

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 12.05.2023 17:25:01

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)

Методы исследования физических свойств полупроводниковых структур

Закреплена за подразделением Кафедра материаловедения полупроводников и диэлектриков

Направление подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108

в том числе:

аудиторные занятия 51

самостоятельная работа 57

Формы контроля в семестрах:
зачет с оценкой 7

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	Неделя 18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	57	57	57	57
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

к.ф.-.м.н., доц., Малинкович Михаил Давыдович

Рабочая программа

Методы исследования физических свойств полупроводниковых структур

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 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 02.04.2015 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, 22.03.01-БМТМ-22.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра материаловедения полупроводников и диэлектриков

Протокол от г., №

Руководитель подразделения А.Р. Оганов

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель освоения дисциплины – формирование компетенций, в соответствии с учебным планом, дать представление о полупроводниковых структурах, применяемых в современной электронной технике, методах их получения и зависимости свойств полупроводниковой структуры от технологических параметров, методиках измерения их физических и функциональных характеристик. Конкретизировать знания студентов о электрофизических свойствах, возникающих на границах раздела фаз и их типах; рассмотреть тонкопленочные гетероструктуры, методы их получения и контроля выходных параметров. Освоить контактные, емкостные, зондовые и оптические методы измерения параметров полупроводниковых приборных структур. Рассмотреть основные типы классических и перспективных приборных структур, технологии их изготовления, а также научить применять полученные знания в профессиональной деятельности.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.19
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы	
2.1.2	Защита интеллектуальной собственности и патентоведение	
2.1.3	Коррозия и защита металлов	
2.1.4	Материаловедение	
2.1.5	Материаловедение полупроводников и диэлектриков	
2.1.6	Металловедение инновационных материалов	
2.1.7	Методы исследования материалов	
2.1.8	Метрология и стандартизация цифровых технологий в материаловедении и металлургии	
2.1.9	Метрология и технические измерения функциональных материалов	
2.1.10	Метрология, стандартизация и технические измерения	
2.1.11	Метрология, стандартизация и технические измерения в электронике	
2.1.12	Механические свойства материалов	
2.1.13	Основы материаловедения и методов исследования материалов	
2.1.14	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.15	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.16	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.17	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.18	Разработка новых материалов	
2.1.19	Статистическая физика	
2.1.20	Технология функциональных материалов	
2.1.21	Фазовые равновесия и дефекты структуры	
2.1.22	Физика диэлектриков	
2.1.23	Физика металлов	
2.1.24	Физика полупроводников	
2.1.25	Физические свойства твердых тел	
2.1.26	Введение в квантовую теорию твердого тела	
2.1.27	Дефекты кристаллической решетки	
2.1.28	Компьютеризация эксперимента	
2.1.29	Методы вычислительной физики	
2.1.30	Планирование и организация научно-исследовательской работы	
2.1.31	Планирование научного эксперимента	
2.1.32	Теория поверхностных явлений	
2.1.33	Теория симметрии	
2.1.34	Техника физико-химического эксперимента	
2.1.35	Физические свойства кристаллов	
2.1.36	Электроника	
2.1.37	Введение в квантовую механику	
2.1.38	Кристаллография	
2.1.39	Основы дизайна металлических материалов	
2.1.40	Основы квантовой механики	
2.1.41	Практическая кристаллография	

2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Атомная и электронная структура поверхности и межфазных границ
2.2.2	Высокотемпературные материалы
2.2.3	Композиционные и керамические материалы
2.2.4	Композиционные материалы
2.2.5	Компьютерное моделирование материалов и процессов
2.2.6	Компьютерное моделирование процессов получения материалов
2.2.7	Математические методы моделирования физических процессов
2.2.8	Металловедение сварки
2.2.9	Методы исследования структур и материалов. Часть 2
2.2.10	Нanomатериалы
2.2.11	Нормы и правила оформления ВКР
2.2.12	Объемные наноматериалы
2.2.13	Основы магнетизма. Часть 2. Процессы перемагничивания материалов
2.2.14	Поверхностное модифицирование материалов и защитные покрытия
2.2.15	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.16	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.17	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.18	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.19	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.20	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.21	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.22	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.23	Спектрофотометрические методы оценки качества кристаллов
2.2.24	Специальные сплавы
2.2.25	Структура и свойства функциональных наноматериалов
2.2.26	Технология термической обработки
2.2.27	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 2. Магнитно-твердые сплавы
2.2.28	Функциональные материалы электроники
2.2.29	Экстремальные технологии получения наноматериалов

