

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 09.07.2023 21:51:03

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)

Функциональные материалы и их технологии

Закреплена за подразделением

Кафедра технологии материалов электроники

Направление подготовки

28.03.01 НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА

Профиль

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

3 ЗЕТ

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 7

аудиторные занятия

39

самостоятельная работа

69

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	Неделя 18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	13	13	13	13
Лабораторные	13	13	13	13
Практические	13	13	13	13
Итого ауд.	39	39	39	39
Контактная работа	39	39	39	39
Сам. работа	69	69	69	69
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

ктн, доцент, Муратов Дмитрий Геннадьевич

Рабочая программа

Функциональные материалы и их технологии

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 28.03.01 НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, 28.03.01-БНМТ-22.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра технологии материалов электроники

Протокол от 18.06.2020 г., №10

Руководитель подразделения д.ф.-м.н., профессор Костишин Владимир Григорьевич

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель дисциплины - сформировать представления об основных технологических процессах получения и обработки функциональных материалов, основах их рационального выбора и экономической целесообразности применения в приборостроении.
1.2	Задачи:
1.3	- Научить оценке параметров функциональных материалов используемых в электронике, подбору материала или структуры, реализующих требуемый уровень свойств.
1.4	- Сформировать представление о исходном сырье, технологии и оборудовании, необходимом для получения, обработки, и испытания функциональных материалов.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.03
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Материаловедение наноструктурированных материалов	
2.1.2	Материалы и элементы микро- и наносенсорики	
2.1.3	Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем	
2.1.4	Физика диэлектриков	
2.1.5	Физика конденсированного состояния	
2.1.6	Физика магнитных явлений	
2.1.7	Физика полупроводников и основы твердотельной электроники	
2.1.8	Безопасность жизнедеятельности	
2.1.9	Метрология, стандартизация и технические измерения технологии материалов электроники	
2.1.10	Общее материаловедение	
2.1.11	Статистическая физика	
2.1.12	Физические свойства кристаллов	
2.1.13	Электроника	
2.1.14	Математическая статистика и анализ данных	
2.1.15	Методы математической физики	
2.1.16	Основы квантовой механики	
2.1.17	Практическая кристаллография	
2.1.18	Физика	
2.1.19	Физическая химия	
2.1.20	Электротехника	
2.1.21	Математика	
2.1.22	Органическая химия	
2.1.23	Экономика	
2.1.24	Информатика	
2.1.25	Химия	
2.1.26	Инженерная и компьютерная графика	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Ионно-плазменная обработка материалов	
2.2.2	Магнитные измерения	
2.2.3	Моделирование и проектирование микро- и наносистем	
2.2.4	Основы спинтроники	
2.2.5	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.6	Технология производства ферритовых материалов и радиокерамики	
2.2.7	Физика взаимодействия частиц и излучений с веществом	
2.2.8	Химия наноматериалов и наносистем	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

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-2-32 Основные функциональные свойства металлов, полупроводниковых материалов, диэлектриков, вспомогательных функциональных материалов
УК-2-31 Основные технологические аспекты производства, обработки и защиты материалов и структур для производства приборов микро- и нанoeлектроники, микросистемной техники
ПК-2: Способен моделировать и рассчитывать требуемые входные и выходные параметры технологических операций
Знать:
ПК-2-31 Основные технологические аспекты производства, обработки и защиты материалов и структур для производства приборов микро- и нанoeлектроники, микросистемной техники
ПК-2-32 Методы исследования различных функциональных свойств 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 Основные поисковые системы для поиска научно-обоснованной информации в области материаловедения и применения функциональных материалов
ПК-2: Способен моделировать и рассчитывать требуемые входные и выходные параметры технологических операций
Знать:
ПК-2-33 Программные продукты для моделирования процессов получения материалов
Уметь:
ПК-2-У1 Оценивать влияние технологических режимов получения материалов или структур на их функциональные свойства и рассчитывать входные и выходные параметры технологических операций для получения материалов с заданными свойствами.
ПК-2-У2 Понимать роль качества материалов в работе компонентной базы.
ПК-2-У3 Выделять необходимые функциональные свойства материалов для выбранной области применения
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-У2 Применять системный подход для решения поставленных задач
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 Ставить задачи в области получения, модификации и применения различных функциональных 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
Уметь:
УК-1-У1 Анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов
ПК-2: Способен моделировать и рассчитывать требуемые входные и выходные параметры технологических операций
Владеть:
ПК-2-В1 Навыками использования программного обеспечения для моделирования и расчета технологических процессов получения функциональных материалов
ПК-2-В2 Навыками выбора материала, типа конструкции и режимов эксплуатации изделий из тех или иных 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

