

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 12.10.2023 12:49:17

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Основы технологии электронной компонентной базы

Закреплена за подразделением

Кафедра ППЭ и ФПП

Направление подготовки

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Профиль

Квалификация

Инженер-исследователь

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

5 ЗЕТ

Часов по учебному плану

180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 8

аудиторные занятия

68

самостоятельная работа

76

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
	Неделя			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	76	76	76	76
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

к.тн, доцент, Леготин Сергей Александрович

Рабочая программа

Основы технологии электронной компонентной базы

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, 11.03.04-БЭН-23_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра ППЭ и ФПП

Протокол от 21.06.2022 г., №11

Руководитель подразделения Диденко Сергей Иванович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Целью освоения дисциплины является формирование у студентов компетенций в соответствие с учебным планом:
1.2	сформировать понятия основных технологических процессов изготовления и промышленного производства широкого класса изделий микро- и нанoeлектроники.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.09
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Дефекты в оптоэлектронных полупроводниковых приборах на широкозонных материалах	
2.1.2	Ионно-плазменная обработка материалов	
2.1.3	Компьютерные технологии проектирования процессов нанoeлектроники	
2.1.4	Материаловедение ферритов и родственных магнитных систем	
2.1.5	Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ	
2.1.6	Основы технологии электронной компонентной базы. Технология тонких пленок	
2.1.7	Полевые полупроводниковые приборы	
2.1.8	Полупроводниковая нанoeлектроника	
2.1.9	Приемники оптического излучения	
2.1.10	Физика импульсного отжига	
2.1.11	Физико-математические модели процессов нанoeлектроники	
2.1.12	Физические основы электроники	
2.1.13	Функциональная нанoeлектроника	
2.1.14	Биполярные полупроводниковые приборы	
2.1.15	Инженерная математика	
2.1.16	Квантовая и оптическая электроника	
2.1.17	Технология материалов электронной техники	
2.1.18	Физика диэлектриков	
2.1.19	Физика конденсированного состояния	
2.1.20	Физика магнитных явлений	
2.1.21	Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники	
2.1.22	Актуальные проблемы современной электроники, нанoeлектроники и магнитоэлектроники	
2.1.23	Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике	
2.1.24	Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике	
2.1.25	Физические свойства кристаллов	
2.1.26	Электроника	
2.1.27	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.28	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.29	Электротехника	
2.1.30	Информатика	
2.1.31	Инженерная и компьютерная графика	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Методы математического моделирования	
2.2.2	Методы характеристики полупроводниковых материалов и структур	
2.2.3	Моделирование процессов и устройств полупроводниковой электроники	
2.2.4	Силовые полупроводниковые приборы	
2.2.5	Современные методы диагностики и исследования наногетероструктур	
2.2.6	Физика квантоворазмерных полупроводниковых композиций	
2.2.7	Физика наноструктур	
2.2.8	Физико-химия и технология наноструктур	
2.2.9	Высоковакуумное оборудование в нанoeлектронике	
2.2.10	Компьютерные технологии в исследованиях материалов электроники и нанoeлектроники	
2.2.11	Компьютерные технологии в научных исследованиях	
2.2.12	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой электроники	

2.2.13	Мессбауэровская спектроскопия материалов магнитоэлектроники и микросистемной техники
2.2.14	Микросхемотехника
2.2.15	Молекулярно-пучковая и МОС-гидридная технологии
2.2.16	Неразрушающие методы контроля процессов формирования гетерокомпозиций
2.2.17	Планирование научной деятельности
2.2.18	Приборные структуры на некристаллических материалах
2.2.19	Приборные структуры на широкозонных полупроводниках
2.2.20	Приборы и устройства магнитоэлектроники
2.2.21	Приборы и устройства на основе наносистем
2.2.22	Программирование микроконтроллеров
2.2.23	Специальные вопросы физики магнитных явлений в конденсированных средах Часть 1
2.2.24	Технология наногетероструктур
2.2.25	Конструирование светоизлучающих устройств
2.2.26	Магнитные наносистемы, наноматериалы и нанотехнологии
2.2.27	Оборудование для производства наногетероструктурных солнечных элементов
2.2.28	Основы надежности элементной базы электроники в условиях ионизирующего излучения космического пространства
2.2.29	Проектирование и технология электронной компонентной базы
2.2.30	Радиационно-технологические процессы в электронике
2.2.31	Технологии материалов для радиопоглощения и электромагнитного экранирования
2.2.32	Физика и техника магнитной записи
2.2.33	Физика СВЧ полупроводниковых приборов
2.2.34	Электроника органических полупроводников (материалы, технологии, приборы)
2.2.35	Электронные и оптические свойства широкозонных соединений A ₂ B ₆
2.2.36	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.37	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.38	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.39	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-5: Способность проводить анализ и выбор перспективных технологических процессов при производстве изделий микроэлектроники
Знать:
ПК-5-32 Электронную компонентную базу производства изделий электронной техники и микросборок
ПК-1: Способность контролировать подготовку и техническое оснащение рабочих мест на участках производства изделий микроэлектроники
Знать:
ПК-1-31 Технологический процессы производства изделий микроэлектроники
ПК-3: Способность проводить предварительные измерения опытных образцов изделий электронной техники
Знать:
ПК-3-31 Методики экспериментальных исследований опытных образцов изделий электронной техники
ПК-5: Способность проводить анализ и выбор перспективных технологических процессов при производстве изделий микроэлектроники
Знать:
ПК-5-31 Знать набор технических описаний на изделия электронной техники
ОПК-4: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие профилю подготовки, разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
Знать:
ОПК-4-31 Знать современные технологии создания и методы проектирования электронной компонентной базы

