ограничений;</p> <p>Владеть: современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации; навыками выполнения чертежей отдельных элементов ИМС и топологии ИМС в среде КОМПАС; навыками расчета параметров элементов ИМС в среде MATLAB;</p>
<p>ПК-3. Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования</p>	<p>ПК-3.1. Знает принципы конструирования отдельных блоков электронных приборов, систем сбора, обработки данных и управления.</p> <p>ПК-3.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов.</p> <p>ПК-3.3. Умеет разрабатывать топологию интегральных микросхем.</p> <p>ПК-3.4. Умеет программировать микропроцессоры и микроконтроллеры.</p> <p>ПК-3.5. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем.</p>	<p>Знать: основы конструирования полупроводниковых ИМС, тонкопленочных и толстопленочных ГИС, ГИС СВЧ; разновидности интегральных биполярных транзисторов, интегральные диоды, диффузионные резисторы, пинч-резисторы, ионно-легированные резисторы, интегральные конденсаторы.</p> <p>тонкопленочные МДМ – конденсаторы, фигуры совмещения; принципы конструирования отдельных блоков ИМС, систем сбора, обработки данных и управления объектами и процессами;</p>

		<p>Уметь: проводить расчет параметров режимов получения слоев ИМС и геометрических размеров элементов ИМС; выполнять проверку правильности разработки топологии полупроводниковой ИМС; разводку топологии ИМС; программирование логических программируемых ИМС и МК;</p>
		<p>Владеть: навыками конструирования и технологии ИМС для воплощения схемотехнических решений в интегральных микросхемах на основе кристаллов полупроводников путем комплексного оптимального использования схемотехнических и конструкторско-технологических решений;</p>
<p>ПК-4. Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам</p>	<p>ПК-4.1. Знает принципы построения технического задания при разработке электронных блоков.  ПК-4.2. Умеет использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации.  ПК-4.3. Владеет навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со стандартами.</p>	<p>Знать: принципы построения технического задания при разработке элементов полупроводниковых ИМС на биполярных транзисторах, тонкопленочных ГИС, аналоговых ИМС толстопленочных ГИС;</p> <p>Уметь: использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации тонкопленочной ГИС; на основе конструкторской документации определять методы, позволяющие реализовать обработку информации путем использования полупроводниковых приборов и ИМС с учетом особенностей их электрических характеристик;</p>

		Владеть: навыками разработки документации на комплект фотошаблонов для производства ИМС; навыками разработки комплекта документации для производства тонкопленочной ГИС;
--	--	--

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)		
	Очная форма	Заочная форма	
<b>Общая учебная нагрузка (всего)</b>	<b>252</b> (7 зач. ед)	<b>252</b> (7 зач. ед)	
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b> <b>в том числе:</b>	<b>133</b>	<b>40</b>	
Лекции	58	16	
Семинарские занятия	-	-	
Практические занятия	29	12	
Лабораторные работы	46	12	
Курсовая работа (курсовой проект)	36	36	
Другие формы и методы организации образовательного процесса ( <i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i> )	-	-	
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>119</b>	<b>212</b>	
Форма аттестации	Семестр 6	экзамен	экзамен
	Семестр 7	зачет	зачет

##### 4.2. Содержание разделов дисциплины

###### Семестр 6

#### Тема 1. Конструирование и технология полупроводниковых интегральных микросхем.

Элементы полупроводниковых ИМС на биполярных транзисторах. Разновидности интегральных биполярных транзисторов. Многоколлекторные транзисторы (МКТ).

Горизонтальные транзисторы типа р-п-р. Вертикальные транзисторы типа р-п-р. Составные транзисторы и интегральные диоды.

Диффузионные резисторы. Пинч-резисторы. Ионно-легированные резисторы.

Интегральные конденсаторы. Тонкопленочные МДМ – конденсаторы. Фигуры совмещения.

## **Тема 2. Изоляция элементов и технологические процессы производства ИМС.**

Изоляция элементов ИМС при помощи обратносмещенных р-п-переходов. Диэлектрическая изоляция элементов ИМС. Технологический процесс «Изопланар».

## **Тема 3. Конструирование и расчет параметров элементов ИМС на биполярных транзисторах.**

Конструирование и расчет параметров резисторов. Реальная длина резистора на кристалле. Конструирование и расчет параметров конденсаторов.

Конструирование и выбор структуры интегральных транзисторов. Конструирование и выбор структуры диодов ИМС. Разработка топологии ИМС

Правила проектирования топологии полупроводниковой ИМС. Проверка правильности разработки топологии ИМС. Разработка документации на комплект фотошаблонов для производства ИМС. Пример разработки топологии ИМС.

## **Тема 4. Конструирование и технология ИМС на униполярных транзисторах.**

Механизм работы и классификация МДП-транзисторов. Особенности использования МДП-транзистора как типового схемного элемента ИМС. Технологические процессы производства МДП-ИМС.

Основные параметры МДП-структур и МДП транзисторов. Режимы работы и связь между конструктивными и электрическими параметрами МДП-транзисторов в цифровых ИМС. Статическая помехоустойчивость инвертора.

Конструирование транзисторов и топологии кристалла МДП-ИМС. Порядок расчета конструктивных и электрических параметров элементов МДП-ИМС. Порядок расчета параметров транзисторов комплементарных МДП-ИМС с кремниевыми затворами.

## **Тема 5. Конструирование и технология тонкопленочных ГИС.**

Подложки тонкопленочных ГИС. Типоразмеры плат ГИС. Материалы резисторов тонкопленочных ГИС.

Материалы конденсаторов тонкопленочных ГИС. Материалы проводников и контактных площадок. Методы формирования конфигураций элементов тонкопленочных ГИС.

