

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 31.08.2023 11:27:30

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Физические явления в функциональных материалах и наносистемах

Закреплена за подразделением

Кафедра физического материаловедения

Направление подготовки

22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Физика и технологии функциональных материалов

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

3 ЗЕТ

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет 2

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

74

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	74	74	74	74
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

кфмн, доцент, Шуваева Е.А.; кфмн, доцент, Перминов А.С.

Рабочая программа

Физические явления в функциональных материалах и наносистемах

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, 22.04.01-ММТМ-23-7.plx Физика и технологии функциональных материалов, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, Физика и технологии функциональных материалов, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра физического материаловедения

Протокол от 11.04.2022 г., №8-04

Руководитель подразделения Савченко А.Г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель освоения дисциплины - формирование компетенций, предусмотренных учебным планом, а также научить связывать физические свойства современных функциональных материалов с технологическими возможностями производства устройств на их основе – датчиков, реле и т.д., принцип работы которых основан на том или ином физическом явлении, анализировать основные факторы, определяющие особенности свойств наноматериалов, наноструктур, нанокластеров и объектов низкой размерности на основе знаний о специфике электронных явлений в наноразмерных объектах.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.02
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве	
2.1.2	Материаловедение и технологии перспективных материалов	
2.1.3	Методология выбора и материалы наукоемких технологий	
2.1.4	Метрология и испытания функциональных материалов	
2.1.5	Структурные методы исследования наноматериалов	
2.1.6	Теория фаз и фазовых превращений	
2.1.7	Учебная практика	
2.1.8	Физика магнетизма. Часть 1. Магнетизм веществ	
2.1.9	Физические свойства наноматериалов	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Атомное строение неорганических материалов	
2.2.2	Магнитотвердые материалы: технологии получения и обработки	
2.2.3	Перспективные технологии функциональных материалов	
2.2.4	Симметрия наносистем	
2.2.5	Современные компьютерные технологии в структурном анализе	
2.2.6	Спектроскопические и зондовые методы	
2.2.7	Физические методы исследования материалов	
2.2.8	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.9	Преддипломная практика	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-4: Способен планировать, осуществлять комплексные исследования и разработку функциональных материалов (в том числе наноматериалов) различного назначения
Знать:
ПК-4-31 знать методы и методики исследования наноматериалов и наносистем;
ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
Знать:
ОПК-4-31 принципы поиска и анализа информации, требуемой для осуществлений научно-исследовательской деятельности в области функциональных материалов;
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях
Знать:
ОПК-1-31 основные понятия в области физических (в том числе электронных) явлений в наноматериалах и наносистемах, в частности физические основы явлений сверхпроводимости, эффекта Кондо, эффекта Холла, спин-зависимого туннелирования, гигантского магнитосопротивления, явления магнитострикции, магнитного импеданса, эффектов Зеебека, Томпсона, Пельтье и т.д.;
ПК-4: Способен планировать, осуществлять комплексные исследования и разработку функциональных материалов (в том числе наноматериалов) различного назначения
Уметь:
ПК-4-У1 самостоятельно использовать знания о принципах, методах и методиках исследований электронных явлений в

нанообъектах для анализа влияния наномасштаба на свойства наноматериалов;
ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
Уметь:
ОПК-4-У1 самостоятельно проводить сбор данных, анализ и обобщение научно-технической информации на основе знаний об электронных явлениях в наноматериалах и наносистемах;
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях
Уметь:
ОПК-1-У1 самостоятельно использовать современные представления науки о физико-химических основах электронных явлений в нанообъектах при анализе влияния наномасштаба на свойства наноматериалов;
ПК-4: Способен планировать, осуществлять комплексные исследования и разработку функциональных материалов (в том числе наноматериалов) различного назначения
Владеть:
ПК-4-В1 навыками комплексных исследований и разработки функциональных материалов различного назначения на основе знаний основ и закономерностей физических явлений в материалах и наноматериалах.
ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
Владеть:
ОПК-4-В1 навыком рационального сбора, систематизации и анализа научно-технической и другой информации в области физики функциональных явлений и технологии функциональных наноматериалов и наносистем, необходимой для принятия решений в научных исследованиях и практической технической деятельности;
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях
Владеть:
ОПК-1-В1 навыком использования терминологии и знаний о физических принципах в области физических явлений в функциональных материалах;