ПК-5: Способность проводить анализ и выбор перспективных технологических процессов при производстве изделий микроэлектроники
Знать:
ПК-5-34 Основные этапы проектирования и технологии изготовления изделий электронной техники и микросборок
ПК-5-33 Требования к оформлению технологической документации для изготовления опытного образца изделий электронной техники и микросборок
ПК-3: Способность проводить предварительные измерения опытных образцов изделий электронной техники
Уметь:
ПК-3-У5 Интерпретировать результаты испытаний опытной партии образцов изделий электронной техники в соответствии с поставленной задачей
ПК-3-У4 Уметь производить настройку и калибровку оборудования для проведения испытаний опытной партии образцов изделий электронной техники
ПК-5: Способность проводить анализ и выбор перспективных технологических процессов при производстве изделий микроэлектроники
Уметь:
ПК-5-У1 Определять необходимый набор технических описаний на изделия электронной техники и ее отдельные блоки в соответствии с требованиями технического задания
ПК-3: Способность проводить предварительные измерения опытных образцов изделий электронной техники
Уметь:
ПК-3-У6 Оформлять протокол измерений и испытаний опытной партии образцов изделий электронной техники
ПК-1: Способность контролировать подготовку и техническое оснащение рабочих мест на участках производства изделий микроэлектроники
Уметь:
ПК-1-У1 Уметь настраивать необходимое оборудование для проведения испытаний опытных образцов изделий электронной техники
ОПК-4: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие профилю подготовки, разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
Уметь:
ОПК-4-У1 Понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для разработки электронной компонентой базы
ОПК-4-У2 Владеть информационными технологиями и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, проектировать и разрабатывать электронную компонентную базу
ПК-3: Способность проводить предварительные измерения опытных образцов изделий электронной техники
Уметь:
ПК-3-У3 Организовать калибровку и проведение поверки измерительного оборудования, находящегося в составе испытательных комплексов
ПК-3-У2 Проводить испытания опытных партий образцов изделий электронной техники согласно программе измерений и испытаний
ПК-3-У1 Настраивать необходимое оборудование для проведения испытаний опытных образцов изделий электронной техники
ПК-5: Способность проводить анализ и выбор перспективных технологических процессов при производстве изделий микроэлектроники
Владеть:
ПК-5-В1 Правилами описания набора технических требований на изделия электронной техники
ОПК-4: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие профилю подготовки, разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
Владеть:
ОПК-4-В1 Владеть компьютерными программами для расчета электронной компонентной базы
ПК-3: Способность проводить предварительные измерения опытных образцов изделий электронной техники
Владеть:
ПК-3-В2 Проводить измерения и испытания опытной партии образцов изделий электронной техники

ПК-3-В1	Правилами оформления протоколов измерений и испытаний опытной партии образцов изделий электронной техники
ПК-1: Способность контролировать подготовку и техническое оснащение рабочих мест на участках производства изделий микроэлектроники	
Владеть:	
ПК-1-В1	Оборудованием, необходимым для проведения испытаний опытных образцов изделий электронной техники
ПК-3: Способность проводить предварительные измерения опытных образцов изделий электронной техники	
Владеть:	
ПК-3-В3	Методами и средствами измерения параметров и характеристик электронных устройств в целом, отдельных узлов, блоков в процессе изготовления и эксплуатации, а также отдельных электронных компонентов изделий электронной техники

