

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.08 Методы проектирования микро- и
наноэлектронных устройств

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

27.04.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль)

27.04.04.05 Киберфизические системы управления производством

Форма обучения

очная

Год набора

2023

Красноярск 2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

Доцент, Дрозд О.В

должность, инициалы, фамилия

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью изучения дисциплины «Методы проектирования микро- и нанoeлектронных устройств» является знакомство студента с методами конструкторского проектирования и производства электронных устройств с микро- и нанометровыми технологическими процессами. В рамках освоения дисциплины студент получает общее представление об основных технологических процессах формирования полупроводниковых структур, методах расчета топологии пассивных и активных элементов интегральных схем. В рамках освоения дисциплины студент осваивает способы решения практических инженерных задач при разработке элементов интегральных схем с заданными техническими характеристиками и технологическими требованиями к производству.

Дисциплина «Методы проектирования микро- и нанoeлектронных устройств» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока 1 в структуре ООП подготовки магистров по направлению 27.04.04 «Управление в технических системах», программа 27.04.04.05 «Киберфизические системы управления производством».

1.2 Задачи изучения дисциплины

Основными задачами изучения дисциплины является формирование компетенций, знаний и умений в области проектирования элементов электронных устройств в интегральном исполнении и управления технологическими процессами формирования полупроводниковых структур. Изучение дисциплины способствует развитию у студентов теоретических знаний и практических навыков, позволяющих выпускникам понимать и применять фундаментальные и передовые знания и научные принципы, лежащие в основе методов проектирования и производства микро- и нанoeлектронных устройств.

По окончании изучения дисциплины студент должен быть готов решать следующие профессиональные задачи:

- выполнять анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, связанного с проектированием и производством интегральных схем;
- собирать и анализировать исходные данные, технологические и эксплуатационные требования для проектирования топологии активных и пассивных элементов интегральных схем;
- осуществлять расчет топологии пассивных элементов интегральных схем: резисторов, биполярных и МОП-конденсаторов;
- осуществлять расчет топологии активных элементов интегральных схем: МОП-транзисторов с p- и n-каналом;
- производить оценку основных параметров технологических процессов формирования полупроводниковых структур: ионной имплантации, диффузии примесей, ионно-плазменного напыления и фотолитографических процессов;
- решать задачи автоматизации технологических процессов

формирования полупроводниковых структур;

– готовить данные и составлять рефераты, отчеты, участвовать во внедрении результатов исследований и разработок цифровых и киберфизических систем автоматизации.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
ПК-2: Способен применять современный инструментарий проектирования и разработки компонентов АСУП	
ПК-2.1: Обосновывает выбор и применение инструментальных средств проектирования и разработки компонентов автоматизированных систем	принципы функционирования программных средств проектирования топологической структуры и технологических процессов производства микро- и нанoeлектронных устройств управления осуществлять подбор инструментальных средств проектирования и разработки средств обеспечения микро- и нанoeлектронных устройств управления методами проектирования и моделирования структур пассивных и активных элементов интегральных схем, выполненных по микро- и нанометровым технологическим нормам
ПК-2.2: Целенаправленно применяет инструментальные средства проектирования и разработки технического обеспечения автоматизированных систем	методы управления и редактирования слоев топологии интегральных схем: логические операции над слоями топологии, коррекция эффектов близости, оптимизация параметров топологии; выполнять расчет геометрии топологических слоев активных и пассивных элементов интегральных схем программными средствами автоматизированного проектирования топологии интегральных схем
ПК-2.3: Целенаправленно применяет инструментальные средства проектирования и разработки программного обеспечения автоматизированных систем	основные принципы управления процессами формирования полупроводниковых структур методами ионной имплантации, ионно-плазменного напыления диффузии примесей, фотолитографических процессов выполнять общий расчет технологических режимов формирования полупроводниковых структур с заданными характеристиками и типом проводимости программными средствами автоматизированного проектирования технологических процессов и элементов интегральных схем

1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

URL-адрес и название электронного обучающего курса: <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=31699>.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. час)	е
		1
Контактная работа с преподавателем:	1 (36)	
занятия лекционного типа	0,5 (18)	
практические занятия	0,5 (18)	
Самостоятельная работа обучающихся:	2 (72)	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Контактная работа, ак. час.							
		Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
1. Общие сведения о материалах полупроводниковой промышленности									
	1. Общие сведения о материалах полупроводниковой промышленности	2	2						
	2. Формирование монокристаллов кремния методом направленной кристаллизации из расплава			3					
	3.							8	8
2. Методы диффузии примесей в полупроводниках									
	1. Методы диффузии примесей в полупроводниках	2	2						
	2. Формирование полупроводниковых структур методом примесной диффузии			3					
	3.							8	8
3. Формирование полупроводниковых структур методом ионной имплантации									
	1. Формирование полупроводниковых структур методом ионной имплантации	2	2						