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. Физические явления в функциональных материалах							
1.1	Введение. Явление сверхпроводимости, эффект Кондо. Эффект Холла. /Лек/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31	Л1.4Л3.4 Э3			
1.2	Подготовка к практическому занятию "Применение сверхпроводников" /Ср/	2	4	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ОПК-4-У1	Л1.1Л3.2			
1.3	Применение сверхпроводников в современных генераторах, датчиках сверхнизких токов и магнитных полей /Пр/	2	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.1			Р1
1.4	Спин-зависимое туннелирование. Явление магнитострикции. /Лек/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31	Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3			
1.5	Подготовка к практическому занятию "Магнитострикционные датчики" /Ср/	2	4	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ОПК-4-У1	Л1.3			
1.6	Магнитострикционные датчики положения, давления и напряженного состояния /Пр/	2	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.3			Р2

1.7	Магнитный импеданс, гигантское магнитосопротивление. /Лек/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31	Л1.1Л2.1			
1.8	Подготовка к практическому занятию "Применение явления магнитного сопротивления и импеданса в различных датчиках" /Ср/	2	4	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ОПК-4-У1	Л1.1Л2.1			
1.9	Применение явления магнитного сопротивления и импеданса в различных датчиках /Пр/	2	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.1			Р3
1.10	Термоэлектрические явления в функциональных материалах (эффект Зеебека, эффект Томпсона, эффект Пельтье) /Лек/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31	Л1.1Л2.1			
1.11	Освоение теоретического материала раздела 1 и подготовка домашнего задания 1 "Физические явления в функциональных материалах" /Ср/	2	18	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			Р4
1.12	Подготовка к контрольной работе № 1 /Ср/	2	7	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ПК-4-31	Л1.1			
1.13	Сдача домашнего задания "Физические явления в функциональных материалах". Контрольная работа № 1 /Пр/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1		КМ1	Р4
	Раздел 2. Фундаментальные явления в низкоразмерных структурах							
2.1	Классификация нанообъектов. Наночастицы (кластеры), наноструктуры, наноматериалы. Особенности физического взаимодействия в нанообъектах /Лек/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31	Л1.2 Л1.5Л2.2 Э1			
2.2	Подготовка к практическому занятию "Энергетический спектр частицы в потенциальной яме. Прохождение частицы через барьер" /Ср/	2	4	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ОПК-4-У1	Л1.2			
2.3	Энергетический спектр частицы в потенциальной яме. Прохождение частицы через барьер /Пр/	2	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.2Л2.1 Э4			Р5

2.4	Понятие «размерного эффекта». Примеры влияния размера частиц на электрические свойства. Понятие размерности тела. Трех-, двух-, одно- и нульмерные объекты. Пленки, проволоки (нити), квантовые точки. Плотность электронных состояний в низкоразмерных структурах /Лек/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31	Л1.2			
2.5	Подготовка к практическому занятию "Энергетический спектр частицы в потенциальной яме. Прохождение частицы через барьер. Транспортные явления в низкоразмерных системах" /Ср/	2	4	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ОПК-4-У1	Л1.2Л2.1			
2.6	Энергетический спектр частицы в потенциальной яме. Прохождение частицы через барьер. Транспортные явления в низкоразмерных системах. /Пр/	2	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.2			Р6
2.7	Электронные свойства границ раздела в низкоразмерных структурах. /Лек/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-4-31	Л1.2Л2.1			
2.8	Подготовка к практическому занятию "Квантовые осцилляции в магнитном поле. Квантовый эффект Холла". /Ср/	2	4	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ОПК-4-У1	Л1.2			
2.9	Квантовые осцилляции в магнитном поле. Квантовый эффект Холла. /Пр/	2	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.2			Р7
2.10	Мезоскопические устройства и низкоразмерные структуры в нанoeлектронике. Спинтроника. Молекулярная электроника /Лек/	2	3	ОПК-1-31 ОПК-4-31	Л1.2Л2.4			
2.11	Освоение теоретического материала раздела 2 и подготовка домашнего задания 2 "Использование физических явлений в наноматериалах и наносистемах в изделиях нанoeлектроники, нанoфотоники и др." /Ср/	2	18	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2Л2.1 Л2.3Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4			Р8
2.12	Подготовка к контрольной работе № 2. /Ср/	2	7	ОПК-1-31 ОПК-4-31 ПК-4-31	Л1.2			

2.13	Сдача домашнего задания 2 "Использование физических явлений в наноматериалах и наносистемах в изделиях наноэлектроники, нанофотоники и др." Контрольная работа № 2. /Пр/	2	3	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2Л2.1		КМ2	Р8
------	--	---	---	---	----------	--	-----	----