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Предварительная обработка пластин. Диэлектрические пленки.							
1.1	Предварительная обработка пластин. Диэлектрические пленки на кремнии. /Лек/	8	1	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-У2 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.4 Л2.8 Л2.10 Э1 Э3 Э4			
1.2	Проработка лекционного материала для подготовки к практическому занятию по теме "Расчет режимов термического окисления". /Ср/	8	8	ПК-1-31 ПК-3-У1	Л1.3Л2.4 Э1 Э4			
1.3	Подготовка к написанию контрольной работы №1 /Ср/	8	6	ПК-1-31	Л1.1 Л1.3Л2.7 Э4			
1.4	Написание контрольной работы №1 /Пр/	8	1	ПК-1-31 ПК-5-34	Л1.3 Э4			
1.5	Расчет процесса термического окисления (ЛР №1), подготовка конспекта /Лаб/	8	1	ПК-5-34 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Э2			
1.6	Расчет процесса термического окисления (ЛР №1), допуск к выполнению /Лаб/	8	1	ОПК-4-31 ОПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Э1 Э4			
1.7	Расчет процесса термического окисления (ЛР №1), выполнение ЛР (часть 1) /Лаб/	8	1	ПК-1-В1 ПК-5-31	Л1.1 Л1.2 Э1 Э4			
1.8	Расчет процесса термического окисления (ЛР №1), защита ЛР (часть 1) /Лаб/	8	1	ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Э1 Э4			
1.9	Расчет режимов термического окисления и диффузии (рп переход) /Пр/	8	1	ПК-1-31 ПК-5-34 ПК-5-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3 Э4			
1.10	Расчет процесса термического окисления (ЛР №1), выполнение ЛР (часть 2) /Лаб/	8	1	ПК-1-В1 ПК-5-31	Л2.1 Э2 Э3	-		
1.11	Расчет процесса термического окисления (ЛР №1), защита ЛР (часть 2) /Лаб/	8	1	ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-33	Л1.1			

	Раздел 2. Введение примесей в кремний. Эпитаксиальное наращивание.							
2.1	Диффузия примесей в полупроводник. Ионное легирование полупроводников. /Лек/	8	24	ПК-1-У1 ПК-5-32 ПК-5-34	Л1.1 Л1.3Л2.10 Л2.12 Л2.13 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.2	Выполнение и защита домашнего задания №1 /Ср/	8	12	ПК-5-32	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.8 Э2			
2.3	Расчет процессов диффузии /Пр/	8	1	ПК-5-У1	Л1.2 Л1.3 Э2 Э4			
2.4	Расчет процессов ионной имплантации. /Пр/	8	1	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-У2 ОПК-4-В1 ПК-5-32 ПК-5-34	Л1.3 Л2.4Л2.5 Л2.8 Э2 Э4			
2.5	Расчет режимов ионной имплантации (транзистор). /Пр/	8	1	ПК-5-32 ПК-5-34	Л1.3Л2.3 Л2.4 Э2 Э4			
2.6	Проработка лекционного материала для подготовки к практическому занятию по теме "Расчет процессов диффузии". /Ср/	8	8	ПК-5-32	Л1.1 Л1.3Л2.4 Л2.5 Э4			
2.7	Проработка лекционного материала для подготовки к практическому занятию по теме "Расчет процессов ионной имплантации". /Ср/	8	10	ПК-5-32 ПК-5-34	Л1.2 Л1.3Л2.4 Л2.5 Э4			
2.8	Подготовка к написанию контрольной работы №2. /Ср/	8	8	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-У2 ПК-1-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.5 Л2.6 Э4			
2.9	Рост эпитаксиальных пленок /Лек/	8	1	ПК-1-31 ПК-5-31 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.3Л2.5 Л2.12 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.10	Написание контрольной работы №2. /Пр/	8	1	ПК-1-31	Л1.1 Л1.3Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ2	
2.11	Расчет процесса ионной имплантации (ЛР №2), подготовка конспекта /Лаб/	8	1	ПК-5-31 ПК-5-33 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.3 Л2.12 Л2.13 Э2 Э4			
2.12	Расчет процесса ионной имплантации (ЛР №2), допуск к выполнению /Лаб/	8	1	ПК-5-34 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Э1 Э4			
2.13	Расчет процесса ионной имплантации (ЛР № 2), выполнение ЛР (часть 1) /Лаб/	8	1	ПК-5-33 ПК-5-34 ПК-5-У1	Л1.1 Л1.2 Э2 Э3			
2.14	Расчет процесса ионной имплантации (ЛР №2), защита ЛР /Лаб/	8	1	ОПК-4-31 ПК-5-31 ПК-5-33	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.15	Расчет процесса диффузии (ЛР №3), подготовка конспекта (часть 1) /Лаб/	8	1	ОПК-4-31 ПК-5-34	Л1.1 Л1.3 Э1 Э4			
2.16	Расчет процесса диффузии (ЛР №3), защита ЛР /Лаб/	8	1	ОПК-4-У2 ПК-5-33 ПК-5-34	Л1.1 Л1.3 Э1 Э4			

