

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 27.10.2023 15:15:00

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

Квалификация

Инженер-исследователь

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

5 ЗЕТ

Часов по учебному плану

180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 7

аудиторные занятия

68

самостоятельная работа

76

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	Неделя			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	76	76	76	76
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

к.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 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, 22.03.01-БМТМ-23_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра материаловедения полупроводников и диэлектриков

Протокол от 21.06.2023 г., №12-22/23

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.16
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы	
2.1.2	Материаловедение	
2.1.3	Материаловедение полупроводников и диэлектриков	
2.1.4	Металловедение инновационных материалов	
2.1.5	Методы исследования материалов	
2.1.6	Метрология и стандартизация цифровых технологий в материаловедении и металлургии	
2.1.7	Метрология и технические измерения функциональных материалов	
2.1.8	Метрология, стандартизация и технические измерения	
2.1.9	Метрология, стандартизация и технические измерения в электронике	
2.1.10	Основы материаловедения и методов исследования материалов	
2.1.11	Разработка новых материалов	
2.1.12	Фазовые равновесия и дефекты структуры	
2.1.13	Физика диэлектриков	
2.1.14	Физика полупроводников	
2.1.15	Введение в квантовую теорию твердого тела	
2.1.16	Дефекты кристаллической решетки	
2.1.17	Компьютеризация эксперимента	
2.1.18	Материалы альтернативной энергетики	
2.1.19	Материалы наукоемких технологий	
2.1.20	Основы дизайна металлических материалов	
2.1.21	Планирование и организация научно-исследовательской работы	
2.1.22	Планирование научного эксперимента	
2.1.23	Современные проблемы материаловедения	
2.1.24	Теория поверхностных явлений	
2.1.25	Теория симметрии	
2.1.26	Электроника	
2.1.27	Кристаллография	
2.1.28	Физическая химия	
2.1.29	Электротехника	
2.1.30	Химия	
2.1.31	Физика	
2.1.32	Математика	
2.1.33	Органическая химия	
2.1.34	Технология материалов электроники	
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	Композиционные материалы	
2.2.3	Конструирование композиционных материалов	
2.2.4	Методы исследования структур и материалов. Часть 2	
2.2.5	Поверхностное модифицирование материалов и защитные покрытия	

2.2.6	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.2.7	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.2.8	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.2.9	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.2.10	Специальные сплавы
2.2.11	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 1. Магнитно-мягкие сплавы
2.2.12	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 2. Магнитно-твердые сплавы
2.2.13	Аморфные, микро- и нанокристаллические материалы
2.2.14	Биофизика
2.2.15	Высокотемпературные и сверхтвердые функциональные и конструкционные материалы
2.2.16	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве
2.2.17	Материаловедение и технологии перспективных материалов
2.2.18	Методы исследования характеристик и свойств материалов
2.2.19	Методы электронной микроскопии для материалов твердотельной электроники
2.2.20	Метрология и испытания функциональных материалов
2.2.21	Основы научно-технического перевода
2.2.22	Практика научно-технического перевода и редактирования
2.2.23	Тензорные методы в кристаллофизике
2.2.24	Технология получения кристаллов
2.2.25	Физические основы магнетизма и процессы перемагничивания материалов
2.2.26	Физические свойства приповерхностных слоев и методы их исследований
2.2.27	Функциональные наноматериалы
2.2.28	Химия и технология полимерных материалов
2.2.29	Биоорганическая химия
2.2.30	Высокотемпературные керамические материалы
2.2.31	Жаропрочные и радиационно-стойкие материалы
2.2.32	Квантовая теория твердого тела
2.2.33	Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов электроники
2.2.34	Методы исследования макро- и микроструктуры материалов
2.2.35	Методы непараметрической статистики
2.2.36	Некоторые главы кристаллохимии
2.2.37	Объемные наноматериалы
2.2.38	Процессы получения и обработки сверхтвердых материалов
2.2.39	Структура и технологичность сплавов
2.2.40	Физико-химия эволюции твердого вещества
2.2.41	Ядерно-спектроскопические и синхротронные методы исследований
2.2.42	Аттестация и испытания высокотемпературных и сверхтвердых материалов
2.2.43	Аттестация и сертификация изделий электронной техники
2.2.44	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве функциональных материалов
2.2.45	Материаловедение и технологии перспективных материалов
2.2.46	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой оптики
2.2.47	Менеджмент качества
2.2.48	Металлические материалы для крупных транспортных систем
2.2.49	Металловедение высокопрочных сплавов
2.2.50	Методология и практика определения размерных характеристик материалов
2.2.51	Методология научных исследований
2.2.52	Оптические явления в кристаллах. Часть 2
2.2.53	Основы клеточной биологии
2.2.54	Оформление результатов научной деятельности
2.2.55	Практическое применение теории функционала электронной плотности
2.2.56	Симметрия наносистем
2.2.57	Современные компьютерные технологии в структурном анализе
2.2.58	Спектроскопические и зондовые методы