Владеть:

УК-1-В1 Навыками поиска, критического анализа и синтеза информации

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

Владеть:

УК-2-В1 Навыками анализа технологических аспектов получения функциональных материалов и изучения их свойств

УК-2-В2 Навыками анализа тенденций развития мировой электронной промышленности, ее компонентной базы и необходимых требований к материалам.

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. Основные функциональные свойства материалов							
1.1	Типы материалов. Общие свойства материалов. Функциональные свойства материалов. /Лек/	7	2	УК-1-31 УК-2-31 УК-2-32 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У2 ПК-2-У3	Л1.9 Л1.10 Э1			
1.2	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторной работе. /Ср/	7	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-32 УК-2-У1 УК-2-В1 УК-2-В2 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-В2	Л1.9 Л1.10			Р2,Р3,Р4
1.3	Общие и функциональные свойства материалов. Методы оценки и расчета. /Пр/	7	2	УК-1-У1 УК-1-У2 УК-2-31 УК-2-32 УК-2-У1 УК-2-В1 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.9 Л1.10		КМ1,КМ2	Р5
1.4	Определение теплоемкости материалов. /Лаб/	7	2	УК-1-У1 УК-1-У2 УК-2-31 УК-2-32 УК-2-У1 УК-2-В1 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.9 Л1.10Л3.1		КМ4	Р1
1.5	Подготовка реферата на предложенные темы. /Ср/	7	17	УК-1-31 УК-1-У2 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-32 УК-2-У1 УК-2-В1 УК-2-В2 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-В2	Л1.11 Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.8Л2.3 Л2.5 Л2.9 Л2.10 Л2.11 Л2.12 Э2 Э4 Э5			Р2,Р4,Р3

	Раздел 2. Полупроводники							
2.1	Особенности строения полупроводниковых материалов. Функциональные свойства полупроводников. Технологии получения. /Лек/	7	2	УК-2-31 УК-2-32 УК-2-У1 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-2-У2 ПК-2-У3	Л2.9 Л1.9Л2.8 Л1.1 Э1			
2.2	Особенности строения полупроводниковых соединений. Функциональные свойства. Технологии получения. Применение. /Лек/	7	2	УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-32 УК-2-У1 УК-2-В1 УК-2-В2 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3	Э1			
2.3	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка доклада с презентацией. /Ср/	7	8	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-32 УК-2-У1 УК-2-В1 УК-2-В2 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.3 Л2.9 Л1.5 Л1.1 Л1.9 Л1.10 Э2 Э4 Э5			Р2,Р3,Р4
2.4	Освоение методик расчета технологических параметров и свойств различных полупроводниковых материалов. /Пр/	7	4	УК-1-У1 УК-1-У2 УК-2-31 УК-2-32 УК-2-У1 УК-2-В1 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л2.9 Л1.1 Л1.9		КМ1,КМ2,КМ3	Р5
2.5	Подготовка к лабораторной работе и ее защите /Ср/	7	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-32 УК-2-У1 УК-2-В1 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.3 Л2.9 Л1.5 Л1.9 Л1.10Л2.5			Р3,Р2,Р4
2.6	Определение оптической ширины запрещенной зоны полупроводниковых материалов. /Лаб/	7	4	УК-1-У1 УК-1-У2 УК-2-31 УК-2-32 УК-2-У1 УК-2-В1 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.3 Л2.9 Л1.5 Л1.8 Л1.9 Л1.10Л3.1		КМ4	Р1
	Раздел 3. Металлы							
3.1	Металлы. Особенности структуры и связей. Особенности свойств. Основные функциональные свойства металлов. Применение металлов как функциональных материалов. /Лек/	7	3	УК-1-31 УК-2-31 УК-2-32 УК-2-В1 УК-2-В2 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3	Л1.3 Л2.9 Л1.1 Л1.9 Л1.10Л2.5 Л2.7 Л2.10 Э1 Э2			