Компоненты ГИС. Транзисторы и диоды. Конденсаторы.

Конструктивный расчет тонкопленочных резисторов сложной формы. Расчет числа звеньев резистора. Расчет резисторов типа меандр.

Уточненный расчет резистора с учетом неравномерности плотности тока в изгибах. Расчет тонкопленочных конденсаторов. Расчет сопротивления обкладок конденсатора.

## **Тема 6 Топология тонкопленочных ГИС**

Разработка топологии тонкопленочных ГИС. Разработка эскиза топологии. Элементы ГИС принадлежащие разным слоям.

## **Тема 7 Конструирование и технология толсто пленочных ГИС**

Платы толсто пленочных ГИС. Пасты для толсто пленочных ГИС. Основные технологические операции изготовления толсто пленочных ГИС. Термообработка паст. Защита толсто пленочных ГИС. Подгонка резисторов. Подгонка конденсаторов. Последовательность операций изготовления толсто пленочной ГИС. Разработка топологии толсто пленочных ГИС. Навесные компоненты. Пленочные конденсаторы. Разработка эскиза топологии.

Семестр 7

## **Тема 8 Меры защиты ГИС**

Конструктивные меры защиты ИМС. Герметизация с использованием корпусов. Типы корпусов. Материалы для герметизации ГИС.

## **Тема 9 Тепловые режимы ГИС**

Обеспечение тепловых режимов работы ИМС. Перегрев навесного полупроводникового компонента. Исходные данные для обеспечения влагозащиты ИМС.

## **Тема 10 Линии передач ГИС СВЧ**

Полосковые линии передачи. Коаксиально-полосковые и волноводно-полосковые переходы. Резисторы, конденсаторы, индуктивности СВЧ-схем.

## **Тема 11 Полупроводниковые приборы СВЧ**

СВЧ-диоды. СВЧ-транзисторы. Методы расчета линейных СВЧ-схем.

## **Тема 12 СВЧ узлы ГИС систем спутникового телевидения**

Выполнение СВЧ-аттенюатора на полосковых линиях. Выполнение СВЧ-мостов на полосковых линиях. Выполнение СВЧ-ответвителей на полосковых линиях.

## **Тема 13 Схемотехнические и конструкторские вопросы реализации ГИС СВЧ**

Тюнер. Основные параметры телевизионного сигнала и методы их измерения. Усилители высокой частоты тюнера.

## **Тема 14 Схемотехнические и конструкторские вопросы реализации преобразовательных блоков**

Гетеродины, управляемые напряжением. Преобразователи частоты тюнера. Диодные смесители.

## **Тема 15 Планарные СВЧ антенны**

Планарные СВЧ антенны. Антенная решетка микрополосковых излучателей. Щелевая антенная решетка на радиальных линиях.



### 4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
	Семестр 6		
1	Конструирование и технология полупроводниковых интегральных микросхем.	6	2
2	Изоляция элементов и технологические процессы производства ИМС.	4	2
3	Конструирование и расчет параметров элементов ИМС на биполярных транзисторах.	6	-
4	Конструирование и технология ИМС на униполярных транзисторах.	6	2
5	Конструирование и технология тонкопленочных ГИС.	6	2
6	Топология тонкопленочных ГИС	4	-
7	Конструирование и технология толстопленочных ГИС	4	-
	Семестр 7		
8	Меры защиты ГИС	4	2
9	Тепловые режимы ГИС	2	-
10	Линии передач ГИС СВЧ	2	2
11	Полупроводниковые приборы СВЧ	2	-
12	СВЧ узлы ГИС систем спутникового телевидения	4	2
13	Схемотехнические и конструкторские вопросы реализации ГИС СВЧ	4	-
14	Схемотехнические и конструкторские вопросы реализации преобразовательных блоков	2	2
15	Планарные СВЧ антенны	2	-
<b>Итого:</b>		<b>58</b>	<b>16</b>

### 4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
	Семестр 6		
1	Конструирование и расчет параметров интегральных биполярных транзисторов.	2	2
2	Конструирование и расчет параметров интегральных полевых транзисторов.	2	-
3	Конструирование и технология полупроводниковых интегральных микросхем. Изоляция элементов и технологические процессы производства ИМС.	2	2
4	Конструирование и расчет параметров интегральных диффузионных резисторов.	2	-
5	Конструирование и расчет параметров элементов ИМС на биполярных транзисторах. Конструирование и расчет параметров элементов ИМС на униполярных транзисторах.	2	2
6	Конструирование и расчет параметров пленочных резисторов.	2	-
7	Конструирование и технология тонкопленочных ГИС. Топология тонкопленочных ГИС. Конструирование и технология толстопленочных ГИС.	2	2

8	Конструирование и расчет симметричной полосовой линии	2	
	Семестр 7		
9	Конструирование и расчет несимметричной полосовой линии	2	-
10	Методы расчета линейных ГИС СВЧ	2	2
11	Методы расчета аттенюаторов ГИС СВЧ	2	-
12	Методы расчета мостов на МПЛ ГИС СВЧ	2	-
13	Методы расчета ответвителей на МПЛ ГИС СВЧ	2	2
14	Методы расчета частотных демодуляторов ГИС СВЧ	2	-
15	Технологические маршруты производства ГИС. Применение ГИС в микроэлектронной аппаратуре.	1	-
<b>Итого:</b>		<b>29</b>	<b>12</b>

