

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 09.07.2023 20:53:30

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)

Материаловедение полупроводников и диэлектриков

Закреплена за подразделением

Кафедра материаловедения полупроводников и диэлектриков

Направление подготовки

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Профиль

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

7 ЗЕТ

Часов по учебному плану

252

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 5, 6

аудиторные занятия

119

самостоятельная работа

133

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		6 (3.2)		Итого	
	УП	РП	УП	РП		
Неделя	18		18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	17	17	51	51
Лабораторные			34	34	34	34
Практические	34	34			34	34
Итого ауд.	68	68	51	51	119	119
Контактная работа	68	68	51	51	119	119
Сам. работа	76	76	57	57	133	133
Итого	144	144	108	108	252	252

Программу составил(и):

кфмн, Доцент, Подгорный Дмитрий Андреевич

Рабочая программа

Материаловедение полупроводников и диэлектриков

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 02.04.2015 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, 11.03.04-БЭН-22.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра материаловедения полупроводников и диэлектриков

Протокол от 28.06.2021 г., №07/21

Руководитель подразделения А.Р.Оганов

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель освоения дисциплины – формирование компетенций, в соответствие с учебным планом.
1.2	Сформировать представления о материаловедении полупроводников и диэлектриков, как научной дисциплине, изучающей закономерности образования полупроводниковых и диэлектрических фаз и обеспечивающей создание полупроводниковых и диэлектрических материалов с заданными свойствами.
1.3	Научить пониманию и анализу зависимости свойств полупроводниковых и диэлектрических материалов, используемых в микроэлектронике, нанoeлектронике, силовой электронике, оптоэлектронике, солнечной энергетике, спинэлектронике от химического и фазового состава, структурного совершенства.
1.4	Научить умению прогнозировать и рассчитывать свойства полупроводниковых и диэлектрических материалов, в том числе при работе их в приборных устройствах в течение длительного времени.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Математическая статистика и анализ данных	
2.1.2	Методы математической физики	
2.1.3	Основы квантовой механики	
2.1.4	Практическая кристаллография	
2.1.5	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.6	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.7	Физика	
2.1.8	Физическая химия	
2.1.9	Электротехника	
2.1.10	Математика	
2.1.11	Органическая химия	
2.1.12	Информатика	
2.1.13	Химия	
2.1.14	Инженерная и компьютерная графика	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Дефекты в оптоэлектронных полупроводниковых приборах на широкозонных материалах	
2.2.2	Ионно-плазменная обработка материалов	
2.2.3	Компьютерные технологии проектирования процессов нанoeлектроники	
2.2.4	Материаловедение ферритов и родственных магнитных систем	
2.2.5	Методы исследования материалов и структур электроники	
2.2.6	Нанoeлектроника полупроводниковых приборов и устройств	
2.2.7	Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ	
2.2.8	Основы технологии электронной компонентной базы. Технология тонких пленок	
2.2.9	Полевые полупроводниковые приборы	
2.2.10	Полупроводниковая нанoeлектроника	
2.2.11	Приемники оптического излучения	
2.2.12	Физика импульсного отжига	
2.2.13	Физико-математические модели процессов нанoeлектроники	
2.2.14	Физические основы электроники	
2.2.15	Функциональная нанoeлектроника	
2.2.16	Вакуумная и плазменная электроника	
2.2.17	Квантоворазмерные структуры в нанoeлектронике	
2.2.18	Магнитные измерения	
2.2.19	Оборудование производства ферритовых материалов и радиокерамики	
2.2.20	Основы радиационной стойкости изделий электронной техники	
2.2.21	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.22	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.23	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.24	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	

2.2.25	Приборы квантовой и оптической электроники
2.2.26	Процессы вакуумной и плазменной электроники
2.2.27	Светоизлучающие полупроводниковые приборы
2.2.28	Технология производства ферритовых материалов и радиокерамики
2.2.29	Физика взаимодействия частиц и излучений с веществом
2.2.30	Элементы и устройства магнитоэлектроники

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-2: Способность контролировать соблюдение режимов технологических операций, процессов производства изделий микроэлектроники

Знать:

ПК-2-31 классификацию полупроводниковых и диэлектрических материалов используемых в электронной технике

ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности

Знать:

ОПК-1-31 некоторые разделы физики и химии

ОПК-2: Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области

Знать:

ОПК-2-31 физические принципы заложенные в основе методов исследования материалов

УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач

Знать:

УК-1-31 физические основы технологических процессов и критерии выбора материалов

УК-2: Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения

Знать:

УК-2-31 основные свойства материалов используемых в электронной промышленности

ПК-2: Способность контролировать соблюдение режимов технологических операций, процессов производства изделий микроэлектроники

Уметь:

ПК-2-У2 моделировать отдельные этапы технологических процессов получения полупроводниковых и диэлектрических материалов и приборов твердотельной электроники

ОПК-2: Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области

Уметь:

ОПК-2-У1 планировать и организовывать измерения физических свойств (электрических, оптических, магнитных, механических и других) полупроводниковых, диэлектрических и металлических материалов

ПК-2: Способность контролировать соблюдение режимов технологических операций, процессов производства изделий микроэлектроники

Уметь:

ПК-2-У1 анализировать влияние легирующих и фоновых примесей, структурных дефектов на физические свойства полупроводниковых и диэлектрических материалов и приборных структур твердотельной электроники

УК-2: Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения

Уметь:

УК-2-У1 разрабатывать составы и структуры полупроводниковых и диэлектрических материалов, в том числе наноматериалов, с заданными свойствами

УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач
Уметь:
УК-1-У1 устанавливать влияние различных параметров технологических процессов на свойства получаемых в ходе процессов материалов или приборов и корректировать – с целью получения материала или прибора с заданными свойствами
ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности
Уметь:
ОПК-1-У1 исследовать физические свойства полупроводниковых, диэлектрических и металлических материалов
ПК-2: Способность контролировать соблюдение режимов технологических операций, процессов производства изделий микроэлектроники
Владеть:
ПК-2-В1 расчетом процессов легирования и выращивания кристаллов и плёнок полупроводников и диэлектриков
ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности
Владеть:
ОПК-1-В1 методами оценки и расчета параметров материалов и приборных структур
ОПК-2: Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
Владеть:
ОПК-2-В1 использовать приборы и установки для измерения физических свойств (электрических, оптических, магнитных, механических) различных материалов и приборов твёрдотельной электроники

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. Химическая связь, фазовые состояния, структурные особенности и свойства твердых тел							
1.1	Основные свойства полупроводников, диэлектриков и металлов /Лек/	5	6	УК-2-31 ОПК-1-31 ОПК-2-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11 Л2.12 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1	Р1,Р2,Р3,Р4,Р5
1.2	Влияние легирования на термоэлектрические свойства полупроводниковых материалов /Лаб/	6	6	УК-1-У1 УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.6 Л1.9 Л1.10 Л2.1 Л2.4 Л2.9 Л2.10 Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8		КМ1	Р4

1.3	Кристаллическая структура основных полупроводников и металлов /Пр/	5	2	УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ПК-2-31	Л1.4 Л1.6Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1	Р1
1.4	Оценка электрических свойств полупроводников от степени легирования /Пр/	5	4	УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.3 Л1.6 Л1.8 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.4 Л2.6 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1	Р2
1.5	Подготовка к лабораторным работам и обработка данных лабораторных работ /Ср/	6	4	УК-1-У1 УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.4 Л2.9 Л2.10 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8			
1.6	Выполнение д/з №1 /Ср/	5	14	УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ПК-2-31	Л1.4 Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.9 Л2.10 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			
1.7	Подготовка к лекциям /Ср/	5	2	УК-2-31 ОПК-1-31 ОПК-2-31 ПК-2-31	Л1.3 Л1.4 Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1	
	Раздел 2. Химические связи							
2.1	Основные представления о химических связях /Лек/	5	6	УК-2-31 ОПК-1-31 ПК-2-31	Л1.4 Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.7 Л2.9 Л2.10 Л2.11 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1	
2.2	Особенности химических связей в полупроводниковых материалах /Пр/	5	4	УК-2-31 ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.4 Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1	
2.3	Подготовка к лекциям /Ср/	5	4	УК-2-31 ОПК-1-31 ПК-2-31	Л1.4 Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.7 Л2.9 Л2.10 Л2.11 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1	

	Раздел 3. Основные представления о строении и свойствах элементарных полупроводников, диэлектриков, двойных и тройных полупроводниковых соединений							
3.1	Химические связи, структура и свойства полупроводниковых и диэлектрических материалов и соединений и твёрдых растворов на их основе /Лек/	5	6	УК-1-31 УК-2-31 ОПК-1-31 ПК-2-31	Л1.4 Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1	Р2,Р5
3.2	Оценка свойств полупроводниковых материалов /Пр/	5	6	УК-1-31 УК-1-У1 УК-2-31 ОПК-1-31 ПК-2-31	Л1.4 Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1	Р2
3.3	Влияние состава твердого раствора при изовалентном замещении на ширину запрещенной зоны /Лаб/	6	5	УК-1-31 УК-1-У1 УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.6 Л2.8 Л2.9 Л2.10Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8			Р5
3.4	Подготовка к лабораторным работам и обработка данных лабораторных работ /Ср/	6	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.6 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8			
3.5	Написание реферата /Ср/	5	20	УК-1-У1 УК-2-31 ПК-2-31	Л1.4 Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			
3.6	Подготовка к лекциям /Ср/	5	2	УК-1-31 УК-2-31 ОПК-1-31 ПК-2-31	Л1.4 Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			

