

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Полупроводниковые материалы и структуры

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ И
ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.07.01.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 4; 2 семестр - 4; всего - 8
Часов (всего) по учебному плану:	288 часа
Лекции	1 семестр - 32 часа; 2 семестр - 32 часа; всего - 64 часа
Практические занятия	1 семестр - 16 часов; 2 семестр - 16 часов; всего - 32 часа
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	1 семестр - 95,7 часа; 2 семестр - 93,5 часа; всего - 189,2 часа
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой Экзамен	1 семестр - 0,3 часа; 2 семестр - 2,5 часа; всего - 2,8 часа

Москва 2020

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Антонов В.А.
	Идентификатор	R9081edee-AntonovVA-4b80b823

(подпись)

В.А. Антонов

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Холодный Д.С.
	Идентификатор	R0bac9dac-KholodnyDS-6393810f

(подпись)

Д.С. Холодный

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Славинский А.З.
	Идентификатор	R99b3b9ab-SlavinskyAZ-c08f5214

(подпись)

А.З. Славинский

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Целью освоения дисциплины является изучение технологических методов изготовления полупроводниковых приборов и интегральных схем, рассмотрении перспективных направлений развития электронных приборов и технологических методов их изготовления.

Задачи дисциплины

- изучение технологических методов изготовления полупроводниковых приборов и интегральных схем (ИС);
- овладение методами расчета параметров технологических режимов и их связи с параметрами полупроводниковых приборов и ИС;
- изучение современных методов создания ИС, позволяющих получить нанометровые топологические размеры;
- изучение методов изготовления соединений между элементами ИС.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен проводить и разрабатывать технологические процессы изготовления материалов и изделий микро- и нанoeлектроники с заданными свойствами	ИД-2ПК-1 1 Умеет выбирать перспективные материалы микро- и нанoeлектроники	знать: - свойства полупроводников и материалов, используемых при производстве приборов и интегральных схем.. уметь: - обосновывать выбор материалов, необходимых для производства приборов и ИС.
ПК-1 Способен проводить и разрабатывать технологические процессы изготовления материалов и изделий микро- и нанoeлектроники с заданными свойствами	ИД-3ПК-1 Выбирает технологические процессы и их режимы для изготовления изделий микрои нанoeлектроники	знать: - технологические методы и режимы изготовления изделий микро- и нанoeлектроники. уметь: - выбирать технологические режимы производства приборов и ИС.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Полупроводниковые материалы и структуры (далее – ОПОП), направления подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания		
				Контактная работа							СР					
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль			
КПР	ГК	ИККП	ТК													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	Основные положения и этапы развития микроэлектроники. Физические основы и методы механической обработки полупроводниковых материалов	24	1	6	-	2	-	-	-	-	-	16	-			
1.1	Основные положения и этапы развития микроэлектроники. Физические основы и методы механической обработки полупроводниковых материалов	24		6	-	2	-	-	-	-	-	-	16		-	
2	Маркировка слитков Ge и Si. Трансмутационное легирование слитков Si. Получение сплавных p – n переходов и создание омических контактов	21		6	-	3	-	-	-	-	-	-	12		-	<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [4], 23-32
2.1	Маркировка слитков Ge и Si. Трансмутационное легирование слитков	21		6	-	3	-	-	-	-	-	-	12		-	

	Si. Получение сплавных р – п переходов и создание омических контактов													
3	Химическая, электрохимическая, плазмохимическая, газовая обработка полупроводниковых пластин.	27		7	-	4	-	-	-	-	-	16	-	
3.1	Химическая, электрохимическая, плазмохимическая, газовая обработка полупроводниковых пластин.	27		7	-	4	-	-	-	-	-	16	-	
4	Защитные диэлектрические плёнки в планарной технологии	27		7	-	4	-	-	-	-	-	16	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 122-135
4.1	Защитные диэлектрические плёнки в планарной технологии	27		7	-	4	-	-	-	-	-	16	-	
5	Получение полупроводниковых структур методом эпитаксии	27		6	-	3	-	-	-	-	-	18	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 172- 202
5.1	Получение полупроводниковых структур методом эпитаксии	27		6	-	3	-	-	-	-	-	18	-	
	Зачет с оценкой	18.0		-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	144.0		32	-	16	-	-	-	-	0.3	78	17.7	
	Итого за семестр	144.0		32	-	16	-	-	-	-	0.3	95.7		
6	Планарная технология. Получение р-п переходов методом	36	2	10	-	6	-	-	-	-	-	20	-	

