

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 16.11.2023 16:28:48

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)

# Материаловедение

Закреплена за подразделением Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Направление подготовки

00.06.00 Аспирантура

Профиль

Квалификация

**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 7

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

38

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	Неделя 20			
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	38	38	38	38
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*к.ф.-м.н., доц., Перминов А.С.; к.ф.-м.н., доц., Подгорный Д.А.; к.т.н., доц., Сидорова Е.Н.*

Рабочая программа

## **Материаловедение**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов) (приказ от 17.03.2022 г. № 2-22)

Составлена на основании учебного плана:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Материаловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 Металлургия черных, цветных и редких металлов
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Материаловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, АСП-22-4.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Материаловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 Металлургия черных, цветных и редких металлов
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Материаловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов**

Протокол от 11.04.2022 г., №8-04

Руководитель подразделения Савченко А.Г.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель освоения дисциплины - формирование компетенций в соответствии с учебным планом, научить квалифицированному решению сложных профессиональных научных задач, специфике материаловедения материалов с особыми свойствами, основам научно-технической деятельности.
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		2.1.3
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	3D-моделирование машин, агрегатов и процессов	
2.1.2	Биоматериаловедение	
2.1.3	Высокотемпературные и сверхтвердые материалы	
2.1.4	Геолого-маркшейдерское обеспечение горных работ	
2.1.5	Геотехнологии освоения месторождений полезных ископаемых	
2.1.6	Диагностика, экспертиза и коррозионный мониторинг состояния металлических материалов	
2.1.7	Инновационные конструкционные материалы	
2.1.8	Инновационные литейные технологии	
2.1.9	Инновационные технологии и конструкции оборудования для производства труб, деталей и специальных изделий	
2.1.10	Композиционные наноматериалы	
2.1.11	Компьютерное моделирование в задачах геомеханики, геоконтроля и разрушения горных пород	
2.1.12	Компьютерное моделирование в задачах геомеханики, геоконтроля и разрушения горных пород	
2.1.13	Логистика и экодизайн технологий черной металлургии	
2.1.14	Материаловедение и технологии материалов электроники	
2.1.15	Материаловедение функциональных материалов	
2.1.16	Металловедение и технологии легких сплавов	
2.1.17	Методология проектирования горных предприятий	
2.1.18	Механика подземных сооружений	
2.1.19	Обеспечение безопасного применения электроэнергии на предприятиях минерально-сырьевого комплекса	
2.1.20	Оптика и физика лазеров	
2.1.21	Организация и обеспечение качества аналитического контроля	
2.1.22	Порошковые, композиционные, аддитивные материалы и покрытия	
2.1.23	Приборы твердотельной электроники и микроэлектроники	
2.1.24	Проблемы надежности горных машин и оборудования	
2.1.25	Процессы и технологии обогащения и глубокой переработки минерального сырья	
2.1.26	Ресурсосбережение и комплексное использование сырья в металлургии цветных, редких и благородных металлов	
2.1.27	Строительная геотехнология	
2.1.28	Теоретические исследования и моделирование перспективных сталеплавильных и ферросплавных процессов	
2.1.29	Теоретические основы и средства компьютерного моделирования процессов ОМД	
2.1.30	Теория и практика решения металлургических задач	
2.1.31	Термохимия материалов и термодинамическое моделирование	
2.1.32	Технологические основы получения материалов макро-, микро- и наноэлектроники	
2.1.33	Физика конденсированного состояния	
2.1.34	Физика конденсированного состояния и квантовые технологии	
2.1.35	Физика конденсированного состояния функциональных материалов	
2.1.36	Физика наноразмерных материалов и структур	
2.1.37	Физика полупроводников и диэлектриков	
2.1.38	Физико-технологические основы получения материалов и элементов макро-, микро- и наноэлектроники	
2.1.39	Физико-химия наноматериалов	
2.1.40	Физико-химия процессов и материалов	
2.1.41	Химия и технология переработки твердых горючих ископаемых	
2.1.42	Академическое письмо	
2.1.43	Иностранный язык	
2.1.44	История и философия науки	
2.1.45	Физико-химические и химические процессы обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья	



