

f17218015d82e3c1457d1df9e244def505047355

«Московский институт электронной техники»



А.Г. Балашов

«28» февраля 2025 г.

Москва 2025

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующей компетенции образовательной программы:

Компетенции ОП	Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций
ОПК-2. Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументированно защищать результаты выполненной работы	ОПК-2.ТЭКБ Способен обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы исследования элементов электронной компонентной базы	Знает основные технологические процессы изготовления изделия микроэлектроники; конструкции технологического оборудования и методы формирования функциональных слоев и конструктивных элементов полупроводниковых приборов. Умеет выявить причины отклонений контролируемого параметра интегральной структуры от целевого значения и предлагать решения, направленные на устранение причин отклонения. Имеет опыт анализа экспериментальных данных в стандартном технологическом процессе изготовления изделия микроэлектроники.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине:

- знание основ проведения технологических операций создания кремниевых ИС;
- знание основных технологических маршрутов создания кремниевых ИС;
- знание основ цифровой и аналоговой схемотехники;
- знание основных этапов проектирования электронных устройств использованием САПР;
- знание компьютерных технологий в проектно-исследовательской деятельности.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1	1	3	108	-	-	32	76	ЗаО

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы (часы)		
1. Модели и параметры интегральных элементов	-	—	—	12	Краткое сообщение на практическом занятии
2. Проектирование электронной компонентной базы	-	—	—	12	Краткое сообщение на практическом занятии
3 .Тенденции и перспективы развития технологического базиса МОП - ИС.	—	4	—	12	Краткое сообщение на практическом занятии
4. Основные конструктивные элементы биполярных и МОП - транзисторов ИС	—	4	—	12	Краткое сообщение на практическом занятии
5 Анализ технологий СБИС	—	4	—	12	Краткое сообщение на практическом занятии

6 Развитие техники проекционной фотолитографии	—	4	—	12	Краткое сообщение на практическом занятии
7 Современное состояние технологии многоуровневой металлизации СБИС	—	4	—	12	Краткое сообщение на практическом занятии
8 Базовые маршруты СБИС	—	4	—	12	Краткое сообщение на практическом занятии
9 Особенности современных СБИС	—	4	—	12	Краткое сообщение на практическом занятии
10 Перспективные технологии КМОП и БиКМОП СБИС	—	4	—	24	Краткое сообщение на практическом занятии Защита практического задания

4.1. Лекционные занятия

Не предусмотрены

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
3	1	2	Фундаментальные ограничения при миниатюризации ИС. Толщина подзатворного диэлектрика - одна из основных проблем дальнейшей миниатюризации МОП- транзистора.
	2	2	Ограничения миниатюризации МОП - транзистора, связанные с областями стока/истока. Технологии формирования канала транзистора.
4	3	2	Высоколегированные области в биполярных и МОП транзисторах, скрытые слои, эпитаксиальные слои, поликремниевые затворы.
	4	2	Физические и конструктивные параметры диэлектрических слоев и их воспроизводимость. Конструктивные варианты изоляции активных элементов ИС.
5	5	2	Интеграция технологических процессов. Воспроизводимость параметров технологических процессов. Межоперационный контроль. Обеспечение высокого выхода годных.
	6	2	Проектные нормы как базовое понятие для характеристики уровня технологии.
6	7	2	Техника создания рисунка в функциональных слоях на основе проекционной фотолитографий. Материалы и последовательность

			использования фотошаблонов.
	8	2	Место жидкостной технохимии и плазменных процессов при создании углублений в кремнии, рисунка в диэлектрических, полупроводниковых и металлических слоях.
7	9	2	Принципы построения и классификация современных систем металлизации СБИС. Вклад системы металлизации в параметры СБИС. Основные элементы систем металлизации.
	10	2	Основные проблемы реализации многослойной системы металлизации СБИС.
8	11	2	Базовые маршруты изготовления КМОП СБИС.
	12	2	Базовые маршруты изготовления БиКМОП СБИС.
9	13	2	Методология создания современных СБИС.
	14	2	Последовательность создания современных СБИС.
10	15	2	Перспективные технологии КМОП СБИС.
	16	2	Перспективные технологии БиКМОП СБИС.