	диффузии.												
6.1	Планарная технология. Получение р-п переходов методом диффузии.	36	10	-	6	-	-	-	-	-	20	-	
7	Ионное легирование полупроводниковых пластин. Режимы отжига	36	10	-	6	-	-	-	-	-	20	-	
7.1	Ионное легирование полупроводниковых пластин. Режимы отжига	36	10	-	6	-	-	-	-	-	20	-	
8	Фотолитография, иммерсионная литография, рентгено- и электронная литография.	36	12	-	4	-	-	-	-	-	20	-	<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [2], 135-170
8.1	Фотолитография, иммерсионная литография, рентгено- и электронная литография.	36	12	-	4	-	-	-	-	-	20	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	-	-	-	2.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	32	-	16	-	-	-	-	2.5	60	33.5	
	Итого за семестр	144.0	32	-	16	-	-	-	-	2.5	93.5		
	ИТОГО	288.0	-	64	-	32	-	-	-	2.8	189.2		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Основные положения и этапы развития микроэлектроники. Физические основы и методы механической обработки полупроводниковых материалов

1.1. Основные положения и этапы развития микроэлектроники. Физические основы и методы механической обработки полупроводниковых материалов

Поколения приборов электронной техники. Этапы развития микроэлектроники. Правило Мура. Понятие минимального топологического размера. Физические основы шлифования и полирования: хрупкое разрушение и пластическая деформация, создание технологических условий для реализации этих процессов. Определение критического размера абразивного зерна. Оптимизация процесса шлифования. Виды и свойства абразивных материалов. Способы резания слитков на пластины и пластин – на кристаллы..

2. Маркировка слитков Ge и Si. Трансмутационное легирование слитков Si. Получение сплавных p – n переходов и создание омических контактов

2.1. Маркировка слитков Ge и Si. Трансмутационное легирование слитков Si. Получение сплавных p – n переходов и создание омических контактов

Отечественные методы маркировки слитков Ge, Si и эпитаксиальных структур. Разброс электрических параметров слитков кремния, выращенных из легированных расплавов. Трансмутационное легирование кремния как метод, позволяющий получать слитки с минимальным разбросом параметров. Физические основы метода, виды ядерных превращений (β -распад) в слитках кремния при облучении высокоэнергетическими частицами. Лазерное легирование как метод сплавления. Влияние формы p-n перехода на его электрические характеристики на примере точечного p-n перехода. Определение омических контактов и роль сплавления при создании омических контактов.

3. Химическая, электрохимическая, плазмохимическая, газовая обработка полупроводниковых пластин.

3.1. Химическая, электрохимическая, плазмохимическая, газовая обработка полупроводниковых пластин.

Отмывка полупроводниковых пластин. Методы получения и контроль качества деионизованной воды. Контроль качества пластин после отмывки. Обезжиривание кремниевых пластин и травление в жидких травителях. Технологический процесс электрохимической обработки. Ионно-плазменная обработка полупроводниковых материалов. Газовая обработка кремниевых пластин. Электрохимическое травление кремния. Пористый кремний: способ получения, классификация, свойства, возможные области применения.

4. Защитные диэлектрические плёнки в планарной технологии

4.1. Защитные диэлектрические плёнки в планарной технологии

Назначение диэлектрических плёнок. Получение плёнок диоксида кремния термическим окислением, кинетика процесса, зависимость толщины слоя SiO₂ от времени окисления. Особенности окисления в сухом и влажном кислороде. Получение диоксида кремния методом пиролиза, осаждение диоксида кремния из газовой фазы. Низкотемпературные методы получения плёнок диоксида кремния. Методы получения и свойства нитрида кремния (Si₃N₄). Контроль параметров защитных диэлектрических плёнок.