	Раздел 4. Структурные дефекты (несовершенства) в полупроводниках, диэлектриках и металлах							
4.1	Структурные дефекты в твёрдых кристаллических телах /Лек/	5	6	УК-1-31 УК-2-31 ОПК-1-31 ПК-2-31	Л1.4 Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.7 Л2.9 Л2.10 Л2.12 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ2	
4.2	Влияние дислокаций на время жизни неосновных носителей заряда /Лаб/	6	6	УК-1-У1 УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.9 Л2.10Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8			Р6
4.3	Оценка влияния концентрации структурных дефектов и их влияния на электрические свойства полупроводниковых материалов /Пр/	5	6	УК-1-31 УК-1-У1 УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.9 Л2.10 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			Р6,Р3
4.4	Подготовка к лабораторным работам и обработка данных лабораторных работ /Ср/	6	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-2-31 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.4 Л2.9 Л2.10 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8			
4.5	Подготовка к лекциям /Ср/	5	2	УК-1-31 УК-2-31 ОПК-1-31 ПК-2-31	Л1.4 Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.7 Л2.9 Л2.10 Л2.12 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ2	
4.6	Выполнение д/з №3 /Ср/	5	14	УК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.9 Л2.10 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			
	Раздел 5. Примеси в полупроводниках							
5.1	Примеси в полупроводниковых и диэлектрических фазах /Лек/	5	6	УК-1-31 УК-2-31 ОПК-1-31 ПК-2-31	Л1.3 Л1.5 Л1.6 Л1.8 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.4 Л2.6 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.12 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ2	

5.2	Оценка влияния примеси на электрические свойства полупроводниковых материалов /Пр/	5	6	УК-1-31 УК-1-У1 УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.6 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л2.1 Л2.4 Л2.9 Л2.10 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			Р2
5.3	Подготовка к лекциям /Ср/	5	2	УК-1-31 УК-2-31 ОПК-1-31 ПК-2-31	Л1.3 Л1.5 Л1.6 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л2.1 Л2.4 Л2.6 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.12 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ2	
5.4	Выполнение д/з №2 /Ср/	5	14	УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.3 Л1.5 Л1.6 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л2.1 Л2.4 Л2.9 Л2.10 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			
	Раздел 6. Поверхностные явления в полупроводниках							
6.1	Особенности поверхностных явлений в полупроводниковых и диэлектрических фазах /Лек/	5	4	УК-1-31 УК-2-31 ОПК-1-31 ПК-2-31	Л1.6 Л1.9 Л1.10 Л2.1 Л2.4 Л2.5 Л2.9 Л2.10 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ2	
6.2	Влияние характера обработки поверхности на поверхностную поводимость /Лаб/	6	6	УК-1-31 УК-1-У1 УК-2-31 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л1.6 Л1.9 Л1.10 Л2.1 Л2.2 Л2.9 Л2.10 Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8			Р7
6.3	Оценка поверхностных свойств полупроводников /Пр/	5	6	УК-1-31 УК-1-У1 УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.6 Л1.9 Л1.10 Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.9 Л2.10 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ2	Р7
6.4	Подготовка к лекциям /Ср/	5	2	УК-1-31 УК-2-31 ОПК-1-31 ПК-2-31	Л1.6 Л1.9 Л1.10 Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.9 Л2.10 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ2	

6.5	Подготовка к лабораторным работам и обработка данных лабораторных работ /Ср/	6	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-2-31 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.9 Л2.10 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8			
	Раздел 7. Равновесные и неравновесные фазовые состояния в полупроводниковых, диэлектрических и металлических системах							
7.1	Фазовые равновесия в полупроводниковых, диэлектрических и металлических системах /Лек/	6	5	УК-1-31 УК-2-31 ОПК-1-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.6Л2.11 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ2	Р8
7.2	Подготовка к лекциям /Ср/	6	8	УК-1-31 УК-2-31 ОПК-1-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.6Л2.11 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ2	Р8
	Раздел 8. Диффузия в полупроводниках							
8.1	Диффузия в твёрдых телах /Лек/	6	4	УК-1-31 УК-2-31 ОПК-1-31 ПК-2-31	Л1.3 Л1.6 Л1.8 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.9 Л2.10 Л2.11 Л2.12 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ2	
8.2	Определение коэффициента диффузии в полупроводнике по глубине залегания р-п-перехода /Лаб/	6	5	УК-1-31 УК-1-У1 УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.4 Л2.9 Л2.10 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8			Р9
8.3	Подготовка к лекциям /Ср/	6	8	УК-1-31 УК-2-31 ОПК-1-31 ПК-2-31	Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.9 Л2.10 Л2.11 Л2.12 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ2	
8.4	Подготовка к лабораторным работам и обработка данных лабораторных работ /Ср/	6	6	УК-1-31 УК-1-У1 УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-У2	Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.9 Л2.10 Л2.11 Л2.12 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8			
	Раздел 9. Фазовые и структурные превращения							

