

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 09.07.2023 21:51:09

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)

Физика магнитных явлений

Закреплена за подразделением

Кафедра технологии материалов электроники

Направление подготовки

28.03.01 НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА

Профиль

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 6

аудиторные занятия

68

самостоятельная работа

40

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	18			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	40	40	40	40
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

дфмн, Зав.каф., Костишин Владимир Григорьевич; ктн, Доцент, Тимофеев Андрей Владимирович

Рабочая программа

Физика магнитных явлений

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 17.06.2022 г., №10

Руководитель подразделения Костишин В.Г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель – формирование диалектического понимания природы магнетизма и образования функциональных свойств в «твёрдом теле - магнетике» и создание фундамента для понимания строения и принципа работы приборов магнитоэлектроники.
1.2	Задачи – научить пониманию современного состояния учения о магнитных явлениях в твёрдых телах, анализу связи кристаллического строения и электронной структуры твердого тела с типом магнитного упорядочения и, как итог, - с формированием характерного комплекса магнитных свойств.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.01
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Метрология, стандартизация и технические измерения технологии материалов электроники	
2.1.2	Общее материаловедение	
2.1.3	Статистическая физика	
2.1.4	Физические свойства кристаллов	
2.1.5	Электроника	
2.1.6	Методы математической физики	
2.1.7	Основы квантовой механики	
2.1.8	Практическая кристаллография	
2.1.9	Физика	
2.1.10	Физическая химия	
2.1.11	Электротехника	
2.1.12	Математика	
2.1.13	Органическая химия	
2.1.14	Информатика	
2.1.15	Химия	
2.1.16	Инженерная и компьютерная графика	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Инженерная математика	
2.2.2	Конструкционные материалы и их технологии	
2.2.3	Материаловедение магнитной электроники и микросистемной техники	
2.2.4	Оборудование микро- и нанотехнологий	
2.2.5	Оборудование производства магнитных материалов	
2.2.6	Физические основы микро- и наносистемной техники	
2.2.7	Функциональные материалы и их технологии	
2.2.8	Ионно-плазменная обработка материалов	
2.2.9	Магнитные измерения	
2.2.10	Моделирование и проектирование микро- и наносистем	
2.2.11	Основы спинтроники	
2.2.12	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.13	Технология производства ферритовых материалов и радиокерамики	
2.2.14	Физика взаимодействия частиц и излучений с веществом	
2.2.15	Химия наноматериалов и наносистем	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

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-1-32 Физические процессы, протекающие в магнетике при намагничивании и перемагничивании; теорию кривой намагничивания и петли гистерезиса; особенности поведения магнетиков в постоянных и переменных магнитных полях

УК-1-31 Основные типы магнитного состояния вещества и причины их возникновения; теорию ферромагнетизма, теорию антиферромагнетизма и ферримагнетизма; основные виды взаимодействия в магнитном кристалле в упорядоченном

состоянии; причины образования доменной структуры; методы наблюдения доменной структуры
ПК-4: Способен разрабатывать на основе современных программных продуктов эффективные алгоритмы решения задач по созданию материалов микро- и наносистемной техники с заданным набором эксплуатационных характеристик, а также технологий их получения
Уметь:
ПК-4-У1 Использовать полученные знания для прогнозирования и оценки свойств магнитных материалов, их кристаллической и магнитной структуры, состава и применять эти значения для обоснованного выбора магнитного материала с заданным комплексом функциональных свойств; обосновывать применение материала для создания конкретного типа прибора магнитоэлектроники
ПК-3: Способен обоснованно выбирать методы нанотехнологий с целью получения функциональных и конструкционных наноматериалов неорганической и органической природы для реализации устройств и систем нано- и микросистемной техники
Уметь:
ПК-3-У1 Осуществлять расчеты спиновых, орбитальных и полных магнитных моментов атомов, размагничивающих полей и энергии размагничивания ферромагнитных образцов различной формы, резонансных характеристик; осуществлять расчет энергии магнитной кристаллографической анизотропии в кубическом магнитном кристалле
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 самостоятельной работы с литературой для поиска информации об отдельных определениях, понятиях и терминах; объяснения их применения в практических ситуациях
ПК-4: Способен разрабатывать на основе современных программных продуктов эффективные алгоритмы решения задач по созданию материалов микро- и наносистемной техники с заданным набором эксплуатационных характеристик, а также технологий их получения
Владеть:
ПК-4-В1 Навыками решения теоретических и практических типовых и системных задач, связанных с физикой магнитных явлений
ПК-3: Способен обоснованно выбирать методы нанотехнологий с целью получения функциональных и конструкционных наноматериалов неорганической и органической природы для реализации устройств и систем нано- и микросистемной техники
Владеть:
ПК-3-В1 Навыками подготовки образцов магнитных материалов для проведения измерений (испытания); навыками проведения измерений (испытаний) образцов магнитных материалов
ПК-3-В2 Навыками выполнения расчетов некоторых магнитных характеристик образцов в зависимости от их химического состава, кристаллической структуры, геометрических параметров (толщины) и формы

