

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 22.09.2023 10:04:41

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) Экспериментальные методы физики наноматериалов

Закреплена за подразделением

Кафедра физической химии

Направление подготовки

28.04.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ

Профиль

Композиционные наноматериалы

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 3

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

110

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	19			
Неделя	19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	110	110	110	110
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

дфмн, Профессор, Петелин Александр Львович

Рабочая программа

Экспериментальные методы физики наноматериалов

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 28.04.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

28.04.03 Наноматериалы, 28.04.03-МНМ-23-1.plx Композиционные наноматериалы, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

28.04.03 Наноматериалы, Композиционные наноматериалы, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра физической химии

Протокол от 21.06.2022 г., №11-21/22

Руководитель подразделения Салимон А.И.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель освоения дисциплины - изучить методы научных исследований, организацию и планирование физических исследований,
1.2	анализ полученных экспериментальных результатов на примере исследований структуры кристаллов, дефектов строения, атомного состава материалов

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Методология и практика определения размерных характеристик наноматериалов	
2.1.2	Методы исследования материалов	
2.1.3	Нанобезопасность	
2.1.4	Наноразмерные сверхтвердые материалы и алмазоподобные пленки	
2.1.5	Научно-исследовательская практика	
2.1.6	Неравновесные конденсированные системы, часть 2	
2.1.7	Термодинамическое моделирование химических процессов в многокомпонентных гетерогенных системах	
2.1.8	Технологии получения материалов	
2.1.9	Физика магнитных явлений	
2.1.10	Аморфные и нанокристаллические материалы	
2.1.11	Дифракционные методы исследования наноматериалов	
2.1.12	Информационно-аналитические системы в материаловедении	
2.1.13	Неравновесные конденсированные системы, часть 1	
2.1.14	Современные проблемы нанотехнологий	
2.1.15	Фазовое равновесие в многокомпонентных системах	
2.1.16	Физика поверхностей раздела в твердых телах	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Научно-педагогическая практика	
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.3	Преддипломная практика	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-2: Способен самостоятельно эксплуатировать современное аналитическое технологическое оборудование и приборы в соответствии с квалификацией.
Знать:
ПК-2-31 методы получения и исследования материалов
ОПК-1: Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области получения и исследования наноматериалов и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей, применять в профессиональной деятельности знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях
Знать:
ОПК-1-31 задачи научных исследований в области физики конденсированного состояния
ПК-1: Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области получения и исследования наноматериалов и проводить испытания наноструктурированных композиционных материалов в соответствии с новыми техническими требованиями и осуществлять их контроль
Уметь:
ПК-1-У1 ставить конкретные задачи научных исследований в области получения и исследования наноматериалов и проводить испытания
ПК-2: Способен самостоятельно эксплуатировать современное аналитическое технологическое оборудование и приборы в соответствии с квалификацией.
Уметь:
ПК-2-У1 использовать технологии получения и исследования материалов

ОПК-1: Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области получения и исследования наноматериалов и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей, применять в профессиональной деятельности знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях
Уметь:
ОПК-1-У1 использовать знания новейших достижений физики в научно-исследовательской работе
ОПК-4: Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач
Уметь:
ОПК-4-У1 выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач
ПК-2: Способен самостоятельно эксплуатировать современное аналитическое технологическое оборудование и приборы в соответствии с квалификацией.
Владеть:
ПК-2-В1 навыками анализа технологии получения и исследования материалов
ОПК-1: Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области получения и исследования наноматериалов и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей, применять в профессиональной деятельности знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях
Владеть:
ОПК-1-В1 навыками определения характеристик исследуемой системы

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. Экспериментальные методы исследования							
1.1	Введение. Обзор экспериментальных методов. /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
1.2	Выполнение индивидуальных заданий /Ср/	3	10	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
1.3	Сочетание методов исследования структуры и свойств материалов /Лек/	3	1	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
1.4	Сканирующая электронная микроскопия /Лаб/	3	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			Р1

1.5	Выполнение индивидуальных заданий /Ср/	3	15	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ПК -1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
Раздел 2. Методы исследования структуры и химического состава твердых тел								
2.1	Методы исследования структуры твердых тел. Локальность, точность, нижний предел обнаружения. Применимость методов. /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ПК -1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
2.2	Рентгеноструктурный анализ. /Лаб/	3	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ПК -1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			Р2
2.3	Микроскопия. Макроструктура, микроструктура, атомная структура. /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ПК -1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
2.4	Выполнение индивидуальных заданий /Ср/	3	15	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ПК -1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
2.5	Химический состав: общий состав тела, распределение элементов, локальные методы анализа. /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ПК -1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
2.6	Ядерная гамма-резонансная спектроскопия /Лаб/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ПК -1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			Р3
2.7	Выполнение индивидуальных заданий /Ср/	3	15	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ПК -1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			