9.1	Фазовые и структурные превращения /Лек/	6	4	УК-1-31 УК-2-31 ОПК-1-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.6Л2.3 Л2.7 Л2.11 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ2	
9.2	Распад пересыщенных твердых растворов на основе полупроводниковых фаз /Лаб/	6	6	УК-1-31 УК-1-У1 УК-2-У1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.6Л2.1 Л2.9 Л2.10 Л2.11Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8			Р10
9.3	Подготовка к лабораторным работам и обработка данных лабораторных работ /Ср/	6	6	УК-1-31 УК-1-У1 УК-2-31 УК-2-У1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.9 Л2.10 Л2.11 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8			
9.4	Подготовка к лекциям /Ср/	6	4	УК-1-31 УК-2-31 ОПК-1-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.6 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.3 Л2.7 Л2.9 Л2.10 Л2.11 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			
Раздел 10. Легирование полупроводников и диэлектриков								
10.1	Технологии легирования полупроводниковых материалов и структур /Лек/	6	2	УК-1-31 УК-2-31 ОПК-1-31 ПК-2-31	Л1.3 Л1.5 Л1.6 Л1.8 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.12 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ2	
10.2	Подготовка к лекциям /Ср/	6	4	УК-1-31 УК-2-31 ОПК-1-31 ПК-2-31	Л1.3 Л1.5 Л1.6 Л1.8 Л1.9 Л1.10Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.12 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ2	
Раздел 11. Фазовые и структурные изменения при кристаллизации, пластической деформации и термической обработке и их влияние на свойства полупроводников и диэлектриков								

11.1	Эпитаксиальные структуры. Термическая обработка и ее влияние на свойства полупроводников /Лек/	6	2	УК-1-31 УК-2-31 ОПК-1-31 ПК-2-31	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.9 Л1.10 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.12 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ2	
11.2	Подготовка к лекциям /Ср/	6	5	УК-1-31 УК-2-31 ОПК-1-31 ПК-2-31	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.9 Л1.10 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.12 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ2	

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	Реферат	ПК-2-31; ОПК-1-31; УК-2-31; УК-1-У1	Задание на написание реферата выдается персонально. Тема реферата относится к разделу 3. Основные представления о строении и свойствах элементарных полупроводников, диэлектриков, двойных и тройных полупроводниковых соединений

КМ2	Экзамен	УК-1-У1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-1-31;ПК-2-У2	<p>Раздел 7. Равновесные и неравновесные фазовые состояния в полупроводниковых, диэлектрических и металлических системах</p> <p>7.1. Твердые и жидкие растворы. Типы растворов. Соединения. 7.2. Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса. Вывод уравнения 7.3. Фазовые превращения I рода 7.4. Фазовые превращения II рода 7.5. Элементы геометрической термодинамики. Описание фазовых состояний в одно- и многокомпонентных системах с помощью фазовых диаграмм 7.6. Р-Т диаграммы однокомпонентных систем 7.7. Т-Х диаграмм двухкомпонентных систем. Основные закономерности построения. Правило рычага 7.8. Методы построения и расчетов диаграмм фазовых равновесий. Классификация диаграмм состояния двойных систем 7.9. Построение диаграмм состояния двойных систем методом термодинамического потенциала 7.10. Построение диаграмм состояния двойных систем методом кривых охлаждения. Правила построения фазовых диаграмм в координатах Т-Х 7.11. Твердые растворы. Предел растворимости. Retroградная растворимость. 7.12. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых диаграмм: с невариантным эвтектическим (эвтектоидным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения). 7.13. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых диаграмм: с невариантным перитектическим (перитектоидным) равновесием. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения). 7.14. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых диаграмм с полупроводниковыми соединениями. Области гомогенности соединений. 7.15. Особенности строения Т-Х двухкомпонентных фазовых диаграмм с конгруэнтно плавящимся соединением. (Фазовые превращения, структура фаз, кривые охлаждения). 7.16. Геометрические основы изображения диаграмм состояния трехкомпонентных систем. Правило рычага. Правило тяжести треугольника. 7.17. Фазовые равновесия в трехкомпонентных системах с одним моновариантным эвтектическим превращением. (Фазовые превращения, структура фаз, политермические и изотермические разрезы). 7.18. Фазовые равновесия в трехкомпонентных системах с одним конгруэнтно-плавящимся двойным соединением. Квазибинарные разрезы. 7.19. Фазовые равновесия в трехкомпонентных системах с одним невариантным эвтектическим превращением. (Фазовые превращения, структура фаз, политермические и изотермические разрезы). 7.20. Фазовые равновесия в трехкомпонентных системах с несколькими промежуточными фазами (двойными соединениями). Триангуляция тройных систем.</p> <p>Раздел 8. Диффузия в полупроводниках</p> <p>8.1. Классификация диффузионных процессов в твердых телах. Свободная и вынужденная диффузия 8.2. Атомные механизмы диффузии 8.3. Механизмы диффузии (вакансионный) 8.4. Механизмы диффузии (межузельный) 8.5. Законы диффузии (1 и 2 законы Фика) 8.6. Решения уравнения второго закона Фика 8.7. Коэффициент диффузии (D). Энергия активации диффузии (Q) 8.8. Методы определения D и Q (прямые и косвенные) 8.9. Диффузия, сопровождаемая фазовыми превращениями (реактивная диффузия) 8.10. Влияние начальных и граничных условий на кинетику</p>
-----	---------	---	--