3.2	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка доклада с презентацией /Ср/	7	8	УК-1-31 УК-1-У2 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-32 УК-2-У1 УК-2-В1 УК-2-В2 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-В2	Л1.11 Л2.7 Л2.9 Л1.7 Л1.9 Л1.10Л2.2 Л2.5 Э2 Э4 Э5			Р2,Р3,Р4
3.3	Освоение методик расчета технологических параметров и свойств металлов. /Пр/	7	2	УК-1-У1 УК-1-У2 УК-2-31 УК-2-32 УК-2-У1 УК-2-В1 ПК-2-31 ПК-2-33 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.9Л1.11 Л2.7		КМ1,КМ2,КМ3	Р5
3.4	Подготовка к лабораторным работам и их защите. /Ср/	7	8	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-32 УК-2-У1 УК-2-В1 УК-2-В2 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.11Л3.1			Р4
3.5	Определение типа металла по его удельному сопротивлению и физическим характеристикам. /Лаб/	7	2	УК-1-У2 УК-2-31 УК-2-32 УК-2-У1 УК-2-В1 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.9 Л1.10Л3.1		КМ4	Р1
3.6	Определение температурной зависимости электропроводности металлов. /Лаб/	7	2	УК-1-У1 УК-1-У2 УК-2-31 УК-2-32 УК-2-У1 УК-2-В1 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.11 Л1.10Л3.1		КМ4	Р1
Раздел 4. Диэлектрики								
4.1	Диэлектрики: функциональные свойства и технологии. Применение. /Лек/	7	2	УК-1-У1 УК-1-У2 УК-2-31 УК-2-32 УК-2-В2 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3	Л1.3 Л2.9 Л1.9 Л1.10Л2.5 Э1 Э2			
4.2	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка доклада с презентацией. /Ср/	7	8	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-32 УК-2-У1 УК-2-В1 УК-2-В2 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-В2	Л1.1 Л1.1 Л1.3 Л1.1 Э2 Э4 Э5			Р2,Р3

4.3	Освоение методик расчета технологических параметров и свойств диэлектриков. /Пр/	7	3	УК-1-У1 УК-1-У2 УК-2-31 УК-2-32 УК-2-У1 УК-2-В1 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-В2	Л2.9 Л1.9Л2.5		КМ1,КМ2,КМ3	Р5
4.4	Подготовка к лабораторной работе и ее защите. /Ср/	7	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-32 УК-2-У1 УК-2-В1 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1Л1.1Л1.1			Р4
4.5	Определение диэлектрической проницаемости диэлектрических материалов. /Лаб/	7	3	УК-1-У1 УК-1-У2 УК-2-31 УК-2-32 УК-2-У1 УК-2-В1 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.1		КМ4	Р1
Раздел 5. Магнитные материалы								
5.1	Магнитные материалы и их применение /Лек/	7	2	УК-1-31 УК-2-31 УК-2-32 УК-2-В2 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3	Л1.1 Л1.2 Л1.9Л2.3 Л2.11 Л2.12 Э1 Э2 Э3			
5.2	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка доклада с презентацией. /Ср/	7	8	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-32 УК-2-У1 УК-2-В1 УК-2-В2 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-В2	Л1.2 Л1.4 Л1.6 Л2.11 Л1.7 Л2.12 Л1.9Л2.3 Л1.1 Э2 Э3 Э4 Э5			Р2,Р3
5.3	Освоение методов исследования и анализа свойств магнитных материалов. /Пр/	7	2	УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-32 УК-2-У1 УК-2-В1 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.4 Л1.6 Л1.7		КМ1,КМ2,КМ3	Р5

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	Текущий контроль в виде письменного	ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-У2;ПК-2-	Согласно теме лекции: Общие свойства материалов