5. Получение полупроводниковых структур методом эпитаксии

5.1. Получение полупроводниковых структур методом эпитаксии

Технология газофазной эпитаксии. Зависимость скорости эпитаксиального роста от концентрации тетрахлорида кремния (SiCl_4). Кинетика роста эпитаксиального слоя. Температурная зависимость скорости роста эпитаксиального слоя, обоснование выбора рабочей области температур. Методы легирования эпитаксиальных слоёв. Замещение SiCl_4 другими соединениями с меньшей энергией активации процесса. Оборудование и технология эпитаксиального выращивания кремния хлоридным методом. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Жидкофазные методы эпитаксии. Дефекты эпитаксиальных структур и методы их контроля. Виды оборудования для жидкофазной эпитаксии.

6. Планарная технология. Получение p-n переходов методом диффузии.

6.1. Планарная технология. Получение p-n переходов методом диффузии.

Понятие планарной технологии. Создание p-n переходов методом диффузии. Механизмы и основные уравнения диффузии. Диффузия из бесконечного и ограниченного источников. Распределение примесей в многослойной диффузионной структуре. Распределение примесей в реальных диффузионных структурах. Объяснение причин отклонения реальных данных от расчетных. Основные источники легирующих примесей. Технологические методы диффузии и оборудование. Методы контроля диффузионных структур.

7. Ионное легирование полупроводниковых пластин. Режимы отжига

7.1. Ионное легирование полупроводниковых пластин. Режимы отжига

Достоинства и ограничения метода ионного легирования (ИЛ). Оборудование для ИЛ, источники ионов, сепарирование ионов. Измерение дозы легирования. Распределение ионов в полупроводниковых мишенях. Аморфная мишень. Распределение ионов в мишени при наличии каналирования. Отжиг имплантированных структур. Зависимость температуры отжига от количества структурных нарушений в полупроводнике. Перевод примеси в электрически активное состояние путем отжига, метод имплантации с последующей аморфизацией кремния. Создание самосовмещенного изолированного электрода методом ИЛ. Создание контактов для «мелких» p-n переходов с помощью ионной имплантации.

8. Фотолитография, иммерсионная литография, рентгено- и электронная литография.

8.1. Фотолитография, иммерсионная литография, рентгено- и электронная литография.

Фотолитография в производстве полупроводниковых приборов. Процессы прямой и обращенной фотолитографии. Негативные и позитивные фоторезисты. Основные этапы фотолитографии: обработка поверхности, нанесение, сушка, задубливание и удаление фоторезиста (ФР). Экспонирование ФР УФ-излучением, ограничение топологических размеров. Современные технологические методы, позволяющие уменьшать топологический размер. Иммерсионная литография, рентгеновская и электронная литография и их влияние на топологические размеры ИС. Анализ схем установок иммерсионной и электронной литографии. Создание гетеропереходов как способ уменьшения топологических размеров ИС (примеры гетеропереходов).

3.3. Темы практических занятий

1. Вводная беседа. Расчёт количества промывок в деионизованной воде (2 часа). 1 семестр;
2. Расчёт оптимальных размеров абразивных порошков для шлифования. Расчёт критического. 1 семестр;
3. Транс мутационное легирование: запись ядерных реакций при транс мутационном

