

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 30.01.2023 16:41:18

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Магнитные материалы

Закреплена за подразделением

Кафедра физического материаловедения

Направление подготовки

03.04.02 ФИЗИКА

Профиль

Физика конденсированного состояния

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 1

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

74

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		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
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):
дфмн, профессор, А.С. Лилеев

Рабочая программа

Магнитные материалы

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 03.04.02 ФИЗИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

03.04.02 ФИЗИКА, 03.04.02-МФ3-22-1.plx Физика конденсированного состояния, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

03.04.02 ФИЗИКА, Физика конденсированного состояния, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

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	Сформировать компетенции в соответствии с требованиями учебного плана, а также научить исследовать и прогнозировать свойства магнитных материалов.
1.2	Сформировать основные физические представления:
1.3	- о механизмах возникновения магнитоупорядоченного состояния;
1.4	- о процессах перемагничивания магнитных материалов;
1.5	- о взаимосвязи магнитных характеристик со структурой материала.
1.6	

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.01
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Неравновесные конденсированные системы (II)	
2.2.2	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности. Научно-исследовательская практика	
2.2.3	Системы накопления и хранения электрической энергии	
2.2.4	Экспериментальные методы физики твердого тела	
2.2.5	История и методология физики	
2.2.6	Наночастицы и наноматериалы	
2.2.7	Термодинамическое моделирование химических процессов в многокомпонентных гетерогенных системах	
2.2.8	Электронные свойства неравновесных материалов	
2.2.9	Научно-педагогическая практика	
2.2.10	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.11	Динамика решетки и электрон-фононное взаимодействие в твердых телах	
2.2.12	Дифракционные и спектроскопические методы исследования твердых тел	
2.2.13	Информационно-аналитические системы в материаловедении	
2.2.14	Физика магнитных явлений. Часть 1. Основы магнетизма	
2.2.15	Физика магнитных явлений. Часть 2. Магнетизм веществ	
2.2.16	Физические методы исследований	
2.2.17	Инженерия поверхности	
2.2.18	Радиационная обработка поверхности	
2.2.19	Тонкопленочные материалы	
2.2.20	Физика дифракции	
2.2.21	Экспериментальные методы в физике магнетизма	
2.2.22	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-1: Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов научных исследований в области физики конденсированных состояний
Знать:
ПК-1-31 современную физическую аппаратуру и оборудование для физических исследований;
ПК-1-32 основы формирования магнитных свойств материалов, а также принципы и механизмы перемагничивания;
ПК-1-33 закономерности формирования магнитомягкого или высококоэрцитивного состояния
ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания в области физики, знания в междисциплинарных областях для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности
Знать:
ОПК-1-31 методы физических исследований магнитоупорядоченных материалов;

ПК-1: Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов научных исследований в области физики конденсированных состояний
Уметь:
ПК-1-У1 анализировать закономерности изменения магнитных свойств магнитных материалов при термической обработке, термомагнитной обработке, изменении состава и влияние фактора формы на эксплуатационные характеристики магнитных материалов.
ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания в области физики, знания в междисциплинарных областях для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности
Уметь:
ОПК-1-У1 применять фундаментальные знания в области физики, знания в междисциплинарных областях для решения научно-исследовательских задач
ПК-1: Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов научных исследований в области физики конденсированных состояний
Владеть:
ПК-1-В2 опытом оценки влияния различных факторов на уровень и закономерности формирования магнитных свойств магнитоупорядоченных магнитных материалов;
ПК-1-В1 опытом применения на практике методов обработки и анализа экспериментальных данных.
ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания в области физики, знания в междисциплинарных областях для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности
Владеть:
ОПК-1-В1 основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности

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. Физика магнитных материалов							
1.1	Введение. Основные понятия магнетизма. Фундаментальные магнитные характеристики /Лек/	1	2	ОПК-1-31 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э2			
1.2	Физика процессов перемагничивания магнитных материалов. Взаимосвязь структуры и свойств магнитных материалов /Лек/	1	2	ОПК-1-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1			
1.3	Гистерезисные характеристики магнитных материалов. Классификация /Лек/	1	2	ОПК-1-31 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1			
1.4	Подготовка к практическому занятию /Ср/	1	8	ОПК-1-31 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1			
1.5	Особенности измерения магнитных характеристик в замкнутой и разомкнутой магнитной цепи. Контрольная работа 1 «Физика магнитных наноматериалов» /Пр/	1	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1		КМ1	Р1
1.6	Подготовка к контрольной работе 1 /Ср/	1	8	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1			
	Раздел 2. Магнитомягкие материалы							