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	Контрольная работа 1	ОПК-4-31;ОПК-1-31;ПК-4-31	<p>Вопросы для самостоятельной подготовки по контрольной работе 1 "Физические явления в функциональных материалах" :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Явление сверхпроводимости – история обнаружения эффекта, основы теории явления, эффект Мейснера и другие факторы, влияющие на проявление сверхпроводимости ? 2. В чем особенности термоэлектрических эффектов (Зеебека, Пельтье, Томсона)? 3. В чем состоит явление магнитострикции, природа происхождения этого явления? 4. В чем заключается эффект Холла, природа происхождения эффекта, возможные факторы, влияющие на величину эффекта, связь с магнитным сопротивлением ? 5. В чем заключается явление магнитного импеданса, природа происхождения явления, возможные факторы, влияющие на величину эффекта ? 6. В чем заключается эффект Кондо, природа происхождения эффекта, возможные факторы, влияющие на величину эффекта, связь с явлением ферромагнитного резонанса ? 7. Область возможного применения явления сверхпроводимости и конкретный пример реализации явления в каком-либо устройстве (датчик магнитного потока и сверхмалых токов, элемент Джозефсона, магнитный томограф) . 8. Область возможного применения термоэлектрических эффектов и конкретный пример реализации эффекта Пельтье в каких-либо устройствах, в частности, в холодильных устройствах . 9. Область возможного применения термоэлектрических эффектов и конкретный пример реализации эффекта Зеебека в каком-либо устройстве, в частности в термопарах . 10. Область возможного применения явления магнитострикции и конкретный пример реализации в магнитострикционных датчиках давления, положения и т.п . 11. Область возможного применения явления магнитного импеданса и конкретный пример реализации в датчиках магнитного поля, положения и т.п. 12. Область возможного применения эффекта Холла и конкретный пример реализации в датчиках магнитного поля .

КМ2	Контрольная работа 2	ОПК-4-31;ОПК-1-31;ПК-4-31	<p>Вопросы для самостоятельной подготовки по контрольной работе 2 "Использование физических явлений в наноматериалах и наносистемах в изделиях нанoeлектроники, нанoфотоники и др." :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Что такое КНИ-транзистор, каковы его параметры ? 2 Что такое транзистор с двойным затвором ? 3 Приведите примеры гетеротранзисторов . 4 Конструкция НЕМТ-транзистора . 5 Что такое транзистор на квантовых точках ? 6 Приведите схему кремниевого одноэлектронного транзистора и дайте его характеристику . 7 Конструкция одноэлектронного гетеротранзистора . 8 Молекулярный одноэлектронный транзистор и его особенности . 9 Как реализовать одноэлектронную ячейку памяти ? 10 Одноэлектронный инвентор и его особенности . 11 Что такое спинтроника ? 12 Что такое магнитосопротивление ? 13 В чем измеряется магнитосопротивление ? 14 В чем суть эффекта гигантского магнитосопротивления ? 15 Какие материалы чаще используют в тонкопленочных структурах, де-монстрирующих эффект гигантского магнитосопротивления ? 16 Что такое спиновой вентиль)? 17 В чем суть эффекта туннельного магнитосопротивления ? 18 Какие проводниковые магнитные материалы наиболее часто используют в спин-туннельных структурах ? 19 Какие диэлектрики наиболее часто используют в спин-туннельных структурах ? 20 Как связано магнитосопротивление туннельного перехода со спиновой поляризацией электронов проводимости в ферромагнитных контактах ? 21 Как связана зависимость от спина электронов проводимость туннельного перехода со спиновой поляризацией электронов проводимости ? 22 Как изменяется магнитосопротивление туннельного перехода с повышением температуры ? 23 Какие процессы требуют учета при расчете магнитосопротивления тонкопленочных структур ? 24 Какова конструкция и принцип действия спиновых транзисторов: спинового полевого транзистора, время-пролетного спинового транзистора, спин-вентильного транзистора, магнитного туннельного транзистора ? 25 Какими основными характеристиками обладают сенсоры на основе эффекта гигантского магнитосопротивления ? 26 Что является основным элементом считывающей головки на основе гигантского магнитосопротивления и каков принцип ее действия ? 27 Что является основным элементом энергонезависимой памяти на основе гигантского магнитосопротивления и каков принцип ее действия? 28 Что является основным элементом энергонезависимой памяти на основе спин-зависимого туннелирования и каков принцип ее действия ? 29 Какими основными характеристиками обладают спинтронные приборы ? 30 Молекулярная электроника, приведите примеры устройств .
-----	----------------------	---------------------------	--

