

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 31.08.2023 11:27:26

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)

Современные компьютерные технологии в структурном анализе

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

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 3

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

74

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Практические	34	34	34	34
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):

ктн, доцент, Щетинин И.В.

Рабочая программа

Современные компьютерные технологии в структурном анализе

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	Сформировать компетенции, предусмотренные учебным планом, а также научить использовать на практике методы анализа экспериментальных данных, а также освоить использование современных программных продуктов, применяемых в структурном анализе.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.04
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Дифракционные и микроскопические методы	
2.1.2	Магнитомягкие материалы: технологии получения и обработки	
2.1.3	Производственная практика	
2.1.4	Технологии получения материалов	
2.1.5	Физические явления в функциональных материалах и наносистемах	
2.1.6	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве	
2.1.7	Учебная практика	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-1: Способен обоснованно использовать знания о типовых технологических процессах, участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки материалов и изделий из них в области материаловедения и технологии материалов	
Знать:	
ПК-1-31 современные представления об атомной структуре материалов;	
ПК-3: Способен осуществлять и обосновывать рациональный выбор материалов и технологических процессов при разработке технологии производства функциональных материалов (в том числе наноматериалов)	
Знать:	
ПК-3-32 влияние структурного состояния на свойства материалов.	
ПК-3-31 основные понятия, используемых в структурном анализе;	
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 современные методы анализа структурного состояния материалов	
Уметь:	
ОПК-4-У1 самостоятельной работы с литературой для поиска информации об отдельных определениях, понятиях и терминах, объяснения их применения в практических ситуациях	
ПК-3: Способен осуществлять и обосновывать рациональный выбор материалов и технологических процессов при разработке технологии производства функциональных материалов (в том числе наноматериалов)	
Уметь:	
ПК-3-У1 выбирать метод исследования для определения необходимых характеристик структурного состояния материалов, оценивать точность, чувствительность и границы применимости методов структурного анализа;	
ПК-1: Способен обоснованно использовать знания о типовых технологических процессах, участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки материалов и изделий из них в области материаловедения и технологии материалов	
Уметь:	
ПК-1-У1 выбирать решения теоретических и практических типовых и системных задач, связанных с профессиональной деятельностью;	
ПК-3: Способен осуществлять и обосновывать рациональный выбор материалов и технологических процессов при разработке технологии производства функциональных материалов (в том числе наноматериалов)	

Владеть:
ПК-3-В1 навыком устанавливать фазовый состав и тонкую структуру;
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 навыками применения полученных знаний для обоснованного прогноза влияния технологических факторов на элементный состав, структуру и эксплуатационные свойства изделий
ПК-1: Способен обоснованно использовать знания о типовых технологических процессах, участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки материалов и изделий из них в области материаловедения и технологии материалов
Владеть:
ПК-1-В1 навыком устанавливать возможные причины формирования тех или иных свойств изделий;
ПК-1-В2 авыком разработки рекомендаций по выбору обработки с целью формирования благоприятного фазового состава и свойств;

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. Раздел 1. Основные понятия, предмет и задачи курса.							
1.1	Основные понятия, предмет и задачи курса. /Пр/	3	2	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-1-31 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1	Л1.1Л2.1Л3.1		КМ3	
1.2	Основные понятия, предмет и задачи курса. /Ср/	3	10	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-1-31 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1		КМ3	
	Раздел 2. Раздел 2. Исследование материалов с помощью рентгеноструктурного анализа.							
2.1	Качественный и количественный фазовый анализ с помощью программного продукта PDXL. /Пр/	3	6	ОПК-4-31 ОПК-4-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В2 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Э2 Э3	Rigaku PDXL Software, manual, 2012	КМ1,КМ3	Р2
2.2	Выполнение домашнего задания Качественный и количественный фазовый анализ с помощью программного продукта PDXL. /Ср/	3	14	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В2 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2Л3.2 Э2 Э3		КМ1,КМ3	Р1
2.3	Определение параметров субструктуры с помощью программного продукта PDXL. /Пр/	3	6	ОПК-4-31 ОПК-4-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2	Rigaku PDXL Software, manual, 2012	КМ1,КМ3	Р3