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-2: Способен участвовать в проведении экспериментов, расчетов и оформлении результатов исследований	
Знать:	
ПК-2-31 Основные современные проблемы материаловедения в области полупроводниковых структур, пути развития современной микроэлектроники, препятствия, возникающие в связи с появлением новых типов устройств и микроминиатюризации, существующие и перспективные методы исследования параметров полупроводниковых структур	
ПК-1: Способен осуществлять обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований	
Знать:	
ПК-1-31 Номенклатуру технологических процессов получения полупроводниковых материалов и приборных структур и исследования их основных электрофизических характеристик	
ПК-2: Способен участвовать в проведении экспериментов, расчетов и оформлении результатов исследований	
Уметь:	
ПК-2-У1 Самостоятельно работать на компьютере с использованием основного набора прикладных программ и в сети Интернет	
ПК-1: Способен осуществлять обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований	
Уметь:	
ПК-1-У1 Производить выбор стандартного метода исследования электрофизических параметров полупроводниковых материалов и структур	
ПК-2: Способен участвовать в проведении экспериментов, расчетов и оформлении результатов исследований	
Владеть:	
ПК-2-В2 Навыками использования современных информационно-коммуникационных технологий и средств при разработке современных материалов и процессов	

ПК-2-В1 Навыками использования методов структурного анализа и определения физических и оптических свойств материалов, техники проведения экспериментов и статистической обработки экспериментальных данных
ПК-1: Способен осуществлять обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований
Владеть:
ПК-1-В1 Производить выбор метода исследования параметров полупроводниковых материалов и структур исходя из предъявляемых требований к конечному изделию

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. Введение							
1.1	Свойства основных полупроводниковых материалов, эпитаксиальных пленок и приборных структур, характеристики которых необходимо знать инженеру материаловеду. Классификация основных методов исследований физических свойств объема, поверхности полупроводниковых материалов, пленок и приборных структур /Лек/	7	3	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1		КМ1	
1.2	Освоение теоретического материала раздела 1 /Ср/	7	4	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1		КМ1	
	Раздел 2. Контакты и контактные явления							
2.1	Омические и выпрямляющие контакты, емкостные характеристики и методы измерения /Лек/	7	3	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1		КМ1	
2.2	Оценка влияния геометрических параметров образцов и контактов на точность измерения ЭДС Холла. Расчет поправочной функции, учитывающей соотношение между диаметром пластины и расстоянием между зондами. /Пр/	7	4	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1		КМ1	Р1
2.3	Освоение теоретического и практического материала раздела 2 /Ср/	7	6	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1		КМ1	
	Раздел 3. Гетеропереходы и МОП структуры							
3.1	Полевые транзисторы, методы исследования и контроля основных функциональных параметров /Лек/	7	3	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1		КМ1	
3.2	Измерение коэффициента нелинейности проводимости в инверсионных слоях МДП-структур /Лаб/	7	4	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1		КМ1	Р5

3.3	Освоение теоретического и практического материала раздела 3 /Ср/	7	6	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1		КМ1	
	Раздел 4. Контактные и бесконтактные методы измерения							
4.1	Зондовые методы исследования, особенности реализации, требования и ограничения /Лек/	7	3	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1		КМ1	
4.2	Определение параметров энергетических уровней в структурах Шоттки методом DLTS /Лаб/	7	4	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1		КМ1	Р6
4.3	Исследование влияния термообработок на работу выхода легированных алмазоподобных пленок методом динамического конденсатора /Лаб/	7	5	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1		КМ1	Р7
4.4	Расчет поправочных функций к формуле для измерения удельного сопротивления четырехзондовым методом, учитывающих наличие проводящих и изолирующих границ, методом зеркальных отображений /Пр/	7	5	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1		КМ1	Р2
4.5	Расчет энергии глубокого уровня и сечение захвата по кривым зависимостей изменения емкости от температуры при обедняющем напряжении на структуре /Пр/	7	4	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1		КМ1	Р3
4.6	Освоение теоретического и практического материала раздела 4 /Ср/	7	21	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1		КМ1	
	Раздел 5. Зондовая микроскопия							
5.1	Сканирующая зондовая и туннельная микроскопия /Лек/	7	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1		КМ1	
5.2	Определение плотности энергетических состояний в приповерхностных слоях полупроводников методом туннельной спектроскопии /Лаб/	7	4	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1		КМ1	Р8
5.3	Освоение теоретического и практического материала раздела 5 /Ср/	7	10	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1		КМ1	
	Раздел 6. Спектрофотометрические методы							