- легирования (2 часа). 1 семестр;
4. 4. Расшифровать и записать марки слитков Ge, Si и эпитаксиальных структур. Рассчитать зависимость толщины плёнки SiO₂ от времени термического окисления пластины кремния при окислении в сухом и во влажном кислороде, а также при окислении комбинированным методом (4 часа). 1 семестр;
5. 5. Окисление кремния при повышенном давлении (2 часа). 1 семестр;
6. 6. Рассчитать зависимость толщины пленки Si₃N₄ от времени (4 часа). 1 семестр;
7. 1. Рассчитать распределение примесей в многослойной диффузионной структуре (2 часа). 2 семестр;
8. 2. Рассчитать диффузию примесей в плёнки диоксида кремния и нитрида кремния, определить необходимую толщину пленок диоксида и нитрида для защиты кремния при диффузии (4 часа). 2 семестр;
9. 3. Рассчитать зависимость глубины залегания р-п перехода от времени диффузии при разных температурах. Рассчитать распределение быстро диффундирующей примеси (Au) в кремнии (2 часа). 2 семестр;
10. 4. Рассчитать время имплантации ионов примеси в пластину кремния. Рассмотреть случай малого времени имплантации и дать физическую интерпретации полученного результата. Рассчитать критический угол каналирования для кремния (2 часа). 2 семестр;
11. 5.- Рассчитать дозы ионного легирования, методы измерения дозы легирования (2 часа). 2 семестр;
12. 6. Рассчитать распределение примеси в кремнии при ионном легировании для случая аморфной мишени. Рассчитать распределение примеси после отжига имплантированной структуры (4 часа). 2 семестр.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)								Оценочное средство (тип и наименование)		
		1	2	3	4	5	6	7	8			
Знать:												
свойства полупроводников и материалов, используемых при производстве приборов и интегральных схем.	ИД-2ПК-1	+	+	+	+	+					Контрольная работа/КМ-1 Тест «Механическая обработка полупроводников. Маркировка слитков Ge, Si» Контрольная работа/КМ-2 Контрольная работа «Химическая обработка поверхности полупроводников. Трансмутационное легирование слитков Si» Контрольная работа/КМ-3 Контр. работа «Получение диэлектрических слоев на поверхности полупроводников.» Контрольная работа/КМ-4 Тест «Газовая и жидкостная эпитаксия слоёв кремния»	
технологические методы и режимы изготовления изделий микро- и нанoeлектроники	ИД-3ПК-1								+	+	+	Контрольная работа/КМ-5 Тест «Получение р-п переходов методом диффузии» Контрольная работа/КМ-6 Контрольная работа «Расчет диффузионных параметров» Контрольная работа/КМ-7 Контрольная работа «Получение р-п переходов методом ионного легирования» Контрольная работа/КМ-8 Тест «Современные методы литография»
Уметь:												
обосновывать выбор материалов, необходимых для производства приборов и ИС	ИД-2ПК-1	+	+	+	+	+					Контрольная работа/КМ-1 Тест «Механическая обработка полупроводников. Маркировка слитков Ge, Si»	

									<p>Контрольная работа/КМ-2 Контрольная работа «Химическая обработка поверхности полупроводников. Трансмутационное легирование слитков Si»</p> <p>Контрольная работа/КМ-3 Контр. работа «Получение диэлектрических слоев на поверхности полупроводников.»</p> <p>Контрольная работа/КМ-4 Тест «Газовая и жидкостная эпитаксия слоёв кремния»</p>	
выбирать технологические режимы производства приборов и ИС	ИД-3ПК-1						+	+	+	<p>Контрольная работа/КМ-5 Тест «Получение р-п переходов методом диффузии»</p> <p>Контрольная работа/КМ-6 Контрольная работа «Расчет диффузионных параметров»</p> <p>Контрольная работа/КМ-7 Контрольная работа «Получение р-п переходов методом ионного легирования»</p> <p>Контрольная работа/КМ-8 Тест «Современные методы литография»</p>

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1 Тест «Механическая обработка полупроводников. Маркировка слитков Ge, Si» (Контрольная работа)
2. КМ-2 Контрольная работа «Химическая обработка поверхности полупроводников. Трансмутационное легирование слитков Si» (Контрольная работа)
3. КМ-3 Контр. работа «Получение диэлектрических слоев на поверхности полупроводников.» (Контрольная работа)
4. КМ-4 Тест «Газовая и жидкостная эпитаксия слоёв кремния» (Контрольная работа)

2 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-5 Тест «Получение р-п переходов методом диффузии» (Контрольная работа)
2. КМ-6 Контрольная работа «Расчет диффузионных параметров» (Контрольная работа)
3. КМ-7 Контрольная работа «Получение р-п переходов методом ионного легирования» (Контрольная работа)
4. КМ-8 Тест «Современные методы литография» (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №1)

Прибавление баллов промежуточной аттестации для получения итоговой оценки по курсу

Экзамен (Семестр №2)

Прибавление баллов промежуточной аттестации для получения итоговой оценки по курсу

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Ефимов, И. Е. Основы микроэлектроники : учебник / И. Е. Ефимов, И. Я. Козырь . – 3-е изд., стер . – СПб. : Лань-Пресс, 2008 . – 384 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-0866-5 .;
2. Курносов, А. И. Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем : учебное пособие для вузов по специальностям "Полупроводники и диэлектрики" и "Полупроводниковые приборы" / А. И. Курносов, В. В. Юдин . – 3-е изд., перераб. и доп . – М. : Высшая школа, 1986 . – 368 с.;
3. Курносов, А. И. Технология производства полупроводниковых приборов : Учебное пособие для вузов по специальности "Полупроводники и диэлектрики" / А. И. Курносов, В. В. Юдин . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Высшая школа, 1974 . – 400 с.;