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 Сверхпроводники	ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Применение сверхпроводников в современных генераторах, датчиках сверхнизких токов и магнитных полей
P2	Практическое занятие 2 Магнитострикционные материалы	ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Магнитострикционные датчики положения, давления и напряженного состояния

P3	Практическое занятие 3 Гигантское магнитосопротивление	ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Применение явления магнитного сопротивления и импеданса в различных датчиках
P4	Домашнее задание 1	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-В1	Физические явления в функциональных материалах Типичные темы домашней работы 1 "Физические явления в функциональных материалах" в форме мультимедийного доклада: 1 Явление сверхпроводимости; 2 Эффект Кондо; 3 Эффект Холла; 4 Спин-зависимое туннелирование; 5 Гигантское магнитосопротивление; 6 Явления магнитострикции; 7 Явление магнитного импеданса; 8 Эффект Зеебека; 9 Эффект Томпсона; 10 Эффект Пельтье; 11 Элемент Джозефсона – принцип работы и возможное применение; 12 Принцип работы ЯМР-томографа; 13 Принцип работы магнитокардиографа; 14 Принцип работы магнитоэнцефалографа; 15 Принцип работы магнитострикционного датчика давления и/или положения; 16 Принцип работы датчика магнитного поля, основанного на эффекте Холла; 17 Принцип работы датчика магнитного поля, основанного на явлении магнитного импеданса.
P5	Практическое занятие 4 Энергетический спектр частицы в потенциальной яме. Прохождение частицы через барьер	ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Энергетический спектр частицы в потенциальной яме. Прохождение частицы через барьер
P6	Практическое занятие 5 Транспортные явления в низкоразмерных системах.	ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Транспортные явления в низкоразмерных системах.
P7	Практическое занятие 6 Квантовый эффект Холла	ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Квантовые осцилляции в магнитном поле. Квантовый эффект Холла.

P8	Домашнее задание 2	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-В1	Использование физических явлений в наноматериалах и наносистемах в изделиях нанoeлектроники, нанофотоники и др. Типичные темы домашней работы 2 "Использование физических явлений в наноматериалах и наносистемах в изделиях нанoeлектроники, нанофотоники и др.": 1 Транзистор с двойным затвором; 2 Гетеротранзистор; 3 Конструкция НЕМТ-транзистора; 4 Транзистор на квантовых точках; 5 Кремниевый одноэлектронный транзистор; 6 Конструкция одноэлектронного гетеротранзистора; 7 Молекулярный одноэлектронный транзистор и его особенности; 8 Одноэлектронная ячейка памяти; 9 Одноэлектронный инвентор и его особенности; 10 Магнитосопротивление; 11 Тонкопленочные структуры с эффектом гигантского магнитосопротивления; 12 Спиновой вентиль; 13 Эффект туннельного магнитосопротивления; 14 Принцип действия спиновых транзисторов: спинового полевого транзистора, время-пролетного спинового транзистора, спин-вентильного транзистора, магнитного туннельного транзистора; 15 Считывающая головка на основе гигантского магнитосопротивления.
----	-----------------------	---	---

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

По курсу предусмотрен зачет

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

По курсу предусмотрен зачет.

Оценка «зачет» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.

Оценка "не зачет" - обучающийся не освоил программу курса, имеет невыполненные практические занятия, не сданные домашние занятия и контрольные работы.

Оценка «неявка» – обучающийся не сдавал контрольные и домашние работы в установленные сроки, задолженности на момент зачетной недели не ликвидировал.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Драгунов В. П., Остертак Д. И.	Микро- и нанoeлектроника: учебное пособие	Электронная библиотека	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012
Л1.2	Борисенко В. Е.	Нанoeлектроника: теория и практика: учебник	Электронная библиотека	Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015
Л1.3	Крутогин Д. Г.	Элементы и устройства магнитoeлектроники: Разд.: Магнитострикционные и магнитооптические устройства: Курс лекций для студ. спец. 0643	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1985
Л1.4	Анциферов В. Н., Бездудный Ф. Ф., Белянчиков Л. Н., др., Карабасов Ю. С.	Новые материалы	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2002
Л1.5	Рыжонков Д. И., Левина В. В., Дзидзигури Э. Л.	Ультрадисперсные системы: физические, химические и механические свойства: учеб. пособие для студ. вузов спец. -150701 (070800), 150108 (110800)	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2005