2.17	Расчет процесса диффузии (ЛР №3), допуск у выполнению /Лаб/	8	1	ОПК-4-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.3 Э1 Э4			
2.18	Расчет процесса диффузии (ЛР №3), выполнение ЛР (часть 1) /Лаб/	8	1	ОПК-4-У1 ПК-5-33	Л1.1 Л1.3 Э2 Э3			
2.19	Расчет процесса ионной имплантации (ЛР № 2), выполнение ЛР (часть 2) /Лаб/	8	1	ПК-5-32 ПК-5-33 ПК-5-31	Л1.1 Э2			
2.20	Расчет процесса диффузии (ЛР №3), выполнение ЛР (часть 2) /Лаб/	8	1	ОПК-4-31 ПК-5-У1	Л1.1 Л1.2			
2.21	Расчет процесса диффузии (ЛР №3), подготовка конспекта (часть 2) /Лаб/	8	1	ПК-5-33 ПК-5-34 ПК-5-У1	Л1.1 Л1.2			
	Раздел 3. Литография. Создание контактов.							
3.1	Классификация процессов литографии. Схема фотолитографического процесса, часть 1 /Лек/	8	1	ПК-1-31	Л1.2 Л1.3Л2.6 Л2.10 Л2.11 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.2	Фоторезисты. Основные свойства фоторезистов. Фотошаблоны. Технологические операции фотолитографии. /Лек/	8	1	ПК-5-32 ПК-5-34 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.3Л2.6 Л2.10 Л2.11 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.3	Свойства пленок алюминия. Электродиффузия в пленках алюминия. Методы получения металлических пленок, 1 часть /Лек/	8	1	ПК-1-31 ПК-5-31 ПК-5-34	Л1.3Л2.9 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.4	Решение задач по теме раздела /Пр/	8	1	ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.2 Л1.3Л2.6 Э4			
3.5	Создание омических контактов к ИС. Использование силицидов металлов. Многослойная разводка. /Лек/	8	1	ОПК-4-У1 ПК-1-31	Л1.1 Л1.3Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.6	Подготовка к написанию контрольной работы №3 /Ср/	8	8	ПК-5-32 ПК-5-34 ПК-5-В1	Л1.2 Л1.3 Э4			
3.7	Написание контрольной работы № 3, практическая часть /Пр/	8	1	ПК-5-32 ПК-5-34 ПК-5-В1	Л1.3 Э1 Э4			
3.8	Классификация процессов литографии. Схема фотолитографического процесса, часть 2 /Лек/	8	1	ПК-5-34 ПК-5-У1	Л1.1 Э1 Э4			
3.9	Свойства пленок алюминия. Электродиффузия в пленках алюминия. Методы получения металлических пленок, 2 часть /Лек/	8	1	ПК-5-31 ПК-5-32	Л1.1 Л1.3 Э3 Э4			
3.10	Написание контрольной работы № 3, теоретическая часть /Пр/	8	1	ПК-5-34 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.3 Э1 Э4			

	Раздел 4. Технологические маршруты создания изделий электронной техники. Методы измерения опытных образцов изделий электронной техники. Технологическая документация для изготовления изделия электронной техники.							
4.1	Технологические процессы создания диодов. Технологический процесс создания биполярного и МОП-транзистора. Способы изоляции элементов интегральных схем, пассивные элементы. МОП- и КМОП- процессы. КМОП КНС- и КНИ- процессы. БиКМОП процесс, часть 1 /Лек/	8	1	ОПК-4-У1 ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-33 ПК-5-34 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3 Э4			
4.2	Разработка технических описаний на отдельные блоки изделий электронной техники, часть 1 /Пр/	8	1	ПК-5-31 ПК-5-33 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.2 Л1.3Л2.6 Э4			
4.3	Оформлению технологической документации для изготовления опытного образца изделий электронной техники и микросборок, часть 1 /Пр/	8	1	ПК-1-31 ПК-5-33 ПК-5-34 ПК-5-У1	Л1.2 Л1.3Л2.6 Э3 Э4			
4.4	Разработка методик экспериментальных исследований изделий электронной техники. Измерительные стенды. Составление актов экспериментальных исследований, часть 1 /Пр/	8	1	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-У3 ПК-3-У4	Л1.3Л2.2 Л2.3 Л2.9 Л2.12 Л2.13 Э4			
4.5	Выполнение и защита домашнего задания №3 /Ср/	8	5	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-У3 ПК-3-У4 ПК-3-У5 ПК-3-У6 ПК-3-В1 ПК-3-В2 ПК-3-В3	Л1.2 Л1.3 Э4			
4.6	Выполнение и защита домашнего задания №2 /Ср/	8	11	ПК-1-31 ПК-3-В3 ПК-5-32 ПК-5-33 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э4			
4.7	Технологические процессы создания диодов. Технологический процесс создания биполярного и МОП-транзистора. Способы изоляции элементов интегральных схем, пассивные элементы. МОП- и КМОП- процессы. КМОП КНС- и КНИ- процессы. БиКМОП процесс, часть 2 /Лек/	8	1	ОПК-4-У1 ПК-5-33 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.3 Э4			