2.1	Основные физические характеристики магнитомягких материалов /Лек/	1	2	ОПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э2			
2.2	Прецизионные магнитомягкие материалы. Магнитомягкие материалы с максимальной намагниченностью насыщения. Магнитные материалы с максимальной магнитной проницаемостью /Пр/	1	2	ОПК-1-У1 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1			Р2
2.3	Магнитные материалы с минимальными потерями при перемагничивании, электротехнические стали, магнитомягкие ферриты. Прецизионные магнитомягкие материалы /Лек/	1	2	ОПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1			
2.4	Аморфные, нанокристаллические и микрокристаллические магнитомягкие материалы. Основные физические характеристики магнитных материалов для записи информации. /Лек/	1	2	ОПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1			
2.5	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	1	4	ОПК-1-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1			
2.6	Расчет параметров магнитомягких материалов по основной кривой намагничивания. Контрольная работа 2 «Формирование магнитных свойств в магнитомягких материалах» /Пр/	1	2	ОПК-1-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1	КМ2		Р3
2.7	Подготовка к контрольной работе 2 /Ср/	1	8	ОПК-1-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1			
Раздел 3. Магнитотвердые материалы								
3.1	Основные физические характеристики магнитотвердых материалов. Механизмы перемагничивания и их реализация в магнитотвердых материалах /Лек/	1	2	ПК-1-32 ПК-1-33	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э2			
3.2	Магнитотвердые материалы с одноосной анизотропией полей рассеяния (анизотропией формы). /Пр/	1	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1			Р4

3.3	Магнитотвердые материалы с одноосной кристаллической анизотропией. Физические основы получения постоянных магнитов из сплавов системы самарий-кобальт. /Лек/	1	1	ПК-1-32 ПК-1-33	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1			
3.4	Физические основы получения магнитотвердых порошков системы неодим-железо бор методами: быстрой закалки из жидкого состояния, водородным диспергированием, интенсивной пластической деформацией /Лек/	1	1	ПК-1-32 ПК-1-33	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1			
3.5	Физические свойства и гистерезисные характеристики постоянных магнитов системы неодим-железо бор /Пр/	1	3	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1			Р5
3.6	Магнитные свойства наноструктурированных пленочных постоянных магнитов из сплавов системы неодим-железо-бор. /Лек/	1	1	ПК-1-32 ПК-1-33	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1			
3.7	Проработка лекционного материала курса /Ср/	1	10	ОПК-1-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2		КМ4	Р9,Р8,Р7,Р6,Р5,Р4,Р3,Р2,Р1
3.8	Физические основы получения постоянных магнитов из сплавов системы самарий-кобальт /Пр/	1	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1			Р6
3.9	Определение коэрцитивной силы и максимального магнитного произведения по петле гистерезиса магнитотвердого материала после разных обработок. /Пр/	1	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1			Р7,Р9
3.10	Технология и применение углепластиков. Контрольная работа 3 «Высококоэрцитивное состояние в материалах на основе редкоземельных элементов» /Пр/	1	2	ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1		КМ3	Р8
3.11	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	1	12	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1			
3.12	Подготовка к контрольной работе 3 /Ср/	1	8	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1			
3.13	подготовка к экзамену /Ср/	1	16	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1		КМ4	

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-1-31;ПК-1-31;ПК-1-32	<p>Пример билета контрольной работы 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Гистерезис, обусловленный трудностью отрыва доменной стенки. 2. Материалы с прямоугольной петлей гистерезиса 3. Магнитные свойства электротехнической стали
КМ2	Контрольная работа 2	ОПК-1-31;ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33	<p>Контрольная работа № 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Материалы с прямоугольной петлей гистерезиса 2. Методы определения магнитной текстуры печённых магнитов 3. Магнитокристаллическая одноосная анизотропия
КМ3	Контрольная работа 3	ОПК-1-31;ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-У1	<p>Контрольная работа № 3</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Технология спекания и кривая Вестендорфа 2. Материалы с высоким значением индукции насыщения 3. Влияние исходного магнитного состояния на кривую намагничивания и магнитно-доменную структуру сплавов SmCo5