А-2-31 методы исследования, используемые в материаловедении
<b>А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях</b>
<b>Знать:</b>
А-1-31 основы научного поиска и его особенности в области материаловедения функциональных материалов
<b>А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты</b>
<b>Уметь:</b>
А-3-У1 организовывать научно-исследовательские работы в области материаловедения
<b>А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата</b>
<b>Уметь:</b>
А-2-У1 проводить эксперимент и обрабатывать экспериментальные данные
<b>А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях</b>
<b>Уметь:</b>
А-1-У1 проводить научный поиск в области материаловедения функциональных материалов
<b>А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты</b>
<b>Владеть:</b>
А-3-В1 опытом проведения научно-исследовательских работ в области материаловедения
<b>А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата</b>
<b>Владеть:</b>
А-2-В1 опытом проведения материаловедческого эксперимента и обработки его результатов
<b>А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях</b>
<b>Владеть:</b>
А-1-В1 опытом научного поиска и основами применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок

#### 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
	<b>Раздел 1. Материалы и их типы. Материаловедческие проблемы</b>							
1.1	Понятие материала. Основные типы материалов. /Лек/	7	2	А-1-31	Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.11Л2.6 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11 Э1			
1.2	Управление проектами на примере научно-исследовательского проекта при разработке материала. Менеджмент рисков. Авторский надзор. Патентный поиск /Лек/	7	1	А-1-31 А-3-31 А-3-У1	Л1.2 Л1.10 Л1.13 Л1.14 Л1.15Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.9Л3.1			
1.3	Освоение материалов раздела 1 /Ср/	7	2	А-1-31 А-3-31	Л1.5 Л1.11 Л1.14Л2.9			
	<b>Раздел 2. Структурные методы исследования материалов</b>							

2.1	Рентгеновская дифракция. Методы рентгеноструктурного анализа (РСА) /Лек/	7	2	А-2-31 А-3-31	Л1.4 Л1.8 Л1.9Л2.5 Л2.7Л3.2 Э2 Э3			
2.2	Получение дифракционных спектров материалов. Проведение качественного и количественного фазового анализа /Пр/	7	3	А-2-У1 А-2-В1 А-3-У1 А-3-В1	Л1.4 Л1.8 Л1.9Л2.5 Л2.7Л3.2 Э3			
2.3	Микроскопические методы. Просвечивающая и сканирующая электронная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. /Лек/	7	2	А-2-31	Л1.1 Л1.3 Л1.8 Л1.9Л2.5 Л2.7			
2.4	Получение микроскопических изображений и дифракционных картин. /Пр/	7	3	А-3-31 А-3-У1	Л1.1 Л1.3 Л1.9Л2.5 Л2.7			
2.5	Спектроскопические методы. Методы электронной спектроскопии. Электронная оже-спектроскопия (ЭОС). Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФС). Методы ионной спектроскопии. Вторичная ионная масс-спектрометрия (ВИМС). /Лек/	7	2	А-1-31 А-2-31 А-3-31	Л1.1 Л1.3 Л1.9Л2.5 Л2.7			
2.6	Сравнительная характеристика спектроскопических методов /Пр/	7	3	А-1-У1 А-1-В1 А-2-У1 А-2-В1 А-3-У1 А-3-В1	Л1.1 Л1.3 Л1.9Л2.5 Л2.7			
2.7	Подготовка к практическим работам по разделу. Освоение теоретического материала раздела. /Ср/	7	18	А-1-У1 А-2-31 А-3-31	Л1.1 Л1.3 Л1.9Л2.5 Л2.7Л3.2 Э2 Э3			
	<b>Раздел 3. Физические методы исследования материалов</b>							
3.1	Физические методы исследования материалов и их классификация. Описание методов измерений и испытаний. /Лек/	7	2	А-2-31 А-3-31	Л1.12Л2.3 Э4			
3.2	Методы исследования теплофизических свойств /Лек/	7	2	А-3-31 А-3-В1	Л1.12Л2.3			
3.3	Методы исследования электрических свойств /Лек/	7	2	А-3-31 А-3-В1	Л1.12Л2.3			
3.4	Методы исследования магнитных свойств /Лек/	7	2	А-3-31 А-3-В1	Л1.12Л2.3			
3.5	Виды калориметрических измерений по способу ввода тепла и способу получения измерительного сигнала. Режимы калориметрических измерений /Пр/	7	4	А-2-У1 А-2-В1 А-3-У1 А-3-В1	Л1.12			

3.6	Электрические измерения. Методы измерения удельного электрического сопротивления. Метод амперметра–вольтметра. Мостовой и потенциометрический метод измерения сопротивления. Метод двойного моста. /Пр/	7	4	A-2-У1 A-2-В1 A-3-У1 A-3-В1	Л1.12			
3.7	Подготовка к практическим занятиям раздела. Освоение теоретического материала /Ср/	7	18	A-2-31 A-3-31	Л1.12Л2.3			