4. В. В. Кручинин, Ю. Н. Тановицкий, С. Л. Хомич- "Компьютерные технологии в науке, образовании и производстве электронной техники", Издательство: "Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники", Томск, 2012 - (155 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208586>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Windows Server / Серверная операционная система семейства Linux.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
6. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
7. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
8. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
9. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
10. База данных диссертаций ProQuest Dissertations and Theses Global - <https://search.proquest.com/pqdtglobal/index>
11. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
12. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
13. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
14. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-302, Учебная аудитория каф. "ФТЭМК"	парта со скамьей, стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-302, Учебная аудитория каф. "ФТЭМК"	парта со скамьей, стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-302, Учебная аудитория каф. "ФТЭМК"	парта со скамьей, стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	Е-316, Лаборатория каф. "ФТЭМК"	стол, шкаф для одежды, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, оборудование специализированное, компьютер персональный, принтер

	Е-310, Дисплейный класс каф. "ФТЭМК"	стол преподавателя, стол, стул, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, ноутбук, компьютер персональный, учебно-наглядное пособие
Помещения для консультирования	Е-310а, Кабинет сотрудников каф. "ФТЭМК"	кресло рабочее, стеллаж для хранения книг, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, сервер, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	ОПЛФ-14, Склад	шкаф для хранения инвентаря

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Технология полупроводниковых приборов и интегральных схем

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 КМ-1 Тест «Механическая обработка полупроводников. Маркировка слитков Ge, Si» (Контрольная работа)
- КМ-2 КМ-2 Контрольная работа «Химическая обработка поверхности полупроводников. Трансмутационное легирование слитков Si» (Контрольная работа)
- КМ-3 КМ-3 Контр. работа «Получение диэлектрических слоев на поверхности полупроводников.» (Контрольная работа)
- КМ-4 КМ-4 Тест «Газовая и жидкостная эпитаксия слоёв кремния» (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Основные положения и этапы развития микроэлектроники. Физические основы и методы механической обработки полупроводниковых материалов					
1.1	Основные положения и этапы развития микроэлектроники. Физические основы и методы механической обработки полупроводниковых материалов		+	+	+	+
2	Маркировка слитков Ge и Si. Трансмутационное легирование слитков Si. Получение сплавных p – n переходов и создание омических контактов					
2.1	Маркировка слитков Ge и Si. Трансмутационное легирование слитков Si. Получение сплавных p – n переходов и создание омических контактов		+	+	+	+
3	Химическая, электрохимическая, плазмохимическая, газовая обработка полупроводниковых пластин.					
3.1	Химическая, электрохимическая, плазмохимическая, газовая обработка полупроводниковых пластин.		+	+	+	+
4	Защитные диэлектрические плёнки в планарной технологии					
4.1	Защитные диэлектрические плёнки в планарной технологии		+	+	+	+
5	Получение полупроводниковых структур методом эпитаксии					
5.1	Получение полупроводниковых структур методом эпитаксии		+	+	+	+
Вес КМ, %:			25	25	25	25

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-5 КМ-5 Тест «Получение р-п переходов методом диффузии» (Контрольная работа)
 КМ-6 КМ-6 Контрольная работа «Расчет диффузионных параметров» (Контрольная работа)
 КМ-7 КМ-7 Контрольная работа «Получение р-п переходов методом ионного легирования» (Контрольная работа)
 КМ-8 КМ-8 Тест «Современные методы литография» (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Планарная технология. Получение р-п переходов методом диффузии.					
1.1	Планарная технология. Получение р-п переходов методом диффузии.		+	+	+	+
2	Ионное легирование полупроводниковых пластин. Режимы отжига					
2.1	Ионное легирование полупроводниковых пластин. Режимы отжига		+	+	+	+
3	Фотолитография, иммерсионная литография, рентгено-и электронная литография.					
3.1	Фотолитография, иммерсионная литография, рентгено-и электронная литография.		+	+	+	+
Вес КМ, %:			25	25	25	25