2.4	Определение параметров субструктуры с помощью программного продукта PDXL. /Ср/	3	16	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1	Л1.1Л2.1Л3.1		КМ1,КМ3	
2.5	Определение макронапряжений с помощью программного продукта PDXL. /Пр/	3	4	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1	Л1.1Л2.1	Rigaku PDXL Software, manual, 2012	КМ1,КМ3	P4
2.6	Подготовка к контрольной работе по разделу Исследование материалов с помощью рентгеноструктурного анализа. /Ср/	3	6	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1,КМ3	
	Раздел 3. Раздел 3. Определение химического состава методом рентгенофлуоресцентного анализа.							
3.1	Определение химического состава с помощью программного продукта SQX. /Пр/	3	4	ОПК-4-31 ОПК-4-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2Л3.1	Rigaku SQX Software, manual, 2012	КМ3	P5
3.2	Выполнение домашнего задания Определение химического состава. /Ср/	3	8	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В2 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1		КМ3	P6
	Раздел 4. Раздел 4. Исследование структуры материалов с помощью оптической и электронной микроскопии.							
4.1	Обработка и анализ оптический изображений с помощью программного продукта iTEM. /Пр/	3	4	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2Л3.2	Olympus iTEM Software, manual, 2012	КМ2,КМ3	P7
4.2	Обработка и анализ электронно-микроскопический изображений с помощью программного продукта iTEM. /Пр/	3	4	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2Л3.2	Olympus iTEM Software, manual, 2012	КМ2,КМ3	P8
4.3	Обработка и анализ дифракционных картин с помощью программного продукта iTEM. /Пр/	3	4	ОПК-4-31 ОПК-4-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1	Л1.2Л3.2	Olympus iTEM Software, manual, 2012	КМ2,КМ3	P9
4.4	Обработка и анализ оптический изображений с помощью программного продукта iTEM. /Ср/	3	6	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1	Л1.2Л3.2 Э1 Э4		КМ2,КМ3	

4.5	Обработка и анализ электронно-микроскопический изображений с помощью программного продукта iTEM. /Ср/	3	8	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1	Л1.2Л2.1Л3. 2 Э1 Э4		КМ2,К М3	
4.6	Подготовка к контрольной работе по разделу Исследование структуры материалов с помощью оптической и электронной микроскопии. /Ср/	3	6	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-1-31 ПК-1-В2 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1	Л1.2Л3.2 Э1 Э4		КМ2,К М3	

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 по разделу "Исследование материалов с помощью рентгеноструктурного анализа"	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ПК-1-31;ПК-3-31	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рентгеновский лучи. Сплошной и характеристический спектры. Источники рентгеновского излучения. 2. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом, основной закон ослабления рентгеновских лучей. Рассеяние рентгеновских лучей и фотоэлектрическое поглощение. Вторичное рентгеновское излучение. 3. Регистрация рентгеновских лучей. Детекторы рентгеновского излучения. 4. Понятие о кристалле. Пространственная решетка. Элементарная ячейка. Категории и сингонии. 5. Индексы направлений и плоскостей в кристалле. Проекция кристаллов, межплоскостное расстояние, совокупность плоскостей и ее расщепление при понижении симметрии. 6. Элементы симметрии континуума. Эпюры элементов симметрии. Теоремы сложения элементов симметрии. 7. Определяющие элементы симметрии. Установка кристалла. Классы симметрии. 8. Элементы симметрии дисконтинуума. 9. Системы трансляций Бравэ. Базис. 10. Пространственные группы. 11. Правильные системы точек. 12. Понятие об атомном (ионном) радиусе. Плотные упаковки и их поры. 13. Структурный тип. Основные структурные типы металлических, ионных и ковалентный кристаллов. 14. Уравнение Вульфа-Брегга и Лауэ. Обратная решетка и свойства ее радиуса-вектора. Размер и форма узла обратной решетки. Геометрическая интерпретация уравнения Лауэ (построения Эвальда) и представление основных методов рентгеноструктурного анализа с помощью понятия обратной решетки. 15. Структурная амплитуда. 16. Интегральная интенсивность интерференционных максимумов. Расчет интенсивности в рамках кинематического приближения. Факторы интенсивности. 17. Рассеяние кристалла с дефектами. Модель субструктуры. 18. Влияние дефектов и дисперсности ОКР на ширину и профиль рентгеновских линий. 19. Основные характеристики профиля рентгеновской линии. Интенсивность отражений. Влияние фона на точность измерения в дифрактометрии. Методы снижения уровня фона (монокроматизация). 20. Приложения рентгеноструктурного анализа. Рентгеновский анализ макронапряжений. Рентгеновский анализ кристаллографических текстур. Определение размеров зерен (частиц) дифракционными методами.