4.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	12	Изучение материалов лекций. Подготовка к опросам
2	12	Изучение материалов лекций. Подготовка к опросам
3	12	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию (выполнение ДЗ и подготовка краткого сообщения).
4	12	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию (выполнение ДЗ и подготовка краткого сообщения).
5	12	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию (выполнение ДЗ и подготовка краткого сообщения).
6	12	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию (выполнение ДЗ и подготовка краткого сообщения).
7	12	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию (выполнение ДЗ и подготовка краткого сообщения).
8	12	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию (выполнение ДЗ и подготовка краткого сообщения).
9	12	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию (выполнение ДЗ и подготовка краткого сообщения).
10	12	Освоение теоретического материала. Подготовка к практическому занятию (выполнение ДЗ и подготовка краткого сообщения).
	12	Выполнение практического задания

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>):

Методические указания студентам по изучению дисциплины «Проектирование и технология электронной компонентной базы».

Модуль 1 «Модели и параметры интегральных элементов»

✓ Материалы для подготовки к опросам: Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов по дисциплине "Современные технологии проектирования элементов и устройств нанoeлектроники"/ В.В. Лосев, А.А. Миндеева, Н.В. Гуминов ; М-во образования и науки РФ, МИЭТ. - М., 2011. - 52 л.

✓ Учебно-методическая разработка для лабораторного практикума по курсу "Современные технологии проектирования элементов и устройств нанoeлектроники " В.В. Лосев, А.А. Миндеева, Н.В. Гуминов; М-во образования и науки РФ, МИЭТ. - М., 2011. - 64 л.

Модуль 2 «Проектирование электронной компонентной базы»

✓ Материалы для подготовки к опросам: Учебно-методическая разработка для самостоятельной работы студентов по курсу "Микросхемотехника АИС"/ В. В. Лосев ; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ). - М., 2007. - 113 л.

Модуль 3 «Тенденции и перспективы развития технологического базиса МОП - ИС»

✓ Материалы для подготовки краткого сообщения: перечень основной и дополнительной литературы

Модуль 4 «Основные конструктивные элементы биполярных и МОП - транзисторов ИС»

✓ Материалы для подготовки краткого сообщения: перечень основной и дополнительной литературы

Модуль 5 «Анализ технологий СБИС»

✓ Материалы для подготовки краткого сообщения: перечень основной и дополнительной литературы

Модуль 6 «Развитие техники проекционной фотолитографии»

✓ Материалы для подготовки краткого сообщения: перечень основной и дополнительной литературы

Модуль 7 «Современное состояние технологии многоуровневой металлизации СБИС»

✓ Материалы для подготовки краткого сообщения: перечень основной и дополнительной литературы

Модуль 8 «Базовые маршруты СБИС»

✓ Материалы для подготовки краткого сообщения: перечень основной и дополнительной литературы

Модуль 9 «Особенности современных СБИС»

✓ Материалы для подготовки краткого сообщения: перечень основной и дополнительной литературы

Модуль 10 «Перспективные технологии КМОП и БиКМОП СБИС»

✓ Материалы для подготовки краткого сообщения: перечень основной и дополнительной литературы

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Опадчий Ю.Ф. Аналоговая и цифровая электроника (Полный курс): Учебник для вузов / Ю.Ф. Опадчий, О.П. Глудкин, А.И. Гуров; Под ред. О.П. Глудкина. - М. : Горячая линия-Телеком, 2005. - 768 с.
2. Алексенко А.Г. Основы микросхемотехники / А.Г. Алексенко. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Лаборатория Базовых знаний. Физматлит : Юнимедиастайл, 2002. - 448 с.
3. Королев М.А. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем: Учеб. пособие: В 2-х ч. Ч. 2 : Элементы и маршруты изготовления кремниевых ИС и методы их математического моделирования / М.А. Королев, [и др.]; Под ред. Ю.А. Чаплыгина. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2009. - 422 с.
4. Металлизация ультрабольших интегральных схем : Учеб. пособие / Д.Г. Громов [и др.]; Под ред. Ю.А. Чаплыгина. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 277 с.
5. Путря М.Г. Плазменные методы формирования трехмерных структур УБИС [Текст] : Учеб. пособие / М.Г. Путря. - М. : МИЭТ, 2005. - 128 с.
6. Шишина Л.Ю. Элементная база биполярных цифровых ИС: Конспект лекций по курсу "Элементная база БИС" / Л.Ю. Шишина. - М. : МИЭТ, 1998. - 116 с.