КМ4	Экзамен	ОПК-1-31;ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-У1;ОПК-1-У1	<p>Вопросы для самостоятельной подготовки.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Магнитные свойства электротехнической стали 2. Технология изготовления электротехнической стали 3. Маркировка электротехнической стали 4. Методы определения магнитных потерь в электротехнических сталях 5. Материалы с высокой магнитной проницаемостью 6. Материалы с прямоугольной петлей гистерезиса 7. Материалы с высоким значением индукции насыщения 8. Технология получения текстуры в электротехнической стали 9. Магнитные материалы с минимальными потерями при перемагничивании, 10. Виды магнитной анизотропии 11. Когерентный механизм перемагничивания. 12. Некогерентный механизм перемагничивания 13. Переходная доменная структура 14. Гистерезис, обусловленный трудностью зародышеобразования 15. Особенности процессов перемагничивания частиц с переходной доменной структурой 16. Влияние напряженности магнитного поля при намагничивании на гистерезисные характеристики частиц 17. Определение поля возникновения зародыша обратной намагниченности 18. Влияние размера частиц на величину поля образования домена обратной намагниченности. 19. Влияние намагничивающего поля на величину поля возникновения зародыша обратной намагниченности. 20. Гистерезис, обусловленный трудностью отрыва доменной стенки. 21. Лимитирующее звено процесса перемагничивания. 22. Критерий лимитирующего звена процесса перемагничивания 23. Магнитные структуры РЗМ-металлов. 24. Магнитные структуры соединений РЗМ-3d металлов. 25. Диаграмма Sm-Co. 26. Магнитные свойства соединений типа $SmCo_5$ 27. Магнитные свойства соединений типа Sm_2Co_{17} 28. Технология спечённых магнитов $SmCo_5$. ПК-2.1-32 29. Технология измельчения и прессования сплавов магнитов $SmCo_5$. 30. Технология изготовления магнитов из сплавов Sm-Co-Cu. 31. Технология спекания и кривая Вестендорфа 32. Влияние исходного магнитного состояния на кривую намагничивания и магнитно-доменную структуру сплавов $SmCo_5$ 33. Технология текстурования спечённых постоянных магнитов. 34. Методы определения магнитной текстуры спечённых магнитов 35. Технология производства магнитов Nd-Fe-B. 36. Быстрозакаленные магниты Nd-Fe-B. 37. Магнитные свойства Sm_2Fe_{17} – нитридов 38. HDDR – технология 39. Спин – ориентационный переход в Nd_2Fe_{14B} 40. Пленочные постоянные магниты. 41. Магнитомягкие ферриты. 42. Прецизионные магнитомягкие материалы.
-----	---------	---	---

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	Практическое занятие 1	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ПК-1-31	Особенности измерения магнитных характеристик в замкнутой и разомкнутой магнитной цепи.
Р2	Практическое занятие 2	ОПК-1-У1;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-У1;ПК-1-В2;ПК-1-В1	Прецизионные магнитомягкие материалы. Магнитомягкие материалы с максимальной намагниченностью насыщения. Магнитные материалы с максимальной магнитной проницаемостью
Р3	Практическое занятие 3	ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-1-В2	Расчет параметров магнитомягких материалов по основной кривой намагничивания