КМ2	Контрольная работа по разделу "Исследование структуры материалов с помощью оптической и электронной микроскопии"	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ПК-1-31;ПК-3-31;ПК-3-У1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Принципиальная оптическая схема просвечивающего электронного микроскопа (ПЭМ). 2. Формирование изображения в ПЭМ и основные режимы работы прибора. 3. Разрешающая способность ПЭМ. 4. Современное оборудование для световой микроскопии. 5. Основные принципы формирования изображения. 6. Увеличение, разрешение, аберрации. 7. Сравнение оптической и электронной микроскопии. 8. Типы контрастов в ПЭМ (контраст на аморфных и кристаллических материалах: амплитудный и фазовый контраст). 9. Основы кинематической теории дифракционного контраста. 10. Контраст в изображении совершенного кристалла. 11. Контраст на кристаллах с дефектами. Наблюдение дефектов упаковки, дислокаций и границ зерен. 12. Контраст в изображении гетерогенных структур: деформационный матричный контраст, экстинкционный контраст. 13. Контраст в изображении гетерогенных структур: ориентационный контраст, контраст типа полос смещения, контраст типа муара, абсорбционный контраст.
КМ3	Экзамен	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-1-В2;ПК-3-31;ПК-3-32;ПК-3-У1;ПК-3-В1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рентгеновский дифрактометр. Оптическая схема. Достоинства и недостатки дифрактометрического метода регистрации дифракционной картины. Виды образцов для анализа. 2. Определите размер наночастиц Ni в порошке; $a_{Ni} = 3,52 \text{ \AA}$. Излучение Cu-K$\alpha$, $\lambda = 1,54 \text{ \AA}$, линия (311). Инструментальное уширение $b = 0,23 \lambda$, общее, исправленное на дублет, $B = 0,46 \lambda$. Профили линии на дифрактограмме удовлетворительно аппроксимируются функцией Гаусса ($B^2 = b^2 + \lambda^2$). Микродеформацией решетки пренебречь. 3. Оптическая схема просвечивающего электронного микроскопа. Основные характеристики микроскопов (разрешение, глубина резкости, поле зрения и пр.). Подготовка образцов. Достоинства и недостатки при исследовании наноматериалов. 4. Смоделируйте дифрактограмму поликристаллического α-Fe, снятую с использованием FeKα-излучения. Считайте, что для всех отражений $\lambda^2/\lambda^2 = 60$. 5. Применение метода Ритвельда для фазового анализа и определения параметров тонкой кристаллической структуры. Определение размера структурных элементов в наноматериалах, интервал допустимых значений 6. Выбрать метод анализа размера и морфологии частиц порошка, если их предполагаемый размер: а) ~1 нм; б) 10-50 нм; в) 1-5 мкм. Для выбранного метода дать обоснование и кратко описать условия эксперимента. 7. Рассеяние идеальным (бездефектным) кристаллом. Условия Лауэ. Уравнение Вульфа-Брэгга. 8. Смоделируйте дифрактограмму смеси нанокристаллических фаз 40 об.% W и 60 об.% V, снятую с использованием CrKα-излучения. Считайте, что для всех отражений первой фазы $\lambda^2/\lambda^2 = 600$, для второй – 50. 9. Применение просвечивающей электронной микроскопии для анализа наноматериалов. Основные задачи метода. Подготовка образцов. 10. Метод поликристалла. Схема интерференции в обратном пространстве. 11. Определите размер наночастиц Au порошке; $a_{Au} = 4,08 \text{ \AA}$. Излучение Cu-K$\alpha$, $\lambda = 1,54 \text{ \AA}$, линия (311). Инструментальное уширение $b = 0,21 \lambda$, общее, исправленное на дублет, $B = 0,42 \lambda$. Профили линии на дифрактограмме удовлетворительно аппроксимируются функцией Гаусса ($B^2 = b^2 + \lambda^2$). Микродеформацией решетки пренебречь. 12. Оптическая схема просвечивающего электронного микроскопа. Основные характеристики микроскопов (разрешение, глубина резкости, поле зрения и пр.). Подготовка образцов. Достоинства и недостатки при исследовании наноматериалов.