#### 4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
	Семестр 6		
1	Снятие передаточной характеристики базового элемента резисторно-транзисторной логики.	4	2
2	Снятие передаточной характеристики базового элемента интегральной инжекционной логики.	4	2
3	Снятие передаточной характеристики базового элемента диодно-транзисторной логики.	4	-
4	Снятие передаточной характеристики базового элемента транзисторно-транзисторной логики.	4	2
5	Снятие передаточной характеристики базового элемента интегрально-инжекционной логики с базовыми диодами Шоттки.	4	-
6	Снятие передаточной характеристики базового логического элемента эмиттерно-связанной логики.	4	2
7	Снятие передаточной характеристики непороговых логических элементов.	4	-
8	Снятие передаточной характеристики операционного усилителя.	2	-
9	Снятие передаточной характеристики модулятора СВЧ	2	-
	Семестр 7		
10	Снятие передаточной характеристики демодулятора СВЧ	2	-
11	Снятие передаточной характеристики усилителя на симметричной МПЛ	2	2
12	Снятие передаточной характеристики усилителя на несимметричной МПЛ	2	-
13	Снятие передаточной характеристики усилителя на копланарной МПЛ	2	2
14	Снятие передаточной характеристики гребенчатого фильтра	2	-
15	Снятие передаточной характеристики смесителя	2	-
16	Снятие передаточной характеристики гетеродина	2	-
<b>Итого:</b>		<b>46</b>	<b>12</b>

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма

	Семестр 6			
1	Конструирование и технология полупроводниковых интегральных микросхем.	Подготовка к практическим занятиям	4	10
		Подготовка к тестированию	4	10
2	Изоляция элементов и технологические процессы производства ИМС.	Подготовка к практическим занятиям	4	10
		Подготовка к тестированию	4	10
3	Снятие передаточных характеристик базовых элементов ИМС.	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4	10
4	Конструирование и расчет параметров элементов ИМС на биполярных транзисторах.	Подготовка к практическим занятиям	4	10
		Подготовка к тестированию	4	10
5	Конструирование и технология ИМС на униполярных транзисторах. Конструирование и технология тонкопленочных ГИС.	Подготовка к практическим занятиям	4	20
		Подготовка к тестированию	4	12
	Семестр 7			
6	Схемотехника полупроводниковых цифровых интегральных микросхем.	Подготовка к практическим занятиям	4	7
		Подготовка к тестированию	4	7
7	Схемотехника полупроводниковых аналоговых интегральных схем.	Подготовка к практическим занятиям	4	7
		Подготовка к тестированию	8	7
8	Снятие передаточных характеристик базовых элементов ИМС.	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4	7
9	Физическая структура полупроводниковых интегральных микросхем. Организация основных типов полупроводниковых БИС.	Подготовка к практическим занятиям	8	7
		Подготовка к тестированию	4	7
10	Технологические маршруты производства ГИС. Применение ГИС в микроэлектронной аппаратуре.	Подготовка к практическим занятиям	4	7
		Подготовка к тестированию	7	18

11	Курсовой проект по дисциплине	Подготовка и оформление курсового проекта	36	36
<b>Итого:</b>			<b>119</b>	<b>212</b>

#### **4.7. Курсовые работы/проекты**

Учебным планом предусмотрено выполнение студентами курсового проекта в 7 семестре обучения. Тематика курсового проекта – разработка интегральной микросхемы с использованием схемного моделирования в средах MicroCap, Multisim и расчетов в среде MATLAB.

### **5. Образовательные технологии**

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;

технологии модульного обучения, дающие возможность обеспечения гибкости процесса обучения, адаптации его к индивидуальным потребностям и особенностям обучающихся (применяются, как правило, при самостоятельном обучении студентов по индивидуальному учебному плану);

технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования;

технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

## 6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем(ями), ведущими лабораторные работы и практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- контрольные вопросы к курсовой работе;
- вопросы к лабораторным работам;
- тесты;
- вопросы к экзамену.

Фонды оценочных средств, включающие контрольные вопросы, вопросы коллоквиумов, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты текущей и промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине, помещаются в приложении к рабочей программе в соответствии с «Положением о фонде оценочных средств».

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины проходит в 6 и 7 семестрах обучения проходит в форме устного экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы), защита курсовой работы. Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по национальной шкале, приведенной в таблице.

Характеристика знания предмета и ответов	Экзамены
Обучающийся глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	отлично (5)
Обучающийся знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	хорошо (4)
Обучающийся знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30 % ошибок в излагаемых ответах.	удовлетворительно (3)
Обучающийся не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в	неудовлетворительно (2)

доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Обучающийся отказывается от ответов на дополнительные вопросы	
---	--

## 7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины

### а) Основная литература:

1. Левицкий А.А. Проектирование микросистем. Программные средства обеспечения САПР [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.А. Левицкий, П.С. Маринушкин - Красноярск: СФУ, 2010. - 156 с. - ISBN 978-5-7638-2111-6 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763821116.html>

2. Денисов А.Н. Полузаказные БИС на БМК серий 5503 и 5507. В 4 кн. Кн. 1. Методология проектирования и освоение производства [Электронный ресурс]: Практическое пособие / Под общ. ред. академика РАН А.Н. Саурова - М.: Техносфера, 2019. - 200 с. - ISBN 978-5-94836-442-1 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948364421.html>

### б) Дополнительная литература:

1. Королев М. А. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем: в 2 ч. Ч. 1 : Технологические процессы изготовления кремниевых интегральных схем и их моделирование [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Королев М.А., - 3-е изд., (эл.) - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2015. - 400 с.: ISBN 978-5-9963-2904-5 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/539566>

2. Теверовский Л. В. КОМПАС-3D в электротехнике и электронике [Электронный ресурс] / Л. В. Теверовский. - Москва: ДМК Пресс, 2009. - 168 с.: ил. - (Серия «Проектирование»). - ISBN 978-5-94074-552-5. - Текст: электронный. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/408345>