Периодические издания

1. RUSSIANMICROELECTRONICS. - : Springer, [2000] - . – URL: <http://link.springer.com/journal/11180> (дата обращения: 30.02.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
2. Известия вузов. Электроника : Научно-технический журнал / М-во образования и науки РФ; МИЭТ; Гл. ред. Ю.А. Чаплыгин. - М. : МИЭТ, 1996 - .
3. IEEE Transactions on Electron Devices. - USA : IEEE, [б.г.]. – URL: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=16> (дата обращения: 14.02.2025). – Режим доступа: по подписке МИЭТ
4. Электроника: Наука. Технология. Бизнес : Научно-технический журнал / Издается при поддержке Российского агентства по системам управления. - М. : Техносфера, 1996 - .

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. eLIBRARY.RU : Научная электронная библиотека : сайт. - Москва, 2000 - . - URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 30.02.2025). - Режим доступа: для зарегистрир. Пользователей
2. SCOPUS : Библиографическая и реферативная база данных научной периодики : сайт. – URL: www.scopus.com/ (дата обращения: 30.02.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используются смешанное обучение, сочетающее традиционные формы аудиторных занятий и взаимодействие в электронной образовательной среде.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС(<http://orioks.miet.ru>).

В ходе реализации обучения используется также «расширенная виртуальная модель», которая предполагает обязательное присутствие студентов на очных учебных занятиях или онлайн-занятиях, на которых проводится разбор нового материала, консультирование и опрос по результатам выполнения самостоятельной работы. Самостоятельная работа студентов включает работу с использованием онлайн-ресурсов, в т.ч. для организации обратной связи с обсуждением, консультированием, с последующей доработкой и подведением итогов.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: раздел ОРИОКС «Новости», «Домашние задания», электронная почта.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование	ОС Microsoft Windows Microsoft Office
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	ОС Microsoft Windows Microsoft Office Professional Plus браузер Acrobat reader DC

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции ОПК-2.ТЭКБ Способен обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы исследования элементов электронной компонентной базы.

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины в электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

В процессе обучения студенты должны осуществить поиск дополнительной информации по темам семинаров в научных источниках (рекомендованных ПБД и ИСС) с последующим обсуждением результатов поиска с преподавателем и одногруппниками.

Во время самостоятельной работы студенты готовятся к практическим занятиям и выполняют домашнее индивидуальное задание. Контроль выполнения студентами индивидуального задания проводится на семинарах. Студенты выступают с докладами на семинарах, излагая содержание проделанной работы, анализируя различные аспекты освещаемой проблемы, происходит обсуждение информации в формате научной дискуссии.

Помимо предложенной учебной литературы, для подготовки к практическим занятиям и выполнения индивидуального задания нужно использовать внешние электронные ресурсы, ссылки на которые размещены в корпоративной информационно-технологической платформе ОРИОКС.

Выполнение практического задания предполагает формирование у обучающихся по индикаторам умений и приобретения опыта деятельности.

Наиболее сложные и проблемные вопросы курса могут быть разъяснены обучающимся во время очных консультаций и дистанционных консультаций с использованием современных коммуникационных платформ и электронной почты.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльная накопительная система.

Баллами оцениваются: результаты работы на практических занятиях (до 70 баллов), выполнение практического задания (до 10 баллов) и на промежуточной аттестации (до 20 баллов). По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>.

Разработчик:

Профессор Института ПМТ, д.т.н.



/Д.Г.Громов /

Рабочая программа дисциплины «Технология электронной компонентной базы» по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника», направленности (профилю) «Материалы и технологии микро- и наноэлектроники» разработана в Институте ПМТ и утверждена на заседании Ученого совета Института 28 февраля 2025 года, протокол № 18

Директор Института

 /С.В. Дубков/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

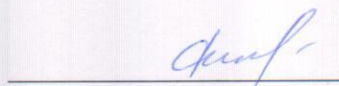
Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК

 /И.М. Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки

 /Т.П. Филиппова /