2. Пассивные элементы интегральных схем: конденсаторы			1,5						
3.							10	10	
4. Формирование полупроводниковых структур методами ионно-плазменного и вакуумно-термического напыления									
1. Формирование полупроводниковых структур методами ионно-плазменного и вакуумно-термического напыления	2	2							
2. Пассивные элементы интегральных схем: конденсаторы			1,5						
3.							10	10	
5. Формирование полупроводниковых структур методом эпитаксиального наращивания									
1. Формирование полупроводниковых структур методом эпитаксиального наращивания	2	2							
2. Пассивные элементы интегральных схем: резисторы			1,5						
3.							8	8	
6. Литографические процессы в технологии полупроводникового производства									
1. Литографические процессы в технологии полупроводникового производства	4	4							
2. Пассивные элементы интегральных схем: резисторы			1,5						
3.							10	10	
7. Полевой транзистор по МОП-технологии как основа современной микроэлектроники									
1. Полевой транзистор по МОП-технологии как основа современной микроэлектроники	2	2							
2. Компактные модели электронных устройств низкой степени интеграции			3						
3.							10	10	
8. Введение в проектирование топологии интегральных схем									

1. Введение в проектирование топологии интегральных схем	2	2						
2. Активные элементы интегральных схем: полевые транзисторы по технологии металл-окисел-полупроводник			3					
3.							8	8
Всего	18	18	18				72	72

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Коледов Л.А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок: учеб. пособие(Москва: Лань).
2. Петров М. Н., Гудков Г. В. Моделирование компонентов и элементов интегральных схем: учебник(Москва: Лань).
3. Попов В. Д., Белова Г. Ф. Физические основы проектирования кремниевых цифровых интегральных микросхем в монолитном и гибридном исполнении: учеб. пособие(Москва: Лань).
4. Лозовский В. Н., Лозовский С. В. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность: учебное пособие(Санкт-Петербург: Лань).
5. Романовский М. Н. Интегральные устройства радиоэлектроники. Часть 2. Элементы интегральных схем и функциональные устройства(Москва: ТУСУР (Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники)).
6. Смирнов С. В. Методы и оборудование контроля параметров технологических процессов производства наногетероструктур и наногетероструктурных монолитных интегральных схем(Москва: ТУСУР (Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники)).
7. Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы: учеб. пособие(Москва: Лань).
8. Марголин В. И., Жабрев В. А., Лукьянов Г. Н., Тупик В. А. Введение в нанотехнологию(Москва: Лань).
9. Черепанов А. К. Микросхемотехника: Учебник(Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М").
10. Кольцов Г. И., Мадоян С. Г., Диденко С. И. Теория и расчет полупроводниковых приборов и интегральных схем: методические указания(Москва: МИСИС).
11. Томилин В. И., Толстихин А. К., Борисенко И. Г. Физико-химические основы технологических процессов: учебное пособие(Красноярск: СФУ).
12. Ковалевская О. В. Нанотехнологии в машиностроении: учеб.-метод. пособие [для студентов напр. подг. 151900.68 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»] (Красноярск: СФУ).
13. Спектор Ю. Е., Еромасов Р. Г. Физико-химические основы получения полупроводниковых материалов: учеб.-метод. пособие для практ. занятий(Красноярск: СФУ).
14. Романовский М. Н. Интегральные устройства радиоэлектроники. Часть 1. Основные структуры полупроводниковых интегральных схем (Москва: ТУСУР (Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники)).

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. • Delta Design 2.0;
2. • MathWORKS MatLAB 2008b;
3. • Adobe Acrobat Reader;
4. • Microsoft Office (MS Word, MS Excel, MS PowerPoint) или аналогичное свободно распространяемое программное обеспечение.

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. • официальный web-сайт СФУ;
2. • система электронного обучения СФУ;
3. • электронная библиотечная система СФУ;
4. • электронные библиотечные системы: издательство «Лань»;
5. • научная электронная библиотека E-library;
6. • электронные библиотечные системы: Znaniun.com.

5 Фонд оценочных средств

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине используются специальные помещения из аудиторного фонда ИКИТ СФУ, представляющие собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Специальные помещения должны быть укомплектованы вычислительной техникой с установленным набором необходимого технического и программного обеспечения и возможностью выхода в локальную сеть СФУ и сеть «Интернет». Лекционные занятия должны проводиться в специальных помещениях, оборудованных системами прямой/обратной проекции для доведения учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены вычислительной техникой с возможностью подключения к локальной сети СФУ и сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СФУ.