6.1	Оптические свойства полупроводников. Спектры поглощения/пропускания, Рамановская спектроскопия и фурье-анализ /Лек/	7	3	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1		КМ1	
6.2	Моделирование процессов образования частиц второй фазы по температурным зависимостям диаграмм 90-градусного рассеяния света при помощи теории Ми /Пр/	7	4	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1		КМ1	Р4
6.3	Освоение теоретического и практического материала раздела 6 /Ср/	7	10	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1		КМ1	

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
-----------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

KM1	Коллоквиум	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-2-В2	<p>Параметры неравновесных носителей заряда: время жизни в зависимости от их концентрации, влияние ловушек электронов; методы измерения времени жизни.</p> <p>Подвижность и коэффициент диффузии неравновесных носителей заряда. Методы измерений.</p> <p>Отклонение от закона Ома. «Теплые» и «горячие» носители заряда.</p> <p>Зависимость концентрации носителей заряда от напряженности электрического поля. Электрический пробой в полупроводниках.</p> <p>Оптические константы, методы их определения.</p> <p>Фоторезистивный эффект. Стационарная фотопроводимость и измерение параметров полупроводников.</p> <p>Спектральная зависимость стационарной фотопроводимости.</p> <p>Зависимость фотопроводимости от частоты падающего света; определения времени жизни неравновесных носителей заряда по частотной зависимости фотопроводимости.</p> <p>Фотомагнитоэлектрический эффект (эффект Кикоина-Носкова).</p> <p>Возбуждение и излучение фотолюминесценции.</p> <p>Стационарная поверхностная фото-ЭДС.</p> <p>Работа выхода электронов из полупроводника, электронное сродство, контактная разность потенциалов. Контакт металл-металл, металл-полупроводник. Возможные типы контактов.</p> <p>Энергетические диаграммы.</p> <p>Зондовые методы измерения удельного сопротивления.</p> <p>Зависимость потенциала в полупроводнике от расстояния от зонда – случаи объемного полупроводника и тонких слоев.</p> <p>Учет конечных размеров образцов с проводящими и изолирующими границами при измерении удельного сопротивления. Метод зеркальных изображений.</p> <p>Измерение удельного сопротивления полупроводников методом сопротивления растекания, в том числе в зондовой микроскопии.</p> <p>Метод Ван-дер-Пау.</p> <p>Структуры Шоттки, их энергетическая диаграмма, вольт-амперная характеристика.</p> <p>Бесконтактные методы измерения электропроводности.</p> <p>Приповерхностный объемный заряд, поверхностная проводимость.</p> <p>Измерение контактной разности потенциалов методом Кельвина.</p> <p>Кельвин- мода в зондовой микроскопии.</p> <p>Физические основы сканирующей туннельной микроскопии.</p> <p>Режимы сканирующей туннельной микроскопии: постоянного тока и постоянной высоты.</p> <p>Физические основы атомно-силовой микроскопии. Контактный и полуконтактный методы сканирования в атомно-силовой микроскопии.</p> <p>Силовая микроскопия пьезоотклика.</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	Практическое занятие 1	ПК-2-У1;ПК-2-В2;ПК-2-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-31	Оценка влияния геометрических параметров образцов и контактов на точность измерения ЭДС Холла. Расчет поправочной функции, учитывающей соотношение между диаметром пластины и расстоянием между зондами.
P2	Практическое занятие 2	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-2-В2	Расчет поправочных функций к формуле для измерения удельного сопротивления четырехзондовым методом, учитывающих наличие проводящих и изолирующих границ, методом зеркальных отображений
P3	Практическое занятие 3	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-2-В2	Расчет энергии глубокого уровня и сечение захвата по кривым зависимостей изменения емкости от температуры при обедняющем напряжении на структуре
P4	Практическое занятие 4	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-2-В2	Моделирование процессов образования частиц второй фазы по температурным зависимостям диаграмм 90- градусного рассеяния света при помощи теории Ми