			<p>32. На материале с повышенной концентрацией глубоких акцепторов сделан p-n переход. Какое влияние окажут глубокие акцепторы на концентрацию носителей в p- и n- области?</p> <p>33. Известна способность меди быстро диффундировать вглубь кремния, создавая нежелательное легирование. Как предотвратить диффузию меди?</p> <p>34. Пленка меди, напыленная на ситалловую подложку стирается пальцем. Как исправить ситуацию?</p> <p>35. Контакт золотой проволоки к алюминиевой контактной площадке оторвался после года эксплуатации микросхемы. На плоскости отрыва видна красно-оранжевая фаза. В чем причина отказа, какие меры следует принять?</p> <p>МЕТАЛЛЫ</p> <p>36. Алюминий в микроэлектронике. Преимущества и недостатки.</p> <p>37. Основные свойства металлов. Применения металлов в электронике.</p> <p>38. Механизмы проводимости в резистивных материалах. Резисторы.</p> <p>39. Можно ли в качестве резистивного материала использовать смесь стеклофазы и микрокристаллов полупроводника? Какими свойствами будет обладать такая структура?</p> <p>40. В металле IУ группы ПС растворили 0,1% примеси У группы. Как изменятся свойства металла?</p> <p>41. Поверхностное сопротивление металлического тонкого слоя.</p> <p>42. Электромиграция, когда она опасна? Когда и как с ней бороться?.</p> <p>43. В металле I группы растворили 2% металла III группы ПС. Как изменится проводимость и подвижность?</p> <p>44. Трансформаторные стали кроме железа содержат 3-10% примесей кремния и алюминия (заведомо немагнитных элементов). Зачем нужны эти примеси в магнитном материале?</p> <p>45. Скин-эффект, когда и как он проявляется?</p> <p>46. Металлический стержень при сжатии деформировался на 5%. Как и насколько изменились поперечные размеры стержня?</p> <p>47. Чем объяснить упрочняющее действие на металл операцийковки или штамповки?</p> <p>ДИЭЛЕКТРИКИ</p> <p>48. Основные свойства диэлектриков. Пассивные и активные диэлектрики</p> <p>49. Носители заряда и проводимость в диэлектриках.</p> <p>50. Поляризация диэлектриков, основные механизмы поляризации.</p> <p>51. Пьезополяризация, пьезоэлектрики, их свойства и применение.</p> <p>52. Сегнетоэлектрики, их свойства, особенности и применения</p> <p>53. Акустоэлектроника, достоинства приборов акустоэлектроники</p> <p>54. Пробой в диэлектрике, основные виды пробоя.</p> <p>55. Пробой в диэлектрике возникает при напряженности электрического поля 1 млн. вольт/м. Какова минимально допустимая толщина пленки диэлектрика в микросхеме калькулятора, работающей при напряжении 3 вольта ?</p> <p>56. Зачем в микросхемах используют диэлектрики с высоким значением ϵ</p> <p>57. Как изменятся свойства пьезокерамики, если после изготовления ее обработали в сильном электрическом поле</p>
КМ2	Защита презентации доклада по тематике курса	ПК-2-31;ПК-2-У2;ПК-2-У3;ПК-2-В2;УК-2-31;УК-2-32;УК-2-В1;УК-2-В2;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-У2;УК-1-В1	<p>Доклад оценивается по нескольким критериям:</p> <ul style="list-style-type: none"> - актуальность - новизна - степень раскрытия темы - ответы на вопросы по теме доклада