3. Плавский Л. Г. Интегральные устройства электроники [Электронный ресурс] / Плавский Л.Г. - Новосибирск: НГТУ, 2013. - 31 с.: ISBN 978-5-7782-2319-6 - Текст: электронный. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/549050>

4. Масленников В. В. Микросхемы операционных усилителей и их применение [Электронный ресурс] / Масленников В.В. - М.: НИЯУ "МИФИ", 2009. - 92 с. ISBN 978-5-7262-1128-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/566161>

### в) Методические рекомендации/указания:

1. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Проектирование интегральных микросхем». Практические занятия №№ 1-5 (для студентов, обучающихся по направлению 11.03.04 “Электроника и наноэлектроника”, профиль 11.03.04.02 “Электронные приборы и устройства”) / Сост.: В.А. Войтенко, Г.О. Войтенко. – Луганск: Изд-во ГОУВПО «Луганский государственный университет им. В. Даля», 2016. – 21 с.

2. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Проектирование интегральных микросхем» (для студентов, обучающихся по направлению 11.03.04 “Электроника и наноэлектроника”, профиль 11.03.04.02 “Электронные приборы и устройства”) / Сост.: В.А. Войтенко, Г.О. Войтенко. – Луганск: Изд-во ГОУВПО «Луганский государственный университет им. В. Даля», 2016. – 35 с.

г) Интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Далевский педагогический портал – <http://ped.dahluniver.ru/>

#### **Электронные библиотечные системы и ресурсы**

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Университетская библиотека On-line – <http://www.biblioclub.ru>

Научная электронная библиотека eLIBRARY – <http://elibrary.ru>

#### **Информационный ресурс библиотеки образовательной организации**

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

#### **Научные журналы**

"GNU Scientific Library" (GSL - библиотека для научных вычислений проекта GNU): <http://www.gnu.org/software/gsl>.

Система схемотехнического моделирования LTSpice IV. Краткое руководство: <http://zpostbox.ru/ltspice.html>.

Электронные компоненты: <http://www.elitan.ru/>.

Навигатор по профессиональным электронным ресурсам – [http://www.spsl.nsc.ru/win/nelbib/nav\\_ei.htm](http://www.spsl.nsc.ru/win/nelbib/nav_ei.htm)

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционные занятия проводятся с использованием комплекта электронных презентаций в аудитории, оснащенной презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук).

Лабораторные работы проводятся с использованием некомпьютеризированных и компьютеризированных лабораторных стендов,

пакета специализированных компьютерных программ, компьютерной математической среды MATLAB.

Рабочие места преподавателя и студентов в учебной лаборатории оснащены компьютерами с доступом в Интернет, предназначенными для работы в указанных специализированных компьютерных программах и средах.

Программное обеспечение:

<b>Функциональное назначение</b>	<b>Бесплатное программное обеспечение</b>	<b>Ссылки</b>
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	<a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a>
Операционная система	UBUNTU 19.04	<a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>
Браузер	Firefox Mozilla	<a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>
Браузер	Opera	<a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	<a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>
Файл-менеджер	Far Manager	<a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>
Архиватор	7Zip	<a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	<a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a> <a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a> <a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a>
Редактор PDF	PDFCreator	<a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>
Аудиоплеер	VLC	<a href="http://www.videolan.org/vlc/">http://www.videolan.org/vlc/</a>



## 8. Оценочные средства по дисциплине

### Паспорт

фонда оценочных средств по учебной дисциплине

«Проектирование интегральных микросхем»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-4	Способен применять современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации с учетом требований нормативной документации	ОПК-4.1. ОПК-4.2. ОПК-4.3. ОПК-4.4. ОПК-4.5.	Тема 1 Конструирование и технология полупроводниковых интегральных микросхем	1
				Тема 2 Изоляция элементов и технологические процессы производства ИМС	1
				Тема 3 Конструирование и расчет параметров элементов ИМС на биполярных транзисторах	1
				Тема 4 Конструирование и технология ИМС на униполярных транзисторах	1
				Тема 5 Конструирование и технология тонкопленочных ГИС	1
				Тема 6 Топология тонкопленочных ГИС	1
				Тема 7 Конструирование и технология толстопленочных ГИС	1

				Тема 8 Меры защиты ГИС	2
				Тема 9 Тепловые режимы ГИС	2
				Тема 10 Линии передач ГИС СВЧ	2
				Тема 11 Полупроводниковые приборы СВЧ	2
				Тема 12 СВЧ узлы ГИС систем спутникового телевидения	2
				Тема 13 Схемотехнические и конструкторские вопросы реализации ГИС СВЧ	2
				Тема 14 Схемотехнические и конструкторские вопросы реализации преобразовательных блоков	2
				Тема 15 Планарные СВЧ антенны	2
2.	ПК-3	Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-3.1. ПК-3.2. ПК-3.3. ПК-3.4. ПК-3.5.	Тема 3 Конструирование и расчет параметров элементов ИМС на биполярных транзисторах	1
				Тема 4 Конструирование и технология ИМС на униполярных транзисторах	1
				Тема 5 Конструирование и технология тонкопленочных ГИС	1
				Тема 6 Топология тонкопленочных ГИС	1
				Тема 7 Конструирование и технология толстопленочных ГИС	1