2.2.59	Термомеханическая обработка металлов и сплавов
2.2.60	Управление коллективами
2.2.61	Управление проектами
2.2.62	Химические основы биологических процессов
2.2.63	Цифровое материаловедение
2.2.64	Нормы и правила оформления ВКР
2.2.65	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.66	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.67	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.68	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.69	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.70	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.71	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.72	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-1: Способен к поиску новых направлений научных исследований и синтезу знаний в области материаловедения и технологии материалов, способен оформлять технические задания и отчетные материалы по планируемым и проведенным исследованиям

Знать:

ПК-1-31 Номенклатуру технологических процессов получения полупроводниковых материалов и приборных структур и исследования их основных электрофизических характеристик

Уметь:

ПК-1-У1 Производить выбор стандартного метода исследования электрофизических параметров полупроводниковых материалов и структур

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	Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1		КМ1	
1.2	Освоение теоретического материала раздела 1 /Ср/	7	4	ПК-1-31 ПК-1-У1	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	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	8	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1			
2.3	Освоение теоретического и практического материала раздела 2 /Ср/	7	14	ПК-1-31 ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1			
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	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	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	12	ПК-1-31 ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1			
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	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	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	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	10	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1			
4.5	Расчет энергии глубокого уровня и сечение захвата по кривым зависимостей изменения емкости от температуры при обедняющем напряжении на структуре /Пр/	7	8	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1			

4.6	Освоение теоретического и практического материала раздела 4 /Ср/	7	21	ПК-1-31 ПК-1-У1	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	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	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	15	ПК-1-31 ПК-1-У1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1			
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	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	8	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1			
6.3	Освоение теоретического и практического материала раздела 6 /Ср/	7	10	ПК-1-31 ПК-1-У1	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	Экзамен	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	<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-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	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	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-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1	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	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-У1;ПК-1-В1	Измерение коэффициента нелинейности проводимости в инверсионных слоях МДП- структур

P6	Лабораторная работа 2	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Определение параметров энергетических уровней в структурах Шоттки методом DLTS
P7	Лабораторная работа 3	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	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	Определение плотности энергетических состояний в приповерхностных слоях полупроводников методом туннельной спектроскопии

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

В конце учебной программы предусмотрен экзамен.
Типовые вопросы экзамена приведены в вопросах самоподготовки.

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

По дисциплине предполагается следующая шкала оценок:

- "Отлично"- студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответах на три вопроса экзаменационного билета, при незначительных ошибках в четвертом.
- "Хорошо"- студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении двух из заданных вопросов, четко излагает материал в двух других вопросах.
- "Удовлетворительно"- студент показывает знания в объеме пройденной программы, использует методы и правила, необходимые для решения конкретной поставленной задачи, отвечает с ошибками в трех вопросах, только на один отвечает без замечаний.
- "Неудовлетворительно" студент допускает грубые ошибки в ответах на все четыре вопроса билета, не ориентируется в тематике курса, не понимает сущности излагаемого вопроса,

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 вузов	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 Юрий Григорьевич, Евсеев Виктор Алексеевич, Кожитов Лев Васильевич, др., Крапухин Всеволод Валерьевич	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 Евгений Александрович, Курносов Анатолий Иванович, Савков Геннадий Николаевич, Мельников Александр Львович, Ладыгин Евгений Александрович	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 Евгений Александрович, Курносов Анатолий Иванович, Савков Геннадий Николаевич, Мельников Александр Львович, Ладыгин Евгений Александрович	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 100x50A; 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 на 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.