### 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	A-3-31;A-3-У1;A-2-31;A-2-У1;A-1-У1;A-1-31	<p>Экзаменационные вопросы приведены в приложении к данной программе</p> <p>Примеры тем рефератов (выбор темы согласуется с преподавателем):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Тип функционального материала, технология его производства, материаловедческие аспекты производства (тип материала согласуется с преподавателем);</li> <li>2) Особенности применения структурных методов исследования функциональных материалов (тип материала и метод согласуется с преподавателем);</li> <li>3) Особенности применения физических методов исследования функциональных материалов (тип материала и метод согласуется с преподавателем);</li> <li>4) Биоматериалы и их применение в медицине и биологии (точная формулировка темы согласуется с преподавателем);</li> <li>5) Специфика организации научно-исследовательских работ в области функциональных материалов (тип материала согласуется с преподавателем);</li> <li>6) Материаловедческие проблемы магнитных материалов различного типа (тип материал согласуется с преподавателем).</li> </ol>

#### 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	A-3-31;A-3-У1	Проведение фазового анализ образца, определение параметров тонкой кристаллической структуры различными методами
P2	Практическое занятие 2	A-1-У1;A-1-В1;A-2-У1	Получение микроскопических изображений и карт распределения элементов.
P3	Практическое занятие 3	A-3-У1;A-3-В1;A-2-У1;A-2-В1	Сравнительная характеристика спектроскопических методов
P4	Практическое занятие 4	A-3-У1;A-3-В1;A-2-У1;A-2-В1	Виды калориметрических измерений по способу ввода тепла и способу получения измерительного сигнала. Режимы калориметрических измерений
P5	Практическое занятие 5	A-1-У1;A-2-У1;A-2-В1;A-3-У1;A-3-В1	Электрические измерения. Методы измерения удельного электрического сопротивления. Метод амперметра–вольтметра. Мостовой и потенциометрический метод измерения сопротивления. Метод двойного моста.
P6	Практическое занятие 6	A-3-В1;A-3-У1	Физические свойства и гистерезисные характеристики постоянных магнитов системы неодим-железо бор.
P7	Практическое занятие 7	A-3-В1;A-3-У1	Физические основы получения постоянных магнитов из сплавов системы самарий-кобальт



P8	Практическая работа 8	A-1-B1;A-1-Y1	Наночастицы и наноструктурированные наноматериалы в биомедицинских исследованиях и биомедицинской практике
<b>5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)</b>			
Экзаменационные вопросы приведены в приложении к данной программе			
<b>5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)</b>			
Шкала оценок: 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 «не явка» – обучающийся 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	Кларк Э. Р., Эберхардт К. Н., Баженов С. Л.	Микроскопические методы исследования материалов: монография	Электронная библиотека	Москва: РИЦ Техносфера, 2007
Л1.2	Мордасов Д. М., Мордасов М. М.	Промышленная интеллектуальная собственность и патентование материалов и технологий: учебное пособие	Электронная библиотека	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2014
Л1.3	Панова Т. В.	Современные методы исследования вещества: электронная и оптическая микроскопия: учебное пособие	Электронная библиотека	Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского (ОмГУ), 2016
Л1.4	Векилова Галина Владимировна, Иванов А. Н., Ягодкин Юрий Дмитриевич	Дифракционные и микроскопические методы и приборы для анализа наночастиц и наноматериалов: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2009
Л1.5	Мишин Д. Д.	Магнитные материалы: Учеб. пособие для физ. и физ.-техн. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1991
Л1.6	Арзамасов Б. Н., Сидорин И. И., Косолапов Г. Ф., др., Арзамасов Б. Н.	Материаловедение: Учебник	Библиотека МИСиС	М.: Машиностроение, 1986
Л1.7	Солнцев Ю. П., Пряхин Е. И., Войткун Ф., Солнцев Ю. П.	Материаловедение: Учебник для студ. вузов, обуч. по металлург., машиностроит. и общетехн. спец.	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 1999
Л1.8	Бублик Владимир Тимофеевич, Мильвидский Андрей Михайлович	Методы исследования материалов и структур электроники. Рентгеновская дифракционная микроскопия: курс лекций	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2006