6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Щука А. А., Сигов А. А.	Нанoeлектроника: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015
Л2.2	Рыжонков Д. И., Лёвина В. В., Дзидзигури Э. Л.	Наноматериалы: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2017
Л2.3	Летюк Л. М., Костишин В. Г., Гончар А. В.	Технология ферритовых материалов магнитоэлектроники	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2005
Л2.4	Крутогин Д. Г.	Функциональные материалы электроники и их технологии: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015
6.1.3. Методические разработки				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Горшенин В. С.	Магнитострикционные эхолоты: практическое пособие	Электронная библиотека	Москва, Ленинград: Издание "Водный транспорт", 1939
Л3.2	Паринов И. А.	Сверхпроводники и сверхпроводимость: словарь-справочник: словарь	Электронная библиотека	Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2010
Л3.3	Зебрев Г. И.	Физические основы кремниевой нанoeлектроники: учебное пособие для вузов	Электронная библиотека	Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015
Л3.4	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	Елисеев А.А., Лукашин А.В. Функциональные наноматериалы. /Под ред. Ю.Д. Третьякова. - М.: Физматлит, 2010. – 454 с. Полнотекстовая Университетская библиотека онлайн - http://biblioclub.ru Свободный доступ с IP-адресов НИТУ "МИСиС".		http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=68876&sr=1	
Э2	Magnetic, Ferroelectric, and Multiferroic Metal Oxides. Ed. by: Biljana D. Stojanovic. - N.-Y.: Elsevier, 2018. - 658 p. https://www.sciencedirect.com/ Открытый доступ для скачивания с ID-адресов НИТУ "МИСиС". https://www.sciencedirect.com/book/9780128111802/magnetic-ferroelectric-and-multiferroic-metal-oxides		https://www.sciencedirect.com/book/9780128111802/magnetic-ferroelectric-and-multiferroic-metal-oxides	
Э3	Гуртов В.А., Осауленко Р.Н. Физика твердого тела для инженеров – М.: Техносфера, 2012. – 560 с. Полнотекстовая Университетская библиотека онлайн - http://biblioclub.ru Свободный доступ с IP-адресов НИТУ "МИСиС".		http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=233466&sr=1	
Э4	Нелинейные явления в нано- и микрогетерогенных системах. /С.А. Гриднев, Ю.Е. Калинин, А.В. Ситников и др. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 355 с. Полнотекстовая Университетская библиотека онлайн - http://biblioclub.ru Свободный доступ с IP-адресов НИТУ "МИСиС".		http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=220366&sr=1	
6.3 Перечень программного обеспечения				
П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr			
П.2	ESET NOD32 Antivirus			
П.3	Win Pro 10 32-bit/64-bit			

П.4	Microsoft Office
П.5	MS Teams
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных	
И.1	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И.2	— Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/
И.3	— Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям https://polpred.com/news
И.4	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.5	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com
И.6	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/
И.7	— наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com
И.8	— научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Б-416	Учебная аудитория	проектор; экран; маркерная доска; компьютер преподавателя; микроскоп Carl Zeiss Axio Scope A1, компьютерный класс на 12 компьютеров, комплект учебной мебели
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Читальный зал №4 (Б)		комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Промежуточная аттестация по дисциплине предусмотрена в виде зачета. Промежуточный контроль (зачет) предназначен для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Обучение проводится в один семестр и организуется в соответствии с настоящей программой. Самостоятельная работа студентов осуществляется и контролируется с помощью:

- индивидуального опроса студентов при проведении семинаров,
- сдачи домашних заданий в форме докладов с презентациями MS PowerPoint,
- двух письменных контрольных работ.

Перед началом занятий студенты получают на текущий семестр календарный план проведения семинарских занятий и контрольных работ и график выдачи и сдачи домашних заданий.

Зачет является заключительным этапом процесса формирования компетенций студента при изучении дисциплины или её части и имеет целью проверку и оценку знаний студентов по теории и применению полученных знаний, умений и навыков. Зачет проводится по расписанию зачетной недели, предусмотренные календарным графиком учебного процесса. В случае положительных результатов сдачи двух контрольных работ и двух домашних заданий зачет по дисциплине проставляется «автоматом».

Зачет принимается преподавателем ведущим практические занятия.

ФОС промежуточной аттестации по дисциплине состоит из вопросов контрольных работ и типичных тем домашних заданий, составленных с учетом показателей оценивания компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины.

Дисциплина 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.