4.8	Разработка технических описаний на отдельные блоки изделий электронной техники, часть 2 /Пр/	8	1	ПК-5-33 ПК-5-34 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Э1 Э4			
4.9	Разработка технических описаний на отдельные блоки изделий электронной техники, часть 3 /Пр/	8	1	ПК-5-33 ПК-5-34 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.2 Л1.3 Э4			
4.10	Разработка технических описаний на отдельные блоки изделий электронной техники, часть 4 /Пр/	8	1	ОПК-4-31 ПК-5-34 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.3 Э4			
4.11	Оформлению технологической документации для изготовления опытного образца изделий электронной техники и микросборок, часть 2 /Пр/	8	1	ОПК-4-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Э4			
4.12	Оформлению технологической документации для изготовления опытного образца изделий электронной техники и микросборок, часть 3 /Пр/	8	1	ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.2 Л1.3 Э4			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
--------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

КМ1	Контрольная работа № 1	ПК-1-31;ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-У2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перечислить критерии годности полупроводниковых пластин после механической обработки: 2. Температуростойкость (требование к полупроводниковым материалам). 3. Расшифровать КЭФ 4,5/0,4 4. Абразивной способностью (свойство абразивного материала) – 5. Резка диском с алмазной внутренней кромкой. Описать суть метода. 6. Перечислить свойства абразивных материалов 7. Перечислить требования, предъявляемые к полупроводниковым материалам 8. Резка диском с алмазной внутренней кромкой. Описать суть метода. 9. Механическая стойкость (свойство абразивного материала) – 10. Физически адсорбированные загрязнения – 11. Химическая стойкость (свойство абразивного материала) – 12. Основными целями теххимических процессов подготовки подложек ИМС являются: 13. Полировка полупроводниковых пластин. Назначение и суть процесса. 14. Перечислить способы разделения полупроводниковых пластин на кристаллы 15. Шлифовка полупроводниковых пластин. Назначение и суть процесса. 16. Монокристалличность структуры (требование к полупроводниковым материалам). 17. Перечислить виды загрязнений полупроводниковых подложек. 18. Разламывание пластин после скрайбирования. Перечислить способы разламывание. Рассмотреть плюсы/минусы каждого способа. 19. Классификация загрязнений полупроводниковых пластин. 20. Стойкость к атмосферному воздействию (требование к полупроводниковым материалам). 21. Классификация загрязнений полупроводниковых пластин. 22. Резка диском с алмазной внутренней кромкой. Описать суть метода. 23. Основные характеристики диффузионных слоев. 24. Твердостью (свойство абразивного материала) – 25. Перечислить критерии годности полупроводниковых пластин после механической обработки 26. Абразивной способностью (свойство абразивного материала) – 27. Резка металлическими полотнами с применением абразива. Описать суть метода. 33. Химическая обработка полупроводниковых подложек. Назначение процесса. Перечислить основные травители. 34. Отмывка полупроводниковых подложек. Суть и назначения процесса. Перечислить основные растворители. 36. Электрохимическая обработка полупроводниковых подложек. Описать процесс. 37. Парогазовая обработка кремниевых подложек. Назначение и суть процесса. 38. Ионно-плазменная обработка подложек. Назначение и суть процесса. 39. Плазмохимическая обработка подложек. Назначение и суть процесса. 40. Осаждение гальванических покрытий. Назначение и суть процесса.
-----	------------------------	------------------------------------	---