2.8	Сочетание методов исследования структуры и химического состава сплавов. /Лек/	3	1	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ПК -1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
2.9	Механические испытания /Лаб/	3	3	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ПК -1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			Р4
2.10	Дополнительные исследования структуры. ЯГР спектроскопия для исследований структуры. /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ПК -1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
2.11	Выполнение индивидуальных заданий /Ср/	3	15	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ПК -1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
Раздел 3. Исследование свойств твердых тел								
3.1	Сочетание методов исследования структуры и свойств материалов. Выбор комплекса измерений /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ПК -1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
3.2	Выполнение индивидуальных заданий /Ср/	3	15	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ПК -1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
3.3	Выполнение индивидуальных заданий /Ср/	3	15	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ПК -1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
3.4	Дифференциальный термический анализ и калориметрия /Лаб/	3	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ПК -1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			Р5
3.5	Механические испытания. Сочетание с данными о структуре и составе материалов /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ПК -1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			

3.6	Фазовые превращения. Сочетание с данными о структуре, составе и свойствах материалов /Лек/	3	1	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ПК -1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
3.7	Выполнение индивидуальных заданий /Ср/	3	10	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-4-У1 ПК -1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 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	Коллоквиум	ОПК-4-У1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-У1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1	<p>Термогравиметрия Для сравнительного анализа процессов восстановления гематита выбраны три состава, содержащие гематит и углерод, присутствующий в различных углеродсодержащих веществах:</p> <ul style="list-style-type: none"> - гематит с графитом, - гематит с коксом, - гематит с шунгитом. <p>Гематит представлял собой химически чистый (100 масс%) Fe₂O₃; графит – химический чистый углерод (100 масс%). Содержание углерода в коксе и шунгите было следующим: в коксе -87,8 масс%, в шунгите – 32,9 масс%.</p> <p>Образцы содержали шунгит Зажогинского месторождения, имеющий следующий химический состав (см. табл.).</p> <p>Таблица</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: left;">Элемент</td> <td>SiO₂</td> <td>TiO₂</td> <td>Al₂O₃</td> <td>Fe₂O₃</td> <td>MgO</td> <td>CaO</td> <td>Na₂O</td> <td>K₂O</td> <td>S</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">H₂O_{крис}</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Содержание в масс %</td> <td>54,4</td> <td>0,25</td> <td>4,30</td> <td>1,70</td> <td>0,57</td> <td>1,10</td> <td>0,32</td> <td>1,20</td> <td>0,42</td> <td>32,6</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3,14</td> </tr> </table> <p>Компонентный состав всех подготовленных проб был подобран таким образом, чтобы соотношение Fe₂O₃ и углерода для всех образцов было одинаково и составляло 33% по массе углерода по отношению к массе Fe₂O₃. Таким образом, количество углерода было во всех образцах в одинаковой степени избыточно по отношению к необходимому для полного восстановления железа.</p> <p>Задание: Провести анализ термогравиметрических данных, представленных на экспериментально полученных зависимостях массы и термических эффектов в 4-х исследованных образцах от температуры, и построить модели процессов, происходящих в образцах при нагреве.</p>	Элемент	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	S	C	H ₂ O _{крис}											Содержание в масс %	54,4	0,25	4,30	1,70	0,57	1,10	0,32	1,20	0,42	32,6											3,14
Элемент	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	S	C																																					
H ₂ O _{крис}																																															
Содержание в масс %	54,4	0,25	4,30	1,70	0,57	1,10	0,32	1,20	0,42	32,6																																					
										3,14																																					

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	Лабораторная работа 1 Сканирующая электронная микроскопия	ОПК-4-У1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-У1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1	<p>Возможности метода, его особенности .</p> <p>список вопросов к защите лабораторных работ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. К каким материалам применим данный метод. 2. В каком случае он не может дать правильный результат при стандартной процедуре исследования. 3. Какие дополнительные исследования могут позволить получить правильный результат. 4. Влияет ли неправильно определенный (неконтролируемый) химический состав (или температура) на вывод из исследований