			<p>протекания диффузионных процессов</p> <p>8.11. Явления, сопровождающие диффузию (в том числе дефектообразование). Эффект Киркендалла</p> <p>8.12. Поверхностная и зернограничная диффузия.</p> <p>8.13. Особенности диффузионных процессов в элементарных полупроводниках и полупроводниковых соединениях.</p> <p>8.14. Диффузионное легирование полупроводников.</p> <p>Раздел 9. Фазовые и структурные изменения при кристаллизации, пластической деформации и термической обработке и их влияние на свойства полупроводников и диэлектриков</p> <p>9.1. Основные положения общей теории образования фаз.</p> <p>9.2. Фазовые переходы I рода. Термодинамика процессов.</p> <p>9.3. Термодинамические основы гомогенного зародышеобразования новой фазы.</p> <p>9.4. Термодинамические основы гетерогенного зародышеобразования новой фазы.</p> <p>9.5. Механизм образования и роста зародышей новой фазы.</p> <p>9.6. Особенности фазовых превращений при кристаллизации. Влияние поверхностной энергии на образование зародышей новой фазы. Зародыш критического размера.</p> <p>9.7. Особенности фазовых превращений при кристаллизации. Влияние напряжения кристаллической структуры на форму зародышей новой фазы. Зародыш критического размера.</p> <p>9.8. Особенности фазовых превращений в твердых телах. Диффузионные фазовые превращения.</p> <p>9.9. Особенности фазовых превращений в твердых телах. Бездиффузионные фазовые превращения.</p> <p>9.10. Распад пересыщенных твердых растворов. Предел растворимости. Кинетика распада.</p> <p>9.11. Мартенситные превращения.</p> <p>9.12. Кристаллизация полупроводников и диэлектриков из расплавов (растворов). Механизмы роста кристаллов.</p> <p>9.13. Распределение примесей между расплавом (раствором) и растущим кристаллом. Коэффициент распределения.</p> <p>9.14. Источники образования несовершенств в растущем кристалле.</p> <p>Раздел 10 Легирование полупроводников и диэлектриков</p> <p>10.1 Легирование (в том числе создание p-n переходов) монокристаллов элементарных полупроводников с помощью процессов диффузии.</p> <p>10.2 Легирование монокристаллов полупроводниковых и диэлектрических соединений с помощью процессов диффузии.</p> <p>10.3 Легирование полупроводников с помощью имплантации ионов. Постимплантационный отжиг.</p> <p>10.4. Ионно-лучевой синтез материалов. Синтез материалов в процессе ионной имплантации.</p> <p>Раздел 11 Фазовые и структурные превращения при кристаллизации и пластической деформации твердых тел</p> <p>11.1 Выращивание совершенных монокристаллов полупроводников.</p> <p>11.2 Выращивание легированных монокристаллов полупроводников и диэлектриков. Способы и методы легирования объемных кристаллов.</p> <p>11.3 Выращивание эпитаксиальных плёнок полупроводников. Дислокации несоответствия.</p> <p>11.4 Поликристаллические плёнки и аморфные плёнки.</p> <p>11.5 Термическая обработка монокристаллов и поликристаллов полупроводников.</p>
--	--	--	---