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. Природа магнитоупорядоченного состояния в твердых телах							
1.1	Природа магнитоупорядоченного состояния в твердых телах. Назначение и выполнение РГР №1. /Ср/	6	9	УК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2			
1.2	Закон Кюри –Вейсса и обменное взаимодействие в ферромагнетиках. Наблюдение доменной структуры в ферромагнетиках с помощью эффекта Фарадея. /Лаб/	6	5	УК-1-31 УК-1-В1 ПК-3-В1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1			

1.3	Атом Резерфорда-Бора. Расчёт спиновых и орбитальных магнитных моментов в элементарных ферромагнетиках. Расчёт магнитного момента атома. Принцип Паули. Периодическая система элементов Менделеева. Заполнение электронных оболочек. Термы. /Пр/	6	8	УК-1-31 УК-1-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В2 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1			
1.4	Природа магнитоупорядоченного состояния в твердых телах /Лек/	6	7	УК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1			
	Раздел 2. Энергия вещества в магнитоупорядоченном состоянии							
2.1	Энергия вещества в магнитоупорядоченном состоянии. Выполнение и сдача РГР №1. /Ср/	6	7	УК-1-31 УК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2			
2.2	Влияние двухвалентных ионов железа на электропроводность ферритов. /Лаб/	6	2	УК-1-31 УК-1-В1 ПК-3-В1 ПК-3-В2 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1			
2.3	Расчёт намагниченности ферромагнетиков. Расчёт размагничивающих полей и энергии размагничивания для ферромагнитных образцов различной формы. Контрольная работа №1. /Пр/	6	4	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В2 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.4 Э1			
2.4	Энергия вещества в магнитоупорядоченном состоянии /Лек/	6	6	УК-1-31 УК-1-32	Л1.1 Л1.2 Э1			
	Раздел 3. Доменная структура							
3.1	Доменная структура. Назначение и выполнение РГР №2. /Ср/	6	7	УК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2			
3.2	Изучение статических параметров цилиндрических магнитных доменов в монокристаллических плёнках и пластинах ферритов. Влияние концентрации ионов Bi^{3+} на одноосную магнитную анизотропию эпитаксиальных плёнок ферритов –гранатов. /Лаб/	6	4	УК-1-31 УК-1-В1 ПК-3-В1 ПК-3-В2 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.4Л3.1 Э1			
3.3	Доменная структура /Лек/	6	5	УК-1-31	Л1.1 Л1.2 Э1			
	Раздел 4. Процессы намагничивания и обусловленные ими явления в магнетиках							

4.1	Процессы намагничивания и обусловленные ими явления в магнетиках. Выполнение РГР №2. /Ср/	6	8	УК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.4 Э1 Э2			
4.2	Изучение намагниченности насыщения ферритов-шпинелей методом вибромагнетометра. /Лаб/	6	3	УК-1-32 УК-1-В1 ПК-3-В1 ПК-3-В2 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1			
4.3	Нахождение равновесной ориентации вектора намагниченности в ферромагнетиках с различной магнитной анизотропией и анизотропией формы. /Пр/	6	2	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В2 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.5 Э1			
4.4	Процессы намагничивания и обусловленные ими явления в магнетиках /Лек/	6	8	УК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.4 Э1			
Раздел 5. Явления, обусловленные магнитным состоянием твердого тела								
5.1	Явления, обусловленные магнитным состоянием твердого тела. Выполнение и сдача РГР №2. /Ср/	6	9	УК-1-31 УК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.5 Э1 Э2			
5.2	Изучение фазового состава магнитного наноматериала методом термомагнитного фазового анализа. /Лаб/	6	3	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-В1 ПК-3-В1 ПК-3-В2 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3.1 Э1			
5.3	Оценка характеристик ферромагнетика в процессе перемагничивания. Расчёт резонансных характеристик ферромагнетика. Контрольная работа №2. /Пр/	6	3	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В2 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Э1			
5.4	Явления, обусловленные магнитным состоянием твердого тела /Лек/	6	8	УК-1-31 УК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.5 Э1			