КМ3	Защита реферата	ПК-2-31;ПК-2-У2;ПК-2-У3;ПК-2-В2;УК-2-31;УК-2-32;УК-2-В1;УК-2-В2;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-У2;УК-1-В1;ПК-2-У1;ПК-2-32	Согласно теме реферата
КМ4	Защита лабораторных работ	ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-33;ПК-2-У1;ПК-2-У3;ПК-2-В2;ПК-2-В1;ПК-2-У2;УК-1-У2;УК-1-У1;УК-2-В1;УК-2-У1;УК-2-32;УК-2-31	Согласно тематики лабораторной работы
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
Р1	Лабораторная работа	ПК-2-32;ПК-2-33;ПК-2-У2;ПК-2-В2;УК-2-В1;УК-2-У1;УК-2-32;УК-2-31;УК-1-У1;УК-1-У2;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-У3;ПК-2-В1	Лабораторная работа №1 "Определение теплоемкости материалов." Лабораторная работа №2 "Определение оптической ширины запрещенной зоны полупроводниковых материалов." Лабораторная работа №3 "Определение типа металла по его удельному сопротивлению и физическим характеристикам". Лабораторная работа №4. "Определение температурной зависимости электропроводности металлов". Лабораторная работа №5. "Определение диэлектрической проницаемости диэлектрических материалов".
Р2	Подготовка доклада с презентацией	ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-У2;ПК-2-У3;ПК-2-В2;УК-2-31;УК-2-32;УК-2-В1;УК-2-В2;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-У2;УК-1-В1;ПК-2-У1	Самостоятельная работа по поиску, анализу литературы и подготовке презентации и устного доклада по выбранной теме
Р3	Подготовка реферата	ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-У3;ПК-2-В1;ПК-2-В2;УК-2-31;УК-2-32;УК-2-У1;УК-2-В1;УК-2-В2;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-У2;УК-1-В1	Самостоятельная работа по поиску, анализу литературы и подготовке реферата по выбранной теме. Требования: 20+ страниц, использование актуальной литературы, оформление согласно ГОСТ. Предполагает последующую защиту
Р4	Подготовка к выполнению либо защите лабораторной работы	ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-У3;ПК-2-В2;УК-2-31;УК-2-32;УК-2-У1;УК-2-В1;УК-1-У1;УК-1-У2;ПК-2-В1;ПК-2-33	Согласно тематике лабораторной работы. Вопросы на понимание сути явления и (или) особенности того или иного типа материалов.
Р5	Решение задач по тематике текущего раздела дисциплины	ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-33;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-У3;ПК-2-В1;ПК-2-В2;УК-2-32;УК-2-У1;УК-2-В1;УК-1-У1;УК-1-У2	Решение типовых практических задач по тематике текущего раздела дисциплины
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)

По предмету предусмотрен зачет с оценкой.

Зачет можно получить при выполнении следующих требований:

- сделаны и защищены все лабораторные работы;
- написан и защищен реферат.
- выступление как минимум, с одним устным докладом.

Для оценки уровня освоения материала по дисциплине используется среднее арифметическое значение из оценок за:

- подготовку 2 устных докладов с презентацией по тематике дисциплины и выступление с ними в рамках проведения практических занятий;
- подготовку реферата и его защиту;
- контрольные текущие опросы в письменной форме.

Оценка доклада производится по следующим критериям:

- актуальность темы доклада;
- соответствие темы и содержания доклада;
- степень раскрытия темы;
- владение материалом доклада (в т.ч. ответы на вопросы по докладу);
- качество подготовки презентации.

Оценка реферата производится по следующим критериям:

- актуальность темы;
- соответствие темы и содержания;
- степень раскрытия темы;
- владение материалом доклада (защита реферата);

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

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Журавлев Ю. Н.	Химическая связь в полупроводниковых и диэлектрических кристаллах: учебное пособие	Электронная библиотека	Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2009
Л1.2	Мишин Д. Д.	Магнитные материалы: Учеб. пособие для физ. и физ.-техн. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1991
Л1.3	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
Л1.4	Введенский В. Ю., Лилеев А. С.	Физические методы исследования. Магнитные свойства: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150700 - Физическое материаловедение, спец. 150702 - Физика металлов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2010
Л1.5	Иванова А. В., Крутогин Д. Г., Потапов Ю. В., Горелик С. С.	Материаловедение полупроводников и диэлектриков: Разд.: Структура и свойства полупроводников и металлов: учеб. пособие для практ. занятий студ. спец. 0604,0629,0643	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1987