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	Домашнее задание № 1	ОПК-1-31;УК-2-31;УК-2-У1;ОПК-1-В1;ПК-2-31	Расчетное задание
P2	Домашнее задание № 2	ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-1-31	Расчетное задание
P3	Домашнее задание № 3	ПК-2-У1;ОПК-1-31;ОПК-1-В1;УК-2-31;УК-2-У1	Расчетное задание
P4	Лабораторная работа № 1	УК-1-У1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-2-31;УК-2-У1	Влияние легирования на термоэлектрические свойства полупроводниковых материалов
P5	Лабораторная работа № 2	УК-1-У1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-2-31;УК-2-У1	Влияние состава твердого раствора при изовалентном замещении на ширину запрещенной зоны
P6	Лабораторная работа № 3	УК-1-У1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-2-31;УК-2-У1	Влияние дислокаций на время жизни неосновных носителей заряда
P7	Лабораторная работа № 4	УК-1-У1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-1-31;ПК-2-У2	Влияние характера обработки поверхности на поверхностную поводимость
P8	Домашнее задание № 4	УК-1-У1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-1-31;ПК-2-У2	Расчетное задание
P9	Лабораторная работа № 5	УК-1-У1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-1-31;ПК-2-У2	Определение коэффициента диффузии в полупроводнике по глубине залегания p-n-перехода

P10	Лабораторная работа № 6	УК-1-У1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-1-31;ПК-2-У2	Распад пересыщенных твердых растворов на основе полупроводниковых фаз
5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)			
<p>В конце 5-го семестра предусмотрен зачет с оценкой по соответствующим разделам 5-го семестра. Оценка складывается из выполненных в течении семестра 3-х д/з и оценки за реферат, суммированием и определением средней оценки из всех. В случае если студент не сдал одно из заданий оно приравнивается к "0".</p> <p>В конце 6-го семестра предусмотрен экзамен по соответствующим пройденным разделам в 6-м семестре. Экзаменационный билет состоит из 3-х теоретических вопросов. Типовые вопросы экзамена приведены в вопросах самоподготовки. (см.Приложения) Билеты хранятся на кафедре.</p>			
5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)			
<p>Шкала оценивания знаний обучающихся на зачете с оценкой:</p> <p>Оценка складывается из выполненных в течении семестра 3-х д/з и оценки за реферат, суммированием и определением средней оценки из всех. В случае если студент не сдал одно из заданий оно приравнивается к "0".</p> $\Phi = (ДЗ1 + ДЗ2 + ДЗ3 + Р\Phi) / 4$ <p>Оценка «отлично» - $\Phi > 4,5$ Оценка «хорошо» - $3,5 < \Phi < 4,5$ Оценка «удовлетворительно» - $3 < \Phi < 3,5$ Оценка «неудовлетворительно» - $\Phi < 3$ Оценка «не явка» – студент не явился, не сдал ни одного задания.</p> <p>Домашнее задание.</p> <p>Оценка «5» - студент решил все задания без принципиальных ошибок, работа выполнена корректно, решение является оптимальным, работа сдана в указанный срок. Оценка «4» - студент решил все задания, но имеются не принципиальные ошибки, решение может быть не оптимальным, но правильным, работа сдана в указанный срок. Оценка «3» - студент решил все задания, но имеются значительные ошибки, работа трудна для проверки и понимания полученного результата, имеются ответы близкие к принципиально правильным, работа сдана после указанного срока. Оценка «0» – студент не решил все задания, имеются принципиальные ошибки, работа написана неразборчиво - ответы не читаются, ход решения не понятен, результаты и выводы не соответствуют принципиально правильным, работа не сдана.</p> <p>Реферат.</p> <p>Оценка «5» - Реферат написан грамотным языком, содержит все требуемые разделы и соответствует заявленной теме, сдан в срок. Оценка «4» - Реферат написан, содержит все требуемые разделы и соответствует заявленной теме, имеется значительное количество не принципиальных несоответствий, а также незначительное количество прямых заимствований, сдан в срок. Оценка «3» - Реферат написан, содержит все требуемые разделы, имеется значительное количество ошибок, труден для прочтения из за несогласованности разделов, плохого оформления, но соответствует заявленной теме, сдан после указанного срока Оценка «0» – Работа является несамостоятельной, работа не сдана, в работе имеется значительное количество принципиальных ошибок, не соответствует заявленной теме.</p> <p>Шкала оценивания знаний обучающихся на экзамене:</p> <p>Оценка «отлично» - студент ответил на все вопросы и решил все задания без ошибок, дал исчерпывающие ответы в объеме пройденной программы, способен применить полученные знания на практике, грамотно и логически излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала. Оценка «хорошо» - студент дал неполные ответы на все вопросы или в ответах имелись не принципиальные ошибки, при ответе показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал. Оценка «удовлетворительно» - студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но способен исправить после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике; Оценка «неудовлетворительно» - студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы. Оценка «не явка» – студент на экзамен не явился.</p>			