КМ2	Контрольная работа № 2	ПК-1-В1;ПК-3-У5;ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-3-У3;ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-3-У6	<ol style="list-style-type: none"> 1. Приведите методы расчета режимов процесса диффузии. 2. Четырехзондовый метод определения поверхностного сопротивления. 3. В чем состоят преимущества двухстадийного процесса диффузии примесей? 4. Какова методика определения глубины залегания р - n-переходов? 5. Назовите методы осуществления процессов диффузии. 6. В чем заключается второе уравнение Фика? 7. Как зависит коэффициент диффузии от температуры. 8. Что означает металлургическая граница р-n-перехода? 9. Какие виды источников примеси существуют? 10. Какие граничные и начальные условия соответствуют случаю диффузии примесей из бесконечного источника? из ограниченного источника? 11. Какой вид имеет решение уравнения диффузии в случае бесконечного источника? ограниченного источника? 12. Чему обычно равна поверхностная концентрация примеси на стадии загонки? 13. Зависит ли поверхностная концентрация примеси от времени на стадии разгонки? 14. Какие физические механизмы определяют потери энергии движущихся ионов в процессе их торможения в твердом теле? 15. От каких факторов зависит глубина проникновения ионов в полупроводник и как ее можно определить? 16. В каких случаях аппроксимация профиля распределения концентрации примесных атомов в кремнии описывается кривой Гаусса, в каких - кривой Пирсона? 17. Укажите пути управления профилем распределения концентрации примеси по толщине полупроводника. 18. Каков характер возникающих дефектов при ионном легировании и их распределение по толщине полупроводника? 19. Каким образом можно восстановить нарушенную структуру полупроводника после ионного легирования? 20. В чем заключается эффект каналирования? 21. Укажите особенности ионного легирования при высоких дозах ионов. 22. Из каких основных блоков состоит оборудование для ионного легирования? 23. Чем отличаются диоды, созданные ионным легированием, от диодов, полученных методом термической диффузии? На каких параметрах диодов сказывается это отличие? 24. При каком условии с помощью ионного легирования можно получить скрытую область р-типа в полупроводнике n-типа проводимости? 25. В чем заключаются преимущества и недостатки метода ионного легирования? 26. Характеристики процесса имплантации 27. Основные типы дефектов, образующихся при ионном легировании полупроводника 28. Распределение примеси в интегральных структурах 29. Ионные источники 30. Преимущества метода ионной имплантации 31. Активация внедренной примеси при термическом отжиге 32. Формирование р - n-переходов с помощью ионной имплантации
-----	------------------------	---	---

КМЗ	Контрольная работа № 3	ОПК-4-У1;ПК-1-31;ПК-3-У1;ПК-3-У2;ОПК-4-31	<ol style="list-style-type: none"> 1. Литография (определение). 2. Экспонирование – это 3. Перечислить основные этапы контактной фотолитографии. 4. Перечислить процессы, входящие в цикл обратной фотолитографии. 5. В каких случаях применяют обратную фотолитографию? 6. Чем определяются свойства негативных фоторезистов? 7. На каком процессе основа образование рельефа при использовании позитивных фоторезистов? 8. Каким методом наносится фоторезист? 9. Перечислить основные достоинства фотолитографического процесса. 10. Топологический чертеж – это 11. Фотошаблон – это 12. Проявление рисунка – это 13. Разрешающая способность литографического процесса – 14. Светочувствительность – это 15. Что должно содержать задание на изготовление фотошаблонов? 16. Перечислить процессы, входящие в цикл прямой фотолитографии 17. Перечислить основные свойства фоторезистов. 18. Перечислить виды литографий по типу излучений 19. Стойкость к воздействию агрессивных факторов – это 20. Перечислить марки негативных фоторезистов. 21. Перечислите позитивные фоторезисты. 22. Разрешающая способность - это 23. Чем меньше длина волны излучения, тем...продолжить фразу 24. Фоторезист – это 25. Каким методом можно изготовить фотошаблон? 26. Стабильность эксплуатационных свойств фоторезистов – это 27. Проекционная фотолитография (кратко описать процесс). 28. Шаблон для рентгенолитографии 29. Привести пример негативных электронорезистов. 30. Перечислить марки негативных фоторезистов. 31. Варианты оптической проекционной фотолитографии
-----	------------------------	---	--

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Домашняя работа № 1	ПК-3-У5;ОПК-4-У1;ОПК-4-31;ОПК-4-У2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Построить профиль распределения примеси (акцепторной и донорной) при изготовлении p-n перехода диффузией из постоянного источника. 2. Построить профиль распределения примеси (акцепторной и донорной) при изготовлении p-n перехода диффузией из ограниченного источника. 3. Построить профиль распределения примеси (акцепторной и донорной) при получении p-n перехода двухстадийной диффузией. 4. Построить профиль распределения примеси (акцепторной и донорной) при получении диффузионной транзисторной структуры p-r-p и r-p-r. <p>Варианты задание выдается преподавателем в соответствии списку.</p>
P2	Домашняя работа № 2	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-3-У3;ПК-3-У4;ПК-3-У5;ПК-3-У6;ПК-3-В1;ПК-3-В2;ПК-3-В3	<p>Разработать технологический маршрут изготовления изделий (или маршрутную карту). Разработать методику экспериментальных исследований.</p> <p>Тип изделия выдается преподавателем в соответствии списку.</p> <p>Типовой пример домашнего задания в Приложении.</p>
P3	Домашняя работа № 3	ПК-3-В3;ПК-3-В2	<p>Разработка измерительного стенда/эскизной документации на стенд. Измерение изделия электронной техники в соответствии с выбранной методикой. Анализ полученных результатов.</p> <p>Составление акта экспериментальных исследований.</p> <p>Тип изделия выдается преподавателем в соответствии списку.</p> <p>Типовой пример домашнего задания в Приложении.</p>

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Зачет по курсу проходит в устной форме в виде ответа на вопросы из билета и дополнительные, задаваемые преподавателем.