				Тема 13 Схемотехнические и конструкторские вопросы реализации ГИС СВЧ	2
				Тема 14 Схемотехнические и конструкторские вопросы реализации преобразовательны х блоков	2
3.	ПК-4	Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемы х проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	ПК-4.1. ПК-4.2. ПК-4.3.	Тема 3 Конструирование и расчет параметров элементов ИМС на биполярных транзисторах	1
				Тема 4 Конструирование и технология ИМС на униполярных транзисторах	1
				Тема 5 Конструирование и технология тонкопленочных ГИС	1
				Тема 7 Конструирование и технология толстопленочных ГИС	1
				Тема 13 Схемотехнические и конструкторские вопросы реализации ГИС СВЧ	2
				Тема 14 Схемотехнические и конструкторские вопросы реализации преобразовательны х блоков	2

**Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал  
оценивания**

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ОПК-4	ОПК-4.1. ОПК-4.2. ОПК-4.3. ОПК-4.4. ОПК-4.5.	Знать: как использовать информационно-коммуникационные технологии при выборе основы для конструирования и расчета параметров элементов ИМС на биполярных транзисторах; как применять современные компьютерные технологии при проектировании топологии полупроводниковой ИМС, проектировании топологии тонкопленочных ГИС; Уметь: проводить сравнительный анализ различных типов ИМС и технологических процессов получения ИМС и выбирать оптимальный способ решения поставленной задачи; разработать топологию полупроводниковых ИМС, тонкопленочных, толстопленочных ГИС, ГИС СВЧ на основе существующих норм и ресурсных ограничений;	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9, Тема 10, Тема 11, Тема 12, Тема 13, Тема 14, Тема 15, Практическое занятие 1, Практическое занятие 2, Лабораторная работа 1, Лабораторная работа 2, Курсовой проект на тему: разработка интегральной микросхемы с использованием схемного моделирования в средах MicroCap, Multisim и расчетов в среде MatLab.	Контрольные вопросы к курсовой работе, вопросы к лабораторным работам, тесты, вопросы к экзамену

			<p>Владеть: современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации; навыками выполнения чертежей отдельных элементов ИМС и топологии ИМС в среде КОМПАС; навыками расчета параметров элементов ИМС в среде MATLAB;</p>		
2.	ПК-3	<p>ПК-3.1. ПК-3.2. ПК-3.3. ПК-3.4. ПК-3.5.</p>	<p>Знать: основы конструирования полупроводниковых ИМС, тонкопленочных и толстопленочных ГИС, ГИС СВЧ; разновидности интегральных биполярных транзисторов, интегральные диоды, диффузионные резисторы, пинч-резисторы, ионно-легированные резисторы, интегральные конденсаторы. тонкопленочные МДМ – конденсаторы, фигуры совмещения; принципы конструирования отдельных блоков ИМС, систем сбора, обработки данных и управления объектами и процессами;</p>	<p>Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 13, Тема 14, Практическое занятие 3, Практическое занятие 4, Лабораторная работа 3, Лабораторная работа 4, Курсовой проект на тему: разработка интегральной микросхемы с использованием схемного моделирования в средах MicroCap, Multisim и расчетов в среде MatLab.</p>	<p>Контрольные вопросы к курсовой работе, вопросы к лабораторным работам, тесты, вопросы к экзамену</p>

			<p>Уметь: проводить расчет параметров режимов получения слоев ИМС и геометрических размеров элементов ИМС; выполнять проверку правильности разработки топологии полупроводниковой ИМС; разводку топологии ИМС; программирование логических программируемых ИМС и МК;</p> <p>Владеть: навыками конструирования и технологии ИМС для воплощения схемотехнических решений в интегральных микросхемах на основе кристаллов полупроводников путем комплексного оптимального использования схемотехнических и конструкторско-технологических решений;</p>		
3.	ПК-4	ПК-4.1. ПК-4.2. ПК-4.3.	<p>Знать: принципы построения технического задания при разработке элементов полупроводниковых ИМС на биполярных транзисторах, тонкопленочных ГИС, аналоговых ИМС толстопленочных ГИС;</p>	<p>Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 7, Тема 13, Тема 14, Практическое занятие 5, Практическое занятие 6, Лабораторная работа 5, Лабораторная работа 6, Курсовой проект на тему:</p>	<p>Контрольные вопросы к курсовой работе, вопросы к лабораторным работам, тесты, вопросы к экзамену</p>

			<p>Уметь: использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации тонкопленочной ГИС; на основе конструкторской документации определять методы, позволяющие реализовать обработку информации путем использования полупроводниковых приборов и ИМС с учетом особенностей их электрических характеристик;</p> <p>Владеть: навыками разработки документации на комплект фотошаблонов для производства ИМС; навыками разработки комплекта документации для производства тонкопленочной ГИС;</p>	<p>разработка интегральной микросхемы с использованием схемного моделирования в средах MicroCap, Multisim и расчетов в среде MatLab.</p>	
--	--	--	---	--	--

### Фонды оценочных средств по дисциплине «Проектирование интегральных микросхем»

#### Контрольные вопросы к курсовой работе:

1. Какой элемент является основным схемным элементом полупроводниковых ИМС?
2. Благодаря чему получила большое распространение транзисторная структура типа  $n^+-p-n$  со скрытым подколлекторным  $n^+$ -слоем?
3. Приведите и поясните схему конструкции интегрального транзистора типа  $n^+-p-n$ .
4. Приведите и поясните структурную схему многоколлекторного транзистора.