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.9	Брандон Д., Каплан У., Баженов С. Л., Егорова С. В.	Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля: учеб. пособие для студ. напр. 'Прикладные математика и физика': пер. с англ.	Библиотека МИСиС	М.: Техносфера, 2004
Л1.10	Караваев Евгений Петрович, Костюхин Юрий Юрьевич, Ильичев Игорь Павлович, др.	Управление проектами: практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2015
Л1.11	Кекало И. Б., Самарин Б. А.	Физическое металловедение прецизионных сплавов. Сплавы с особыми магнитными свойствами: учебник для вузов по спец. 'Физика металлов'	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgy, 1989
Л1.12	Введенский В. Ю., Лилеев А. С., Перминов А. С.	Экспериментальные методы физического материаловедения: монография	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2011
Л1.13	Рожнов Андрей Борисович, Турилина Вероника Юрьевна	Патентные исследования. Анализ патентной ситуации: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015
Л1.14	Ципес Григорий Львович, Товб Александр Самуилович, Нежурина Марина Игоревна, Коротких Маргарита Геннадиевна	Управление проектами в современной организации (N 3829): учебно-метод. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2019
Л1.15	Вихрова Наталья Олеговна	Экономика инноваций. Инновационные риски (N 3810): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2019
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Новиков Д. А.	Управление проектами: организационные механизмы: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: ПМСОФТ, 2007
Л2.2	Вострыкина М. К.	Интеллектуальная собственность: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория книги, 2010
Л2.3	Каньгина О. Н., Четверикова А. Г., Бердинский В. Л.	Физические методы исследования веществ: учебное пособие	Электронная библиотека	Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2014
Л2.4	Мордасов М. М., Мордасов Д. М.	Промышленная интеллектуальная собственность: практикум	Электронная библиотека	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2017
Л2.5	Уманский Я. С., Скаков Ю. А., Иванов А. Н., Расторгуев Л. Н.	Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия: Учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgy, 1982

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.6	Добаткин Сергей Владимирович	Наноматериалы. Объемные металлические нано- и субмикрористаллические материалы, полученные интенсивной пластической деформацией: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2007
Л2.7	Горелик С. С., Скаков Ю. А., Расторгуев Л. Н.	Рентгенографический и электронно-оптический анализ: учеб. пособие для вузов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2002
Л2.8	Кекало Игорь Борисович, Менушенков Владимир Павлович	Быстрозакаленные магнитно-твердые материалы системы Nd-Fe-B: Курс лекций для студ. физ.-хим. фак-та	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2000
Л2.9	Карабасов Ю. С.	Научные школы Московского государственного института стали и сплавов (Технологического университета) - 75 лет: Становление и развитие: юбил. сб. ст.	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 1997
Л2.10	Анциферов В. Н., Бездудный Ф. Ф., Белянчиков Л. Н., др., Карабасов Ю. С.	Новые материалы	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2002
Л2.11	Крутогин Дмитрий Григорьевич	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	Перминов Александр Сергеевич, Введенский Вадим Юрьевич, Лилеев Алексей Сергеевич	Сертификация магнитных материалов: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов напр. 'Физ. материаловедение' и спец. 'Стандартизация и сертификация'	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2006
Л3.2	Иванов А. Н., Поляков А. М.	Анализ несовершенств кристаллического строения по профилю и интенсивности рентгеновских отражений: учеб. пособие для студ. спец. 0709.00 и напр. 5104.3 и 5104.11	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2002

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	ГОСТ Р 56748.2-2016/ISO/TS 12901-2:2014 Нанотехнологии. Наноматериалы. Менеджмент риска. Часть 2. Порядок принятия решения по управлению риском /Техноэксперт. Электронный Фонд правовой и нормативно-технической документации. Url: <a href="http://docs.cntd.ru/document/1200141427">http://docs.cntd.ru/document/1200141427</a> . Открытый доступ	<a href="http://docs.cntd.ru/document/1200141427">http://docs.cntd.ru/document/1200141427</a>
Э2	Научная электронная библиотека eLIBRARY	<a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>
Э3	Inorganic Crystal Structure Database:	<a href="https://p1.misis.ru:5019/RPD/Index/1685435/%20http://www.fiz-karlsruhe.de/icsd.html">https://p1.misis.ru:5019/RPD/Index/1685435/%20http://www.fiz-karlsruhe.de/icsd.html</a>