Билет состоит из двух теоретических вопросов и одной задачи, варианты которых представлены в ФОС в разделе "Вопросы для самостоятельной подготовки". Билеты хранятся на кафедре.

Пример типового билета приведен в Приложении.

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

По дисциплине для получения допуска к зачету студент должен полностью выполнить учебный план: написать все контрольные работы, выполнить домашние задания.

Оценки за контрольную работу выставляются по следующим критериям:

- а) «отлично» – студент правильно решил задачи и полно ответил на все теоретические вопросы;
- б) «хорошо» – студент решил задачи и недостаточно полно ответил на все теоретические вопросы;
- в) «удовлетворительно» – студент неправильно решил задачи, неполно ответил на теоретические вопросы;
- г) «неудовлетворительно» – студент не решил задачу, не ответил на теоретические вопросы.

Оценка н зачете формируется следующим образом:

- а) «отлично» – студент правильно решил задачу, исчерпывающе ответил на теоретические вопросы билета и на дополнительные, заданные преподавателем. При этом показывает глубокие знания в объеме пройденной программы, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного;
- б) «хорошо» – студент правильно решил задачу, но на теоретические вопросы из состава билета и на дополнительные вопросы, заданные преподавателем, ответил недостаточно полно, допустил незначительные ошибки;
- в) «удовлетворительно» – студент не решил задачу, или не ответил на один из вопросов билета, недостаточно уверенно, с ошибками излагает материал, после дополнительных и наводящих вопросов формулирует ответ;
- г) «неудовлетворительно» – студент не решил задачу, неполно, с грубыми ошибками ответил на оба теоретических вопроса, не понимает сущности излагаемого вопроса, не ориентируется в программе курса.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Курнос А. И., Юдин В. В.	Технология производства полупроводниковых приборов: для вузов по спец. 'Полупроводники и диэлектрики' и 'Полупроводниковые приборы'	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1979
Л1.2	Курнос А. И., Юдин В. В.	Технология производства полупроводниковых приборов: учеб. пособие для вузов по спец. 'Полупроводники и диэлектрики'	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1974
Л1.3	Курнос А. И., Юдин В. В.	Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем: Учеб. пособие для вузов по спец. 'Полупроводники и диэлектрики' и 'Полупроводниковые приборы'	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1986

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Юрчук Сергей Юрьевич, Орлова Марина Николаевна	Основы математического моделирования: учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2009

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.2	Таперо Константин Иванович	Расчет частоты и вероятности возникновения одиночных сбоев в БИС: метод. указания к выполн. курсовых работ по дисциплине 'Основы радиационной стойкости изделий электронной техники космического применения'	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2006
Л2.3	Кольцов Геннадий Иосифович, Диденко Сергей Иванович, Орлова Марина Николаевна	Теория и расчет полупроводниковых приборов. Твердотельная электроника: лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2010
Л2.4	Юрчук Сергей Юрьевич	Математическое моделирование технологических процессов электронной техники: Лаб. практикум для студ. спец. 20.02	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1997
Л2.5	Юрчук Сергей Юрьевич	Математические модели технологических процессов, приборов и интегральных схем: Учеб. пособие для практ. занятий студ. спец. 200.200	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1999
Л2.6	Ладыгин Евгений Александрович, Мурашев Виктор Николаевич, Лагов Петр Борисович	Проектирование и конструирование полупроводниковых приборов, ИС и БИС: Разд.: Проектирование и расчет КМОП-схем с коротким каналом: Учеб. пособие по курсовому проектированию для студ. спец. 2002.00	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2000
Л2.7	Ладыгин Евгений Александрович, Мурашев Виктор Николаевич, Мельников Александр Львович, др.	Проектирование СБИС: Разд.: Элементная база СБИС: Курс лекций для студ. спец. 0629	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2001
Л2.8	Юрчук Сергей Юрьевич, Мурашев Виктор Николаевич	Моделирование полупроводниковых приборов: Курс лекций для студ. спец. 200100- Микроэлектроника и твердотельная электроника	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2001
Л2.9	Мурашев Виктор Николаевич, Леготин Сергей Александрович, Корольченко Алексей Сергеевич, Орлова Марина Николаевна	Физика фотопреобразователей: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2011
Л2.10	Юрчук Сергей Юрьевич	Компьютерное моделирование нанотехнологий, наноматериалов и наноструктур. Моделирование наносистем методами молекулярной динамики: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.11	Юрчук Сергей Юрьевич	Компьютерное моделирование нанотехнологий, наноматериалов и наноструктур. Математическое моделирование фотолитографических процессов и процессов электронной литографии при создании субмикронных структур с нанометровыми размерами: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013
Л2.12	Астахов Владимир Петрович, Леготин Сергей Александрович, Кузьмина Ксения Андреевна	Основы технологии электронной компонентной базы (N 2551): практикум	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2016
Л2.13	Леготин Сергей Александрович, Краснов А. А., Ельников Д. С., др.	Проектирование и технология электронной компонентной базы. Полупроводниковые приемники излучений (N 2550): курс лекций	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2018