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	Экзамен	УК-1-31;УК-1-32	<p>1) Орбитальные и спиновые магнитные моменты. Спин – орбитальное взаимодействие. Правило Хунда. Фактор Ланде.</p> <p>2) Принцип Паули. Периодическая система элементов Менделеева. Заполнение электронных оболочек. Термы.</p> <p>3) Энергия обменного взаимодействия. Магнитостатическая и магнитоупругая энергия. Магнитная анизотропия.</p> <p>4) Закон Кюри –Вейсса и обменное взаимодействие в ферромагнетиках.</p> <p>5) Доменные стенки. Основные типы доменов и доменных стенок. Цилиндрические магнитные домены.</p> <p>6) Кривая намагничивания. Процесс технического намагничивания магнетика. Петля гистерезиса. Основные параметры петли гистерезиса.</p> <p>7) Коэрцитивная сила. Механизмы возникновения коэрцитивности.</p> <p>8) Магнитострикция. Механизм возникновения магнитострикции.</p> <p>9) Магнитотепловые явления. Магнитоэлектрический эффект.</p> <p>10) Гальваномагнитные и термомагнитные эффекты.</p> <p>11) Магнитооптические эффекты.</p>
КМ2	Контрольная работа №1	ПК-3-У1;ПК-3-В2;ПК-4-У1;ПК-4-В1;УК-1-31;УК-1-32;УК-1-В1	Орбитальные и спиновые магнитные моменты атома элементарного ферромагнетика. Правило Хунда. Фактор Ланде.
КМ3	Контрольная работа №2	ПК-3-У1;ПК-3-В2;ПК-4-У1;ПК-4-В1;УК-1-31;УК-1-32;УК-1-В1	Петли гистерезиса. Основные параметры петли гистерезиса. Магнитная проницаемость.
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	РГР №1	ПК-3-У1;ПК-3-В2;ПК-4-У1;УК-1-31;УК-1-32;УК-1-В1	Магнитная анизотропия. Поля рассеивания и размагничивания. Размагничивающие факторы формы.
P2	РГР №2	ПК-3-У1;ПК-3-В2;ПК-4-У1;ПК-4-В1;УК-1-31;УК-1-32;УК-1-В1	Резонансные явления в магнетиках.
P3	ПР №1	ПК-3-У1;ПК-3-В2;ПК-4-У1;ПК-4-В1;УК-1-31;УК-1-В1	Атом Резерфорда-Бора.
P4	ПР №2	ПК-3-У1;ПК-3-В2;ПК-4-У1;ПК-4-В1;УК-1-31;УК-1-В1	Расчёт спиновых и орбитальных магнитных моментов в элементарных ферромагнетиках. Расчёт магнитного момента атома.
P5	ПР №3	ПК-3-У1;ПК-3-В2;ПК-4-У1;ПК-4-В1;УК-1-31;УК-1-32;УК-1-В1	Принцип Паули. Периодическая система элементов Менделеева. Заполнение электронных оболочек. Термы.
P6	ПР №4	ПК-3-У1;ПК-3-В2;ПК-4-У1;ПК-4-В1;УК-1-31;УК-1-32;УК-1-В1	Расчёт намагниченности ферромагнетиков.
P7	ПР №5	ПК-3-У1;ПК-3-В2;ПК-4-У1;ПК-4-В1;УК-1-31;УК-1-32;УК-1-В1	Расчёт размагничивающих полей и энергии размагничивания для ферромагнитных образцов различной формы.
P8	ПР №6	ПК-3-У1;ПК-3-В2;ПК-4-У1;ПК-4-В1;УК-1-31;УК-1-32;УК-1-В1	Нахождение равновесной ориентации вектора намагниченности в ферромагнетиках с различной магнитной анизотропией и анизотропией формы.