5. Приведите и поясните структурную схему горизонтального транзистора типа р-п-р.
6. Приведите и поясните структурную схему вертикального транзистора типа р-п-р.
7. Приведите и поясните структурную схему интегрального диода.
8. Приведите и поясните структурную схему диффузионного резистора.
9. Приведите и поясните структурную схему пинч-резистора.
10. Приведите и поясните структурную схему ионно-легированного резистора.
11. Приведите и поясните структурную схему интегрального конденсатора.
- 12.8. Приведите и поясните структурную схему тонкопленочного МДМ – конденсатора.
13. Для чего служат фигуры совмещения?
14. Как обеспечивают изоляцию элементов ИМС ?
15. Перечислите этапы технологического процесса «Изопланар».
16. Как проводят конструирование и расчет параметров резисторов?
17. Как проводят конструирование и расчет параметров конденсаторов?
18. Как проводят конструирование и выбор структуры интегральных транзисторов?
19. Как проводят конструирование и выбор структуры диодов ИМС?
20. Поясните механизм работы МДП-транзистора.
21. Приведите классификацию МДП-транзисторов.
22. Каковы особенности использования МДП-транзистора как типового схемного элемента ИМС?
23. Назовите основные параметры МДП-структур и МДП транзисторов.
24. Что называют статической помехоустойчивостью инвертора?
25. Какие материалы используют в качестве подложек тонкопленочных ГИС?
26. Какие материалы используют для создания элементов тонкопленочных ГИС?
27. Перечислите методы формирования конфигураций элементов тонкопленочных ГИС.
28. Каковы основные характеристики базовых логических элементов?
29. Назовите базовые логические элементы схем с непосредственными связями.
30. Назовите базовые логические элементы на инверторах с логикой на входе.
31. Назовите базовые логические элементы эмиттерно-связанной логики.
32. Каковы тенденции развития схемотехники цифровых ИМС?
33. Назовите основные виды аналоговых ИМС и их характеристики.
34. Перечислите элементы аналоговых ИМС.
35. Каковы разновидности физической структуры элементов ИМС?
36. Каковы современные тенденции развития физической структуры ИМС?
37. Перечислите основные этапы технологических маршрутов производства тонкопленочных ГИС.
38. 37. Перечислите основные этапы технологических маршрутов производства толстопленочных ГИС.
39. Как происходит процесс нанесения тонких пленок в вакууме?



40. Как происходит процесс нанесения толстых пленок в вакууме?
41. Каковы особенности применения ГИС в МЭА?
42. Какие микросхемы используют для телевизионных приемников?
43. Какие микросхемы используют для радиоаппаратуры?
44. Какие микросхемы используют для автомобильной электроники?
45. Какие микросхемы используют для звуковой и видеотехники?
46. Какие из известных вам микросхем являются микросхемами общего применения?
47. Какие микросхемы используют в качестве оптоэлектронных микросхем управления мощными цепями?
48. Какие микросхемы используют в качестве микросхем вторичных источников питания?
49. Каковы особенности применения больших гибридных ИМС?
50. Что такое микросборки?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству контрольные вопросы к курсовой работе

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ представлен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемый вопрос, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет соответствующей научной терминологией)
4	Ответ представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемый вопрос, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности)
3	Ответ представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени соответствующей научной терминологией)
2	Ответ представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов отвечать)

### Вопросы к лабораторным работам:

1. Элементы полупроводниковых ИМС на биполярных транзисторах.
2. Разновидности интегральных биполярных транзисторов.
3. Многоколлекторные транзисторы.
4. Горизонтальные транзисторы типа р-п-р.
5. Вертикальные транзисторы типа р-п-р.
6. Составные транзисторы и интегральные диоды.
7. Диффузионные резисторы.
8. Пинч-резисторы.
9. Ионно-легированные резисторы.
10. Интегральные конденсаторы.
11. Тонкопленочные МДМ – конденсаторы.
12. Фигуры совмещения.
13. Изоляция элементов ИМС при помощи обратносмещенных р-п-переходов.
14. Диэлектрическая изоляция элементов ИМС.

15. Технологический процесс «Изопланар».
16. Конструирование и расчет параметров резисторов. Реальная длина резистора на кристалле.
17. Конструирование и расчет параметров конденсаторов.
18. Конструирование и выбор структуры интегральных транзисторов.
19. Конструирование и выбор структуры диодов ИМС.
20. Разработка топологии ИМС.
21. Правила проектирования топологии полупроводниковой ИМС.
22. Проверка правильности разработки топологии ИМС.
23. Разработка документации на комплект фотошаблонов для производства ИМС.
24. Механизм работы и классификация МДП-транзисторов.
25. Особенности использования МДП-транзистора как типового схемного элемента ИМС.
26. Технологические процессы производства МДП-ИМС.
27. Основные параметры МДП-структур и МДП транзисторов.
28. Режимы работы и связь между конструктивными и электрическими параметрами МДП-транзисторов в цифровых ИМС.
29. Статическая помехоустойчивость инвертора.
30. Конструирование транзисторов и топологии кристалла МДП-ИМС.
31. Порядок расчета конструктивных и электрических параметров элементов МДП-ИМС.
32. Порядок расчета параметров транзисторов комплементарных МДП-ИМС с кремниевыми затворами.
33. Подложки тонкопленочных ГИС.
34. Материалы элементов тонкопленочных ГИС.
35. Методы формирования конфигураций элементов тонкопленочных ГИС.
36. Основные характеристики базовых логических элементов.
37. Базовые логические элементы схем с непосредственными связями.
38. Базовые логические элементы на инверторах с логикой на входе.
39. Базовые логические элементы эмиттерно-связанной логики.
40. Тенденции развития схемотехники цифровых ИМС.
41. Основные виды аналоговых ИМС и их характеристики.
42. Элементы аналоговых ИМС.
43. Операционные усилители.
44. Широкополосные усилители.
45. Избирательные усилители.
46. Аналоговые коммутаторы.
47. Аналоговые компараторы.
48. Классификация полупроводниковых ИМС.
49. Разновидности физической структуры элементов ИМС.
50. Функционально-интегрированные элементы БИС.
51. Тенденции развития физической структуры ИМС.
52. Общие вопросы организации ИМС, БИМС, СБИС.
53. Запоминающие устройства с произвольной выборкой.
54. Постоянные запоминающие устройства.