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	ЭБС "Лань"	https://e.lanbook.com
Э2	Электронная библиотека МИСиС	http://elibrary.misis.ru/
Э3	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	window.edu.ru
Э4	Курс "Основы технологии электронной компонентной базы" на платформе LMS "Canvas"	https://lms.misis.ru/enroll/GT4EFC

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	LMS Canvas
П.3	MS Teams
П.4	ОС Linux (Ubuntu) / Windows
П.5	MATLAB
П.6	MATCAD
П.7	ESET NOD32 Antivirus
П.8	КОМПАС-3D v17
П.9	AutoCAD
П.10	ABINIT

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	eLIBRARY.RU: http://elibrary.ru/
И.2	Nano a natureresearch solution: https://nano.nature.com
И.3	SpringLink https://link.springer.com/
И.4	Курс " Основы технологии электронной компонентной базы" на платформе MLS "Canvas"
И.5	Электронная библиотека МИСиС http://elibrary.misis.ru/
И.6	Единое окно доступа к образовательным ресурсам window.edu.ru
И.7	ЭБС "Лань" https://e.lanbook.com

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
------	------------	-----------

К-506	Лаборатория	автоматизированный лабораторный стенд п/п приборов в комплекте (Agilent3420A, Textronix AFG3252, Keithley 2401, Textronix TDS3054C); осциллограф С1-93; измеритель параметров пп Л2-56; вольтметр В7-77; вольтметр GDM-8145; междисциплинарная лабораторная платформа с комплектом ПО NI ELVIS II+ (3 шт.); учебные платы "Цифровые элементы информационно-измерительной техники" (5 шт.); платы по изучению и программированию микроконтроллеров NI Frescale (5шт.); плата "Основы цифровой техники и программирования ПЛИС" (5 шт.); учебный комплекс по технологии изготовления печатных плат; ПК; пакет лицензионных программ MS Office, компьютеры с ПО для проведения лабораторных работ (4 шт.)
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
К-506	Лаборатория	автоматизированный лабораторный стенд п/п приборов в комплекте (Agilent3420A, Textronix AFG3252, Keithley 2401, Textronix TDS3054C); осциллограф С1-93; измеритель параметров пп Л2-56; вольтметр В7-77; вольтметр GDM-8145; междисциплинарная лабораторная платформа с комплектом ПО NI ELVIS II+ (3 шт.); учебные платы "Цифровые элементы информационно-измерительной техники" (5 шт.); платы по изучению и программированию микроконтроллеров NI Frescale (5шт.); плата "Основы цифровой техники и программирования ПЛИС" (5 шт.); учебный комплекс по технологии изготовления печатных плат; ПК; пакет лицензионных программ MS Office, компьютеры с ПО для проведения лабораторных работ (4 шт.)
К-506	Лаборатория	автоматизированный лабораторный стенд п/п приборов в комплекте (Agilent3420A, Textronix AFG3252, Keithley 2401, Textronix TDS3054C); осциллограф С1-93; измеритель параметров пп Л2-56; вольтметр В7-77; вольтметр GDM-8145; междисциплинарная лабораторная платформа с комплектом ПО NI ELVIS II+ (3 шт.); учебные платы "Цифровые элементы информационно-измерительной техники" (5 шт.); платы по изучению и программированию микроконтроллеров NI Frescale (5шт.); плата "Основы цифровой техники и программирования ПЛИС" (5 шт.); учебный комплекс по технологии изготовления печатных плат; ПК; пакет лицензионных программ MS Office, компьютеры с ПО для проведения лабораторных работ (4 шт.)

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

При изучении дисциплины рекомендуется прорабатывать материал до проведения занятия, используя указанную литературу в разделе "Содержание", методические указания.

Все материалы по дисциплине: курс лекций по разделам, презентации, типовые вопросы и задачи, рекомендуемая литература приведены в соответствующем курсе на платформе MLS "Canvas".