P9	ПР №7	ПК-3-У1;ПК-3-В2;ПК-4-У1;ПК-4-В1;УК-1-31;УК-1-32;УК-1-В1	Оценка характеристик ферромагнетика в процессе перемагничивания.
P10	ПР №8	ПК-3-У1;ПК-3-В2;ПК-4-У1;ПК-4-В1;УК-1-31;УК-1-32;УК-1-В1	Расчёт резонансных характеристик ферромагнетика.
P11	ЛР №1	ПК-3-В1;ПК-4-В1;УК-1-31;УК-1-В1	Закон Кюри–Вейсса и обменное взаимодействие в ферромагнетиках.
P12	ЛР №2	ПК-3-В1;ПК-4-В1;УК-1-31;УК-1-В1	Наблюдение доменной структуры в ферромагнетиках с помощью эффекта Фарадея.
P13	ЛР №3	ПК-3-В1;ПК-3-В2;ПК-4-В1;УК-1-31;УК-1-В1	Влияние двухвалентных ионов железа на электропроводность ферритов.
P14	ЛР №4	ПК-3-В1;ПК-3-В2;ПК-4-В1;УК-1-31;УК-1-В1	Изучение статических параметров цилиндрических магнитных доменов в монокристаллических плёнках и пластинах ферритов.
P15	ЛР №5	ПК-3-В1;ПК-3-В2;ПК-4-В1;УК-1-31;УК-1-В1	Влияние концентрации ионов Bi^{3+} на одноосную магнитную анизотропию эпитаксиальных плёнок ферритов–гранатов.
P16	ЛР №6	ПК-3-В1;ПК-3-В2;ПК-4-В1;УК-1-32;УК-1-В1	Изучение намагниченности насыщения ферритов-шпинелей методом вибромагнетометра.
P17	ЛР №7	ПК-3-У1;ПК-3-В2;ПК-4-У1;ПК-4-В1;УК-1-31;УК-1-32;УК-1-В1	Изучение фазового состава магнитного наноматериала методом термомагнитного фазового анализа.

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

Экзаменационный билет состоит из двух вопросов и одной задачи. Задачи являются типовыми и подобные обучающийся решает по ходу выполнения текущих работ дисциплины. Экзамен сдается устно. Билеты хранятся на кафедре. Для допуска к экзамену необходимо выполнение РГР №1 и №2, также написание контрольных работ №1, №2 и защита всех лабораторных работ.

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

Для оценивания уровня освоения материала по дисциплине используется 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 ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу;

«хорошо» – студент 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;

«удовлетворительно» – студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

«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

«неявка» – студент на экзамен не явился.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Боровик Е. С., Мильнер А. С.	Лекции по магнетизму: учеб. пособие для физ. спец. ун-тов	Библиотека МИСиС	Харьков: Гос. ун-т им. А. М. Горького, 1966
Л1.2	Мишин Д. Д.	Магнитные материалы: Учеб. пособие для физ. и физ.-техн. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1991

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Преображенский А. А.	Магнитные материалы	Электронная библиотека	Москва: Высш. школа, 1955
Л2.2	Вонсовский С. В.	Магнетизм: магнитные свойства диа-, пара-, ферро-, антиферро-, и ферромагнетиков: монография	Электронная библиотека	Москва: Наука, 1971
Л2.3	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
Л2.4	Летюк Л. М., Костишин В. Г., Гончар А. В.	Технология ферритовых материалов магнитоэлектроники	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2005
Л2.5	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

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Летюк Л. М., Ануфриев А. Н., Морченко А. Т.	Физика магнитных материалов: Лаб. практикум для студ. спец. 0648	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1986

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	LMS Canvas	https://lms.misis.ru/login/canvas
Э2	Введение в теорию ферромагнетизма	https://openedu.ru/course/mephi/mephi_itff/

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.2	Microsoft Office
П.3	LMS Canvas
П.4	MS Teams
П.5	ОС Linux (Ubuntu) / Windows
П.6	MATCAD

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	eLIBRARY http://elibrary.ru/
И.2	American Institute of Physics (AIP) http://scitation.aip.org/
И.3	Springer materials http://materials.springer.com/

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-427	Учебная аудитория	стационарные компьютеры 6 шт., 4 ноутбука, пакет лицензионных программ MS Office, набор демонстрационного оборудования в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный, комплект учебной мебели 25 посадочных мест
К-428	Учебная аудитория	4 лабораторные установки, установка для роста углеродных нанотрубок методом PECVD, печь ИК нагрева MPLA-5000, в том числе: доска учебная, монитор, системный блок, комплект учебной мебели на 20 посадочных мест
К-436	Лаборатория	измеритель магнитной индукции, генератор, петлемер индукционный, установка МК-39, универсальная магнитооптическая установка на базе микроскопа NU-2E, комплект учебной мебели на 6 посадочных мест
К-435	Лаборатория	спектральный эллипсометрический комплекс, векторный анализатор электрических цепей, петлемер индукционный, смеситель, магнитометр АТЕ-8702, комплект учебной мебели на 8 посадочных мест
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

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 и рубежной аттестации. Лабораторные работы проводятся с широким использованием компьютерных программ, как для выполнения, так и для оформления работы.