55. Микропроцессоры и однокристалльные микроЭВМ.
56. Технологические маршруты производства тонкопленочных ГИС.
57. Технологические маршруты производства толстопленочных ГИС.
58. Нанесение тонких пленок в вакууме.
59. Нанесение толстых пленок в вакууме.
60. Особенности применения ГИС в МЭА.
61. Микросхемы для телевизионных приемников.
62. Микросхемы для радиоаппаратуры.
63. Микросхемы для автомобильной электроники.
64. Микросхемы для звуковой и видеотехники.
65. Микросхемы общего применения.
66. Оптоэлектронные микросхемы управления мощными цепями.
67. Микросхемы вторичных источников питания.
68. Цифроаналоговые преобразователи.
69. Аналого-цифровые преобразователи.
70. Большие гибридные ИМС.
71. Микросборки.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству вопросы к лабораторным работам

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответы представлены на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемые вопросы, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет соответствующей научной терминологией, правильные ответы даны на 90-100% вопросов)
4	Ответы представлены на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемые вопросы, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности, правильные ответы даны на 75-89% вопросов)
3	Ответы представлены на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени соответствующей научной терминологией, правильные ответы даны на 50-74% вопросов)
2	Ответы представлены на неудовлетворительном уровне или не представлены (студент не готов отвечать или правильные ответы даны менее чем на 50% вопросов)

### Тесты:

1. Основная задача изготовления ИМС – это:
  - а) формирование активных и пассивных элементов на единой полупроводниковой подложке и обеспечение между ними электрической изоляции;
  - б) миниатюризация электронной схемы;
  - в) повышение надежности электронной схемы.
  
2. Наиболее важными методами изоляции элементов ИМС являются:

- а) изоляция обратными смещенными р-n-переходами и изоляция диэлектриком;
- б) изоляция путем формирования активных и пассивных элементов на непроводящих подложках;
- в) изоляция путем создания мезоструктур с помощью вертикального анизотропного травления.

3. Диоксид кремния выполняет следующие функции:

- а) изоляция элементов ИМС;
- б) защита поверхности готовой ИМС от внешних воздействий и обеспечение возможности локального формирования элементов;
- в) используется в качестве маски для диффузии и травления.

4. Проектирование и последующее изготовление биполярной ИМС заключается в том, что:

- а) разработке специальных электронных схем, пригодных для изготовления в виде ИМС;
- б) на поверхности или в объеме исходной полупроводниковой подложки создаются активные и пассивные элементы, изолированные друг от друга;
- в) в среде разработки разрабатывается топология соединений активных и пассивных элементов интегральной схемы.

5. При разработке топологии биполярных ИМС придерживаются следующих правил:

- а) используют типовые корпуса для ИМС и стандартные напряжения электропитания;
- б) используют транзисторы с одним типом проводимости и транзисторы в качестве диодов;
- в) сведение к минимуму суммарной длины металлизированных соединений между элементами и количества пересечений.

6. При проектировании биполярной ИМС следует учитывать, что исходная подложка р-типа:

- а) должна заземляться;
- б) должна подключаться к источнику электропитания;
- в) должна подключаться к точке схемы с наиболее отрицательным потенциалом.

7. При проектировании топологии ИМС следует учитывать, что исходная подложка n-типа:

- а) должна подключаться к точке с наиболее положительным потенциалом;
- б) должна заземляться;
- в) не должна быть подключена к электрической схеме.

8. Транзисторы с параллельно включенными переходами коллектор-база:

- а) могут размещаться внутри одной изолированной области;

- б) должны находиться в разных изолированных областях;
- в) могут быть выполнены с общей коллекторной областью.

9. Резисторы, формируемые на основе базовых диффузионных слоев транзисторной n-p-n-структуры:

- а) располагаются внутри отдельных изолированных областей;
- б) располагаются внутри одной изолированной области, которая подключается к наиболее положительному потенциалу схемы;
- в) располагаются внутри одной изолированной области, подключенной к наиболее отрицательному потенциалу схемы.

10. Ширина резистора ограничивается:

- а) мощностью резистора;
- б) разрешающей способностью фотолитографии;
- в) топологией ИМС.

11. Высокоомные резисторы рекомендуется выполнять:

- а) путем диффузии фосфора;
- б) путем диффузии алюминия;
- в) в виде параллельных полосок с перемычками между ними.

12. Любой диффузионный резистор:

- а) может быть получен напылением алюминия в вакууме;
- б) не может пересекаться проводящей дорожкой;
- в) может пересекаться проводящей дорожкой.

13. Резисторы, у которых необходимо максимально точно выдержать отношение их номиналов:

- а) должны находиться в непосредственной близости друг от друга и иметь одинаковую ширину;
- б) должны быть изготовлены в первую очередь;
- в) должны иметь одинаковую длину и ширину.

14. Резисторы с большой рассеиваемой мощностью необходимо располагать:

- а) в периферийных областях кристалла;
- б) в центре кристалла;
- в) равномерно по поверхности кристалла.

15. Если резисторы ИМС работают при различных потенциалах коллекторных областей, то:

- а) их располагают в одной изолированной области;
- б) их располагают в отдельных изолированных областях;
- в) их соединяют по схеме с общим коллектором.

16. Для обеспечения согласования характеристик транзисторов их необходимо:

- а) изготовить с разными типами проводимости;
- б) располагать в соседних изолированных областях с идентичной геометрией структур;
- в) располагать в одной изолированной области.