P2	Лабораторная работа 2 Рентгеноструктурный анализ	ОПК-4-У1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Возможности метода, его особенности . список вопросов к защите лабораторных работ 1. К каким материалам применим данный метод. 2. В каком случае он не может дать правильный результат при стандартной процедуре исследования. 3. Какие дополнительные исследования могут позволить получить правильный результат. 4. Влияет ли неправильно определенный (неконтролируемый) химический состав (или температура) на вывод из исследований
P3	Лабораторная работа 3 Ядерная гамма-резонансная спектроскопия	ОПК-4-У1;ОПК-1-31;ОПК-1-В1;ОПК-1-У1;ПК-1-У1;ПК-2-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1	Возможности метода, его особенности . список вопросов к защите лабораторных работ 1. К каким материалам применим данный метод. 2. В каком случае он не может дать правильный результат при стандартной процедуре исследования. 3. Какие дополнительные исследования могут позволить получить правильный результат. 4. Влияет ли неправильно определенный (неконтролируемый) химический состав (или температура) на вывод из исследований
P4	Лабораторная работа 4 Механические испытания	ПК-1-У1;ПК-2-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ОПК-1-В1;ОПК-1-У1;ОПК-1-31;ОПК-4-У1	Возможности метода, его особенности . список вопросов к защите лабораторных работ 1. К каким материалам применим данный метод. 2. В каком случае он не может дать правильный результат при стандартной процедуре исследования. 3. Какие дополнительные исследования могут позволить получить правильный результат. 4. Влияет ли неправильно определенный (неконтролируемый) химический состав (или температура) на вывод из исследований
P5	Лабораторная работа 5 Дифференциальный термический анализ и калориметрия	ОПК-4-У1;ОПК-1-31;ОПК-1-В1;ОПК-1-У1;ПК-1-У1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1	Возможности метода, его особенности . список вопросов к защите лабораторных работ 1. К каким материалам применим данный метод. 2. В каком случае он не может дать правильный результат при стандартной процедуре исследования. 3. Какие дополнительные исследования могут позволить получить правильный результат. 4. Влияет ли неправильно определенный (неконтролируемый) химический состав (или температура) на вывод из исследований

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

Экзамен не предусмотрен

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

«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;
б) «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;
в) «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;
г) «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;
д) "не явка" - студент не явился на экзамен

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Уманский Я. С., Скаков Ю. А., Иванов А. Н., Расторгуев Л. Н.	Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия: Учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1982

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Киттель Ч., Гусев А. А.	Введение в физику твердого тела: учеб. руководство	Библиотека МИСиС	М.: МедиаСтар, 2006

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Арсенкин А. М., Быкова Ю. С., Горшенков М. В., др., Калошкин С. Д.	Методы и средства измерений, испытаний и контроля. Современные методы исследований функциональных материалов: учебно-метод. пособие: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150100 - Metallургия	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2010

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	-Федеральный портал «Российское образование» [Электронный ресурс]	- Режим доступа: http://edu.ru
----	---	--

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	

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Университетская информационная система РОССИЯ https://uisrussia.msu.ru/	
И.2		
И.3		

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
А-411	Учебная аудитория	лабораторная установка для получения сырых окатышей из железорудных концентратов, лабораторная установка для обжига железорудных окатышей, лабораторная установка для определения восстановимости железорудных материалов, лабораторная установка для определения размягчаемости железорудного сырья в восстановительной атмосфере, лабораторная установка для определения минералогического состава руд, агломератов и окатышей, лабораторная установка для обогащения железных руд на магнитном сепараторе, лабораторная установка для определения реакционной способности и горячей прочности твердого топлива
А-242	Учебная аудитория/лаборатория:	4 монитора, 4 компьютера, лазерное МФУ, РН- метр 2 шт., микроскоп, весы аналитические, мини-шейкер, вискозиметр, шкаф сушильный, комплект учебной мебели
А-236	Лаборатория	шлифовально-полировальная установка Polimat2, пресс для горячей запрессовки Simplimet 1000, шлифовально-полировальный станок ВЕТА/1, шлиф-полировальный станок metaserv-2000, печь трубчатая LF-50/500-1200, мешалка магнитная 2 шт., терморегулятор ТП703-12, камера вытяжная с рабочей поверхностью, микроскоп, весы аналитические
М-102	Учебная аудитория	Комплект учебной мебели на 15 рабочих мест, ноутбуки с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
А-323а	Аудитория для самостоятельной работы	комплект учебной мебели пакет на 6 рабочих мест с компьютерами, принтер, лицензионных программ MS Office

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Дисциплина требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации

Для изучения дисциплины в библиотеке вуза должна быть в наличии обязательная и дополнительная учебная литература по рекомендации кафедры.