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.6	Кекало И. Б., Столяров В. Л., Кекало И. Б.	Физические свойства металлов и сплавов: Разд.: Магнитные методы исследования металлов и сплавов (магнитный анализ): лаб. практикум	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1976
Л1.7	Малинина Р. И.	Металлография и физические свойства металлов и сплавов: Разд.: Тепловые, магнитные и электрические свойства: учеб. пособие для спец.11.06	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1988
Л1.8	Бублик В. Т., Горелик С. С.	Основные принципы просвечивающей электронной микроскопии.: Конспект лекций Для спец.'Полупроводники и диэлектрики'	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1970
Л1.9	Крутогин Д. Г.	Функциональные материалы электроники и их технологии: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015
Л1.10	Рабинович О. И., Крутогин Д. Г., Подгорная С. В., Маренкин С. Ф.	Физико-химические основы процессов микро- и нанотехнологий: учебно-метод. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Засимовский А. С., Усов В. В.	Металлы и сплавы в электротехнике: практическое пособие	Электронная библиотека	Москва, Ленинград: Государственное энергетическое издательство, 1941
Л2.2	Компанеев А. С., Ландау Л. Д.	Электропроводность металлов: монография	Электронная библиотека	Кириллов: ГОНТИ Украины, 1935
Л2.3	Преображенский А. А.	Магнитные материалы	Электронная библиотека	Москва: Высш. школа, 1955
Л2.4	Фрёлих Г.	Теория диэлектриков: диэлектрическая проницаемость и диэлектрические потери: монография	Электронная библиотека	Москва: Издательство иностранной литературы, 1960
Л2.5	Слэтер Д.	Диэлектрики, полупроводники, металлы	Электронная библиотека	Москва: Мир, 1969
Л2.6	Кекало И. Б., Шуваева Е. А.	Аморфные нано- и микрокристаллические магнитные материалы: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов напр. Физ. материаловедение и спец. Наноматериалы	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2008
Л2.7	Осташкова И. В., Русихина Л. П.	Металлы и сплавы: учеб. пособие по дисц. "Химия" для студ. всех спец.	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГТУ, 2010
Л2.8	Родо М., Короткова Р. С., Радауцан С. И.	Полупроводниковые материалы	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1971
Л2.9	Кожитов Л. В., Косушкин В. Г., Крапухин В. В., Пархоменко Ю. Н.	Технология материалов микро- и нанoeлектроники	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2007

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.10	Панов В. С.	Тугоплавкие металлы IV-VI групп и их соединения. Структура, свойства, методы получения: учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2006
Л2.11	Летюк Л. М., Лукин Б. И., Ануфриев А. Н., Летюк Л. М.	Магнитные материалы и структуры: Разд.: Аморфные магнетики: Учеб. пособие для студ. спец. 0643	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1982
Л2.12	Кекало И. Б.	Аморфные магнитные материалы: Разд.: Получение, процессы аморфизации, атомное строение, свойства: Курс лекций для студ. направл. 651800 и 654100	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2001
Л2.13	Андреев Л. А., Новиков А. В., Новикова Е. А., Бокштейн Б. С.	Физика и химия твердого тела. Металлы и полупроводники: практикум	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2005

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Кожитов Л. В., Крапухин В. В., Маренкин С. Ф., Тимошина Г. Г., Кожитов Л. В.	Технология материалов электронной техники: Лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2004
Л3.2	Журавлев В. Б., Мартынов В. Н., Спицына Л. Г., Ладыгин Е. А.	Методы измерения параметров полупроводников и диэлектриков. Разд.: Электрофизические и фотоэлектрические методы измерения параметров полупроводников: лаб. практикум для студ. спец. 0604, 0629, 0643	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1982