Э4	Журавлёв Л.Г., Филатов В.И. Физические методы исследования металлов и сплавов: учебное пособие для студентов металлургических специальностей. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. - 157 с. Электронный ресурс. Режим доступа: <a href="https://techlibrary.ru/b/2o1ulr1alclm1flc_2t.2k.,_3clj1mlalt1plc_2j.2q._3clj1iljly1fls1lljlf_1n1fltlple2c_lj1slslm1fle1plclalolj2g_1n1fltlalmlm1plc_lj_1slqlmalclplc_2004.pdf">https://techlibrary.ru/b/2o1ulr1alclm1flc_2t.2k.,_3clj1mlalt1plc_2j.2q._3clj1iljly1fls1lljlf_1n1fltlple2c_lj1slslm1fle1plclalolj2g_1n1fltlalmlm1plc_lj_1slqlmalclplc_2004.pdf</a>	<a href="https://techlibrary.ru/b/2o1ulr1alclm1flc_2t.2k.,_3clj1mlalt1plc_2j.2q._3clj1iljly1fls1lljlf_1n1fltlple2c_lj1slslm1fle1plclalolj2g_1n1fltlalmlm1plc_lj_1slqlmalclplc_2004.pdf">https://techlibrary.ru/b/2o1ulr1alclm1flc_2t.2k.,_3clj1mlalt1plc_2j.2q._3clj1iljly1fls1lljlf_1n1fltlple2c_lj1slslm1fle1plclalolj2g_1n1fltlalmlm1plc_lj_1slqlmalclplc_2004.pdf</a>
----	--	---

### 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

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.2	Springer materials <a href="https://materials.springer.com/">https://materials.springer.com/</a>
И.3	NCSS: Statistical Software <a href="https://www.ncss.com/">https://www.ncss.com/</a>
И.4	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И.5	— Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
И.6	— Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям <a href="https://polpred.com/news">https://polpred.com/news</a>
И.7	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.8	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.9	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
И.10	— наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.11	— научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Б-400	УНЛ "Центр рентгеноструктурных исследований и диагностики материалов":	дифрактометры: ДРОН-4, Rigaku MiniFlex, Rigaku Ultima IV, Rigaku SmartLab; установка измерения физических свойств Quantum Design PPMS; вакуумные печи; высокоэнергетические мельницы; мессбауэровский спектрометр
Б-016	Международная школа микроскопии:	просвечивающий электронный микроскоп JEOL JEM-1400 (STEM conf.); сканирующий электронный микроскоп JEOL JSM-IT500LA (+JEOL EDS); атомно-силовой микроскоп AIST-NT SmartSPM-1000 (AFM, MFM, SPM); комплекс пробоподготовки в составе: JEOL IonSlicer-9100IS; Struers Tenupol-5 с криостатом; Struers Lectropol-5 с криостатом. Зал на 11 рабочих мест, оборудованных персональными компьютерами с подключением сети "Интернет" и электронной информационно-образовательной среде университета, пакет лицензионных программ MS Office, комплект учебной мебели, проектор (2 шт), интерактивная доска, экран
Б-429	Учебная аудитория	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; магнитоизмерительная установка МК-3Э; стенд для измерения удельного электросопротивления; дилатометр; твердометр по Роквеллу; комплект учебной мебели
Б-413	Учебная аудитория	проектор; мультимедийная доска; маркерная доска, документ-камера; компьютер преподавателя; компьютерный класс на 14 компьютеров, пакет лицензионных программ MS Office, комплект учебной мебели

119	Учебно-научная лаборатория перспективных магнитотвердых материалов:	технологическое оборудование: вакуумная индукционная плавильная печь АСЕС; лабораторная установка для получения быстрозакаленных сплавов; планетарная шаровая (САНД) и шаровая вибрмельницы; гидравлический пресс (100 кН); вакуумные печи типа СНВ, СШВЛ; лабораторная установка для проведения термомагнитной обработки магнитов. Измерительное оборудование: вибромагнетометр «Меридиан-2»; гистерезисграф «УИФИ-400»; импульсная намагничивающая установка «Мишень» (максимальное амплитуда поля – 100 кЭ); рентгеновский дифрактометр ДРОН-3М; оптические микроскопы ММР-2 и «Neophot-21»
Б-419	Аудитория для самостоятельной работы	комплект учебной мебели на 6 рабочих мест, оборудованных персональными компьютерами с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, доска
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

#### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

При изучении курса большое внимание следует уделить самостоятельной работе с учебниками, справочной литературой и текущими публикациями в ведущих российских и зарубежных журналах по рассматриваемым темам курса. Работе на оборудовании, приготовлении образцов, получению и обработке результатов исследования.

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

- вопросов для самоконтроля, изложенных в литературе,
- индивидуального задания, согласованного с руководителем аспиранта.

Для успешного освоения изучаемой дисциплины для студентов организуются консультации преподавателей.