P4	Практическое занятие 4	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-У1;ПК-1-В2	Магнитотвердые материалы с одноосной анизотропией полей рассеяния (анизотропией формы)
P5	Практическое занятие 5	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ПК-1-32;ПК-1-31;ПК-1-33;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-1-В2	Физические свойства и гистерезисные характеристики постоянных магнитов системы неодим-железо бор
P6	Практическое занятие 6	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-1-В2	Физические основы получения постоянных магнитов из сплавов системы самарий-кобальт
P7	Практическое занятие 7	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ПК-1-31;ПК-1-32	Определение коэрцитивной силы и максимального магнитного произведения по петле гистерезиса магнитотвердого материала после разных обработок.
P8	Практическое занятие 8	ПК-1-33;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Технология и применение углепластиков.
P9	Домашнее задание	ОПК-1-В1;ОПК-1-У1;ПК-1-У1;ПК-1-33;ПК-1-В1	Типовые задачи расчетно-графических работ Тематика домашних расчетно-графических заданий: 1. От чего вертикально стоящие стальные оконные решетки с течением времени намагничиваются? На каком конце вертикального прута возникает северный полюс и на каком - южный? 2. Действительно ли постоянны постоянные магниты? 3. Можно ли намагнитить железный шарик? 4. Почему электромагнитный кран не применяют для переноски горячего проката? 5. Кювета с раствором медного купороса помещена между полюсами сильного электромагнита (поверхность жидкости перпендикулярна магнитному полю). В центре кюветы в раствор опущен медный электрод, соединенный с положительным полюсом источника тока, а по периметру погружено медное кольцо, соединенное с отрицательным полюсом. Что произойдет при замыкании цепи? 6. Можно ли защититься от внешнего магнитного поля с помощью ферромагнитной оболочки, подобно экранировке от электростатических полей? 7. Почему колебания стрелки компаса затухают быстрее, если корпус прибора латунный, и медленнее, если пластмассовый? 8. Зачем сердечник трансформатора собирают из отдельных пластин?

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

Экзаменационный билет включает в себя 3 вопроса по разделам курса.

Перечень вопросов приведен в вопросах для самостоятельной подготовки студентов.

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

По курсу предусмотрен экзамен. Возможна простановка оценки за экзамен на основе оценок текущего контроля.

Обучающийся должен выполнить все практические и самостоятельные работы указанные в данном разделе.

Шкала оценивания знаний обучающихся

Оценка «отлично» - обучающийся 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.

Оценка «хорошо» - 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 «удовлетворительно» - обучающийся 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;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «неявка» студент не явился на контрольные мероприятия в семестре.

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., Мильтнер 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	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
Л1.3	Введенский В. Ю., Лилеев А. С., Перминов А. С.	Экспериментальные методы физического материаловедения: монография	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2011
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Мишин Д. Д.	Магнитные материалы: Учеб. пособие для физ. и физ.-техн. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1991
6.1.3. Методические разработки				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Анциферов В. Н., Бездудный Ф. Ф., Белянчиков Л. Н., др., Карабасов Ю. С.	Новые материалы	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2002
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э1	Межуниверситетская сетевая система междисциплинарной подготовки и профессиональной переподготовки кадров для наноиндустрии. – Url: www.nano-obr.ru .		www.nano-obr.ru	
Э2	ГОСТ 19693-74 Материалы магнитные. Термины и определения. - М.: Изд-во стандартов, 1986. - 34 с. http://protect.gost.ru/document.aspx? control=7&id=165732 Эл. ресурс: Дата обращения 12.05.2020.		http://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=165732	
6.3 Перечень программного обеспечения				
П.1	Win Pro 10 32-bit/64-bit			
П.2	MS Teams			
П.3	LMS Canvas			
П.4	Microsoft Office			
П.5	ESET NOD32 Antivirus			
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных				
И.1	— наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com			
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ				
	Ауд.	Назначение	Оснащение	

Б-429	Учебный комплекс по исследованию физических свойства и экспертизе материалов с особыми физическими свойствами:	проектор; мультимедийная доска; маркерная доска, документ-камера; компьютерный класс на 6 студентов и преподавателя (7 компьютеров); установка для измерения магнитных характеристик; установка для определения потерь на перемагничивание МК-4Э; магнитноизмерительная установка МК-3Э; стенд для измерения удельного электросопротивления; дилатометр; твердометр по Роквеллу; комплект учебной мебели
Б-416	Учебный комплекс по структурной диагностике и материаловедческой экспертизе неорганических материалов методами оптической микроскопии:	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 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

При изучении курса "Магнитные материалы" большое внимание следует уделить самостоятельной работе с учебниками, конспектами лекций. Большую часть вопросов, возникающих в процессе самостоятельной подготовки, рекомендуется выносить для обсуждения на практических занятиях для наиболее полного понимания современных проблем производства и свойств магнитных материалов.

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

- вопросов для самоконтроля,
- трех письменных контрольных работ,
- расчетно-графического домашнего задания.

Контрольные работы проводятся в часы практических занятий.

Все контрольные мероприятия, оцениваемые по пятибалльной системе.

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

Для успешного освоения изучаемой дисциплины для студентов организуются еженедельные консультации преподавателей в компьютерном классе.