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	28.03.01 Функциональные материалы и их технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://lms.misis.ru/ , для доступа к информ. ресурсам требуется авторизация. – Загл. с экрана. – (03.08.2020).	https://lms.misis.ru
Э2	Межвузовская электронная библиотека (МЭБ): [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://icdlib.nspu.ru/ , для доступа к информ. ресурсам требуется авторизация. – Загл. с экрана. – (03.08.2020).	https://icdlib.nspu.ru/
Э3	Мочалов В.Д. Магнитная микроэлектроника. - Москва: Сов. радио, 1977. - 366с. - Режим доступа: Режим доступа: Открытый доступ с ID-адресов НИТУ "МИСиС". - URL: https://rusneb.ru/catalog/010003_000061_5739d24579a8160fc072a2ba95464b5b/	https://rusneb.ru/catalog/010003_000061_5739d24579a8160fc072a2ba
Э4	Нанометр - нанотехнологическое сообщество. Режим доступа: Открытый доступ с ID-адресов НИТУ "МИСиС". - URL: http://nanometer.ru	http://nanometer.ru
Э5	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. - Режим доступа: Открытый доступ с ID-адресов НИТУ "МИСиС". - URL: http://elibrary.ru/	http://elibrary.ru/

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	MS Teams

П.3	LMS Canvas
П.4	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.5	ANSYS Academic Research CFD
П.6	MATCAD
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных	
И.1	Межвузовская электронная библиотека (МЭБ): https://icdlib.nspu.ru/
И.2	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (http://elibrary.ru/)
И.3	Springerlink (https://link.springer.com/)
И.4	Web of Science (WOS) (https://apps.webofknowledge.com)
И.5	Scopus (https://www.scopus.com/)
И.6	Elsevier (https://www.sciencedirect.com/)
И.7	Нанометер-нанотехнологическое сообщество (http://nanometer.ru/)

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
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
К-428	Учебная аудитория	4 лабораторные установки, установка для роста углеродных нанотрубок методом PECVD, печь ИК нагрева MILA-5000, в том числе: доска учебная, монитор, системный блок, комплект учебной мебели на 20 посадочных мест
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.
Любой корпус Учебная аудитория	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации. Выполнение заданий на самостоятельную работу проводится с широким использованием компьютерных программ, как для выполнения, так и для оформления работы. Расчетно-графические работы выполняются с помощью соответствующих компьютерных программ. Чтение лекций по данной дисциплине проводится с использованием мультимедийных презентаций. Студентам предоставляется возможность копирования презентаций для самоподготовки и подготовки к итоговому контролю. Презентации лекций и ряд других учебных материалов размещены в системе Canvas.

Лабораторные работы проходят в три этапа. На этапе допуска, учащийся должен продемонстрировать подготовленность к выполнению лабораторной работы путем предоставления заполненного лабораторного журнала. На этапе выполнения, учащийся сначала проходит контроль по технике безопасности при выполнении работы, затем выполняет лабораторную работу согласно порядка ее выполнения, соблюдая технику безопасности. На этапе защиты, учащийся предоставляет лабораторный журнал с рассчитанными параметрами (величинами, зависимостями и т.п.), обосновывает результаты, полученные в ходе эксперимента, отвечает на контрольные вопросы преподавателя. В курсе предусмотрены устные доклады и реферат.

Также рекомендуется ознакомиться с дополнительной литературой, не вошедшей в общий список:

1. Сорокин В.С., Антипов Б.Л., Лазарева Н.П. Материалы и элементы электронной техники. В 2 т. Т. 1. –М.: Академия, 2006. –448 с.
2. Сорокин В.С., Антипов Б.Л., Лазарева Н.П. Материалы и элементы электронной техники. В 2 т. Т. 2. –М.: Академия, 2006. –384 с.
3. Гуртов В.А., Осауленко Р.Н. Физика твердого тела для инженеров: Учеб. пособие. М.: Техносфера, 2007. –520 с.
4. Антипов Б.Л., Сорокин В.С., Терехов В.А. Материалы электронной техники: задачи и вопросы. –СПб.: Лань, 2003. –208 с.
5. Петров К.С. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника: учебное пособие. –СПб.: Питер, 2006. –522 с.
6. Гуртов В.А. Твердотельная электроника: учебное пособие. –М.: Техно-сфера, 2005. –408 с.
7. Покровский Ф.Н. Материалы и компоненты радиоэлектронных средств. М.: Горячая линия –Телеком, 2005. –350 с.

8. Материалы современной электроники : [учеб. пособие] / В. Ф. Марков, Х. Н. Мухамедзянов, Л. Н. Маскаева ; [под общ. ред. В. Ф. Маркова] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 272 с.