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Захаров А. М.	Диаграммы состояния двойных и тройных систем: учеб. пособие для студ. металлург. и машиностроит. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1990
Л1.2	Белов Н. А.	Диаграммы состояния тройных и четверных систем: учеб. пособие для студ. вузов спец. - Металлургия	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2007
Л1.3	Мейер Дж., Эриксон Л., Дэвис Дж., Гусев В. М.	Ионное легирование полупроводников: (Кремний и германий)	Библиотека МИСиС	М.: Мир, 1973
Л1.4	Шаскольская М. П.	Кристаллография: учеб. пособие для студ. высш. техн. учеб. заведений	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1984
Л1.5	Блистанов А. А.	Кристаллы квантовой и нелинейной оптики: учебное пособие для студ. вузов спец. - 'Микроэлектроника и твердотельная электроника', 'Электроника и микроэлектроника'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2007
Л1.6	Горелик С. С., Дашевский М. Я.	Материаловедение полупроводников и диэлектриков: учебник для студ. вузов по напр. 'Материаловедение и технология новых материалов', 'Материаловедение, технологии материалов и покрытий'	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2003
Л1.7	Золоторевский В. С.	Механические свойства металлов: Учебник для студ. вузов, обуч. по группе спец. направления 'Металлургия'	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 1998
Л1.8	Фистуль В. И.	Сильно легированные полупроводники	Библиотека МИСиС	М.: Наука, 1967
Л1.9	Киреев П. С.	Физика полупроводников: Учеб. пособие для втузов	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1975
Л1.10	Шалимова К. В.	Физика полупроводников: Учебник для вузов по спец. 'Полупроводниковые и микроэлектрон. приборы'	Библиотека МИСиС	М.: Энергоатомиздат, 1985

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Фистуль В. И.	Введение в физику полупроводников: учеб. пособие для вузов по спец. полупровод. и электрон. техники	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1975
Л2.2	Новиков И. И., Розин К. М.	Кристаллография и дефекты кристаллической решетки: Учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1990

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.3	Бублик В. Т., Дубровина А. Н.	Методы исследования структуры полупроводников и металлов: учеб. пособие для вузов по спец.-Технология спец. материалов электрон. техники	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1978
Л2.4	Павлов Л. П.	Методы определения основных параметров полупроводниковых материалов: учеб. пособие для студ. вузов спец. 'Полупроводниковые приборы'	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1975
Л2.5	Палатник Л. С., Сорокин В. К.	Основы пленочного полупроводникового материаловедения	Библиотека МИСиС	М.: Энергия, 1973
Л2.6	Нашельский А. Я.	Производство полупроводниковых материалов: Учеб. пособие для подготовки рабочих и мастеров на производстве	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1989
Л2.7	Горелик С. С., Скаков Ю. А., Расторгуев Л. Н.	Рентгенографический и электронно-оптический анализ: учеб. пособие для вузов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2002
Л2.8	Нашельский А. Я.	Технология спецматериалов электронной техники: Учеб. пособие для техникумов по спец. 2001 'Технология материалов электрон. техники'	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1993
Л2.9	Бонч-Бруевич В. Л., Калашников С. Г.	Физика полупроводников: Учеб. пособие для студ. физ. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Наука, 1990
Л2.10	Горбачев В. В., Спицына Л. Г.	Физика полупроводников и металлов: учебник для вузов по спец. 'Технология спец. материалов электрон. техники'	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1982
Л2.11	Жуховицкий А. А., Шварцман Л. А.	Физическая химия: Учебник для студ. металлург. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1987
Л2.12	Бокштейн Б. С., Ярославцев А. Б.	Диффузия атомов и ионов в твердых телах	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2005

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Потапов Ю. В., Горелик С. С., Галаев А. А., Галаев А. А.	Ч.1: Влияние температуры и состава на свойства полупроводниковых кристаллов: лаб. практикум для спец. 20.02 и 20.03	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1994
Л3.2	Лисовская Т. Д., Потапов Ю. В., Дашевский М. Я., Галаев А. А.	Ч.2: Фазовые равновесия и фазовые превращения: лаб. практикум для спец. 20.02 и 20.03	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1994
Л3.3	Галаев А. А., Потапов Ю. В.	Ч.3: Влияние структурных несовершенств на свойства полупроводниковых материалов: лаб. практикум для спец. 20.02 и 20.03	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1994

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1		lms.misis.ru
Э2	Научная электронная библиотека eLIBRARY	https://elibrary.ru/
Э3	Аналитическая база Web of Science	https://apps.webofknowledge.com
Э4	Аналитическая база Scopus	https://www.scopus.com/
Э5	Научные журналы издательства Elsevier	https://www.sciencedirect.com/
Э6	Ч.1: Влияние температуры и состава на свойства полупроводниковых кристаллов	http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=1417
Э7	Ч.2: Фазовые равновесия и фазовые превращения	http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=1419
Э8	Ч.3: Влияние структурных несовершенств на свойства полупроводниковых материалов	http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=2772

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.2	Microsoft Office
П.3	LMS Canvas