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	Домашнее задание Качественный и количественный фазовый анализ с помощью программного продукта PDXL.	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ПК-1-У1;ПК-3-32;ПК-3-У1;ПК-3-В1	Качественный и количественный фазовый анализ с помощью программного продукта PDXL.
P2	Качественный и количественный фазовый анализ с помощью программного продукта PDXL.	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ПК-3-В1;ПК-3-32;ПК-3-У1	Качественный и количественный фазовый анализ с помощью программного продукта PDXL.
P3	Определение параметров субструктуры с помощью программного продукта PDXL.	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1	Определение параметров субструктуры с помощью программного продукта PDXL.
P4	Определение макронапряжений с помощью программного продукта PDXL.	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-3-31;ПК-3-32	Определение макронапряжений с помощью программного продукта PDXL.
P5	Определение химического состава с помощью программного продукта SQX.	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ПК-1-У1;ПК-3-У1	Определение химического состава с помощью программного продукта SQX.
P6	Выполнение домашнего задания Определение химического состава.	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ПК-1-У1	Выполнение домашнего задания Определение химического состава.
P7	Обработка и анализ оптический изображений с помощью программного продукта iTEM.	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-3-У1	Обработка и анализ оптический изображений с помощью программного продукта iTEM.
P8	Обработка и анализ электронно-микроскопический изображений с помощью программного продукта iTEM.	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ПК-3-31;ПК-3-32;ПК-3-У1	Обработка и анализ электронно-микроскопический изображений с помощью программного продукта iTEM.
P9	Обработка и анализ дифракционных картин с помощью программного продукта iTEM.	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ПК-3-32;ПК-3-31;ПК-3-У1	Обработка и анализ дифракционных картин с помощью программного продукта iTEM.
5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)			
Пример экзаменационного билета приведен в приложении.			

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

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 или некорректные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «неявка» 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
Л1.2	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

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Малинина Р. И., Оленин В. В., Столяров В. Л., др. В. Ю., Новиков	Металлография: Разд.: Металлография технических сплавов: лаб. практикум для студ. спец. 0405, 0406, 0407, 0408	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1987

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Малинина Р. И., Авраамов Ю. С.	Металлография: Разд.: Кристаллические решетки металлов и дефекты их строения: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1979
Л3.2	Векилова Г. В., Еднерал Н. В., Иванов А. Н., др.	Дифракционные и резонансные методы исследования структуры металлов и сплавов: Лаб. практикум для студ. спец. 0709	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 1995

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Научная электронная библиотека eLIBRARY	http://elibrary.ru/
Э2	International Centre for Diffraction Data	http://www.icdd.com/
Э3	Inorganic Crystal Structure Database:	https://p1.misis.ru:5019/RPD/Index/1685435/%20http://www.fiz-karlsruhe.de/icsd.html
Э4	Nano -ресурс содержит информацию о наноматериалах и наноустройствах	http://nano.nature.com/

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	LMS Canvas
П.3	ESET NOD32 Antivirus
П.4	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.5	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr

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-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
Б-416	Учебная аудитория	проектор; экран; маркерная доска; компьютер преподавателя; микроскоп Carl Zeiss Axio Scope A1, компьютерный класс на 12 компьютеров, комплект учебной мебели
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
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; высококоэнергетические 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

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

При изучении курса "Современные компьютерные технологии в структурном анализе" большое внимание следует уделить самостоятельной работе с учебниками, справочной литературой и текущими публикациями в ведущих российских и зарубежных журналах по рассматриваемым темам курса. Большую часть вопросов, возникающих в процессе самостоятельной подготовки, рекомендуется выносить для обсуждения на практических занятиях.

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

- вопросов для самоконтроля,
- двух письменных контрольных работ,
- двух домашних заданий