P5	Лабораторная работа 1	ПК-1-31;ПК-1-В1;ПК-1-У1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-2-В2	Измерение коэффициента нелинейности проводимости в инверсионных слоях МДП- структур
P6	Лабораторная работа 2	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-В1;ПК-2-У1;ПК-2-В2	Определение параметров энергетических уровней в структурах Шоттки методом DLTS
P7	Лабораторная работа 3	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-2-В2	Исследование влияния термообработок на работу выхода легированных алмазоподобных пленок методом динамического конденсатора
P8	Лабораторная работа 4	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-2-В2	Определение плотности энергетических состояний в приповерхностных слоях полупроводников методом туннельной спектроскопии

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

экзамен не предусмотрен

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

Оценка за зачет формируется как средняя оценка по всем выполняемым работам и контрольным мероприятиям

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Павлов Л. П.	Методы определения основных параметров полупроводниковых материалов: учеб. пособие для студ. вузов спец. 'Полупроводниковые приборы'	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1975
Л1.2	Цапенко Е. Ф., Черкашин Н. В.	Полупроводниковые приборы и устройства: учеб. пособие по курсу "Электротехника и основы электроники"	Библиотека МИСиС	М.: МГИ, 1983
Л1.3	Бонч-Бруевич В. Л., Калашников С. Г.	Физика полупроводников: учеб. пособие для физ. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Наука, 1977

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Киреев П. С.	Физика полупроводников: Учеб. пособие для втузов	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1975
Л2.2	Шалимова К. В.	Физика полупроводников: Учебник для вузов по спец. 'Полупроводниковые и микроэлектрон. приборы'	Библиотека МИСиС	М.: Энергоатомиздат, 1985

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Полистанский Ю. Г., Евсеев В. А., Кожитов Л. В., др., Крапухин В. В.	Технология полупроводниковых материалов и элементов микроэлектроники: лаб. практикум для студ. спец. 0643, 0604, 0629	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1981

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.2	Ладыгин Е. А., Курносов А. И., Савков Г. Н., Мельников А. Л., Ладыгин Е. А.	Технология полупроводниковых приборов и интегральных схем: Разд.: Основные процессы планарной технологии полупроводниковых приборов и интегральных схем: лаб. практикум для студ. спец. 20.02, 20.03	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1989
ЛЗ.3	Ладыгин Е. А., Курносов А. И., Савков Г. Н., Мельников А. Л., Ладыгин Е. А.	Технология полупроводниковых приборов и интегральных схем: Разд.: Методы радиационной технологии, омические контакты и конструкции корпусов в производстве полупроводниковых приборов и интегральных схем: лаб. практикум для студ. спец. 20.02, 20.03	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1989

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	scopus.com science.gov sciencedirect.com	scopus.com science.gov sciencedirect.com
----	--	--

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Win Pro 10 32-bit/64-bit
-----	--------------------------

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	scopus.com
И.2	science.gov
И.3	sciencedirect.com

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
К-403	Лаборатория	лаборатория сканирующая зондовая Ntegra

К-416	Лаборатория	спектрофотометр «Cary-5000» UV-VIS-NIR фирмы «Varian», с ПК и лицензионным ПО; испытательный комплекс ИК-ЭОЭ-1; инструментальный микроскоп ИМЦ 100x50А; гониометр-спектрометр ГС-2; интерферометр типа Физо ИФ-77 с ПК; микротвердомер «Aaffri DM 8» В AUTO с ПК и лицензионным ПО; микроскоп Carl Zeiss «Axio Imager» M1m с ПК и лицензионным ПО; испытательный комплекс для исследования электрофизических параметров материалов и их температурных зависимостей
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
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 №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 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

Проведение практических занятий осуществляется исключительно в аудиториях, обеспеченных мультимедийным оборудованием, с возможностью показа презентаций и видеофильмов.

Проведение практических занятий может производиться с использованием технологического и исследовательского оборудования соответствующих лабораторий.

Практические занятия должны быть нацелены изучение особенностей реального технологического и исследовательского оборудования, особенностей и технологических ограничений, а также способов их преодоления.

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

Подготовка к контрольным работам проводится в часы самостоятельной работы и, при необходимости, в часы консультаций лектора.

По курсу предусмотрен зачет с оценкой.

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