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
К-406	Учебная аудитория	лабораторные установки для измерения: времени жизни неосновных носителей заряда в полупроводниках (с ПК и пакетом лицензионных прикладных программ); удельного электрического сопротивления полупроводников четырехзондовым методом (с ПК и пакетом прикладных программ); механических характеристик кристаллов; термоэлектрических свойств (с ПК и пакетом прикладных программ); удельного электрического сопротивления полупроводников двухзондовым методом (с ПК и пакетом прикладных программ); атомно-силовой и туннельный микроскоп (2 шт.) с ПК и пакетом прикладных программ; лабораторный стенд для определения ширины запрещенной зоны полупроводников и температурного коэффициента сопротивления металлов, лабораторный стенд для измерения эффекта Холла, лабораторный стенд для изучения влияния термодоноров на электропроводность полупроводников; набор демонстрационного оборудования в том числе: доска учебная, мультимедийная панель с ПК, комплект учебной мебели
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, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
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, ПК с 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.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Лекционные занятия проводятся в аудиториях, обеспеченных мультимедийным оборудованием, с возможностью показа презентаций и видеофильмов.

Практические занятия. В ходе практических занятий студенты получают коллективные задания для решения прикладных или расчетных задач. В ходе занятия с помощью преподавателя получают оптимальное решение полученного задания.

Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории оборудованной соответствующими лабораторными стендами. Первоначально студенты получают допуск к выполнению лабораторной работы, который показывает готовность студента к выполнению конкретной лабораторной работы: для этого студент должен иметь лабораторный журнал, знать цели и методику проведения исследований, понимать базовые принципы заложенные в методе исследования. После прохождения краткого инструктажа по ТБ группа студентов (маршрут) выполняет лабораторную работу под контролем лаборанта. Полученные данные студенты обрабатывают и заносят в лабораторный журнал. После этого студенты защищают полученные данные (обосновывают достоверность и подлинность полученных экспериментальных и расчетных данных на основании физических принципов заложенных в использованных методах исследования и возможных физических процессах произошедших в ходе лабораторной работы.

Домашние задания.

Расчетные задания для оценки параметров материалов при заданных условиях. (см.Приложения)

Реферат.

Задание на написание реферата выдается персонально. Тема реферата относится к разделу 3. Основные представления о строении и свойствах элементарных полупроводников, диэлектриков, двойных и тройных полупроводниковых соединений. (см. Приложения)

Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:
- при проведении практических занятий допускается использование проприетарного ПО, входящего в состав исследовательского оборудования.

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе.

По курсу предусмотрен экзамен.

Материалы курса (презентации лекций, рекомендуемая литература, видеоматериалы и др.) приводятся в системе LMS Canvas по мере освоения дисциплины.

Дополнительно рекомендуемая литература.

- Пасынков В.В., Сорокин Н.М. Материалы электронной техники. – М.: Высшая школа, 2001, 365 с.
- Рез И.С., Поплавко Ю.М. Диэлектрики.- М: Радио и связь,1989, 287 с.
- Захаров А.М. Диаграммы состояния двойных и тройных систем. – М.: Металлургия, 1982, 242 с
- Золотухин И.В., Калинин Ю.В., Сточной О.В. Новые направления физического материаловедения. – Воронеж: Изд-во Воронежского университета, 2000, 360 с.
- Лисовская Т.Д. Материаловедение полупроводников и диэлектриков: лабораторный практикум, часть IV (под редакцией С.С. Горелика). – М.: МИСиС, 1986, 70 с.
- Пека Г.П.: Физика поверхности полупроводников. - Киев: Киевского Университета, 1967, 193 с.
- Пархоменко Ю.Н. Спектроскопические методы исследования, лабораторный практикум, часть I. – М.: Издательство «Руда и металлы», 1999, 72 с.
- Шаскольская М.П. Кристаллография. – М.: Высшая школа, 1984, 391 с.
- Петров Д.А. Двойные и тройные системы. – М.: Металлургия, 1986, 256 с.
- Ковтуненко Н.В. Физическая химия твёрдого тела. Кристаллы с дефектами. – М.: Высшая школа, 1993, 352 с.
- Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. – М.: «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, 1990, 685 с.
- Мильвидский М.Г., Освенский В.Б. Структурные дефекты в монокристаллах полупроводников. –М.: Металлургия, 1984, 284 с.
- Вавилов В.С., Киселёв В.Ф. Мукашев Б.Н. Дефекты в кремнии и на его поверхности. – М.: Наука, 1990, 212 с.
- Случинская И.А. Основы материаловедения и технологии полупроводников. – М.: МИФИ, 2002, 378 с.
- Бокштейн Б.С., Ярославцев А.Б. Диффузия атомов и ионов в твёрдых телах. – М.: МИСиС, 2005, 382 с.
- Фистуль В.И. Атомы легирующих примесей в полупроводниках. – М.: Физматлит, 2004, 431 с.