17. Для каждого диода, формируемого на основе перехода коллектор-база:

- а) необходимо соединить базу с эмиттером;
- б) должна быть предусмотрена отдельная изолированная область;
- в) необходимо соединить базу с коллектором.

18. Если диоды формируются на основе перехода эмиттер-база, то:

- а) их пробивное напряжение не может превышать 120 В;
- б) их нужно размещать в разных изолированных областях;
- в) их можно размещать внутри одной изолированной области.

19. Если конденсатор изготавливается на основе обратносмещенного р-п-перехода, то:

- а) нужно учитывать боковую емкость такого конденсатора;
- б) нужно учитывать глубину залегания р-п-перехода;
- в) при расчете номинального значения емкости необходимо учитывать допустимые пределы расширения области объемного заряда и напряжения пробоя.

20. Уменьшение паразитной емкости между контактными площадками может быть достигнуто:

- а) путем создания изолированной области над каждой из контактных площадок;
- б) путем уменьшения их площади;
- в) путем увеличения расстояния между ними.

21. Соединения, используемые для ввода питания и заземления, необходимо выполнить в виде:

- а) коротких широких полосок;
- б) прямосмещенных р-п-переходов;
- в) высоколегированных областей.

22. Коммутация ИМС должна иметь:

- а) как можно меньшую протяженность проводников;
- б) как можно меньше пересечений;
- в) как можно меньшую ширину проводников.

23. При разработке эскиза топологии ИМС сначала:

- а) располагают активные элементы;
- б) определяют количество изолированных областей;

в) располагают пассивные элементы.

24. При разработке эскиза топологии ИМС площади изолированных областей:

- а) рассчитывают по площади элементов ИМС;
- б) делают как можно большими;
- в) делают как можно меньшими.

25. Геометрические размеры областей n-p-n-структуры определяются:

- а) мощностью транзисторов;
- б) удобством расположения элементов ИМС;
- в) требованиями, предъявляемыми к их электрическим параметрам.

#### Критерии и шкала оценивания по оценочному средству тесты

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Тесты выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% тестов)
4	Тесты выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% тестов)
3	Тесты выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% тестов)
2	Тесты выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50% тестов)

#### Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

Семестр 6

1. Многоколлекторные транзисторы.
2. Горизонтальные транзисторы p-p-p типа.
3. Вертикальные транзисторы p-n-p типа.
4. Составные транзисторы и интегральные диоды.
5. Диффузионные резисторы.
6. Пинч-резисторы.
7. Ионно-легированные резисторы.
8. Интегральные конденсаторы.
9. Тонкопленочные МДМ – конденсаторы.
10. Изоляция элементов ИМС при помощи обратносмещенных p-n-переходов.
11. Диэлектрическая изоляция элементов ИМС.
12. Конструирование и расчет параметров резисторов.
13. Конструирование и расчет параметров конденсаторов.
14. Конструирование и выбор структуры интегральных транзисторов.
15. Конструирование и выбор структуры диодов ИМС.
16. Разработка топологии ИМС.
17. Правила проектирования топологии полупроводниковой ИМС.
18. Проверка правильности разработки топологии ИМС.

19. Разработка документации на комплект фотошаблонов для производства ИМС.
20. Механизм работы и классификация МДП-транзисторов.
21. Технологические процессы производства МДП-ИМС.
22. Основные параметры МДП-структур и МДП транзисторов.
23. Режимы работы и связь между конструктивными и электрическими параметрами МДП-транзисторов в цифровых ИМС.
24. Статическая помехоустойчивость инвертора.
25. Конструирование транзисторов и топологии кристалла МДП-ИМС.
26. Порядок расчета конструктивных и электрических параметров элементов МДП-ИМС.
27. Порядок расчета параметров транзисторов комплементарных МДП-ИМС с кремниевыми затворами.
28. Подложки тонкопленочных ГИС.
29. Материалы элементов тонкопленочных ГИС.
30. Методы формирования конфигураций элементов тонкопленочных ГИС.

#### Семестр 7

31. Основные характеристики базовых логических элементов.
32. Базовые логические элементы схем с непосредственными связями.
33. Базовые логические элементы на инверторах с логикой на входе.
34. Базовые логические элементы эмиттерно-связанной логики.
35. Тенденции развития схемотехники цифровых ИМС.
36. Основные виды аналоговых ИМС и их характеристики.
37. Элементы аналоговых ИМС.
38. Классификация полупроводниковых ИМС.
39. Разновидности физической структуры элементов ИМС.
40. Функционально-интегрированные элементы БИС.
41. Тенденции развития физической структуры ИМС.
42. Общие вопросы организации ИМС, БИМС, СБИС.
43. Запоминающие устройства с произвольной выборкой.
44. Постоянные запоминающие устройства.
45. Микропроцессоры и однокристалльные микроЭВМ.
46. Технологические маршруты производства тонкопленочных ГИС.
47. Технологические маршруты производства толстопленочных ГИС.
48. Нанесение тонких пленок в вакууме.
49. Нанесение толстых пленок в вакууме.
50. Особенности применения ГИС в МЭА.
51. Микросхемы для телевизионных приемников.
52. Микросхемы для радиоаппаратуры.
53. Микросхемы для автомобильной электроники.
54. Микросхемы для звуковой и видеотехники.
55. Микросхемы общего применения.
56. Оптоэлектронные микросхемы управления мощными цепями.
57. Микросхемы вторичных источников питания.
58. Цифроаналоговые преобразователи.



59.Аналого-цифровые преобразователи.

60.Большие гибридные ИМС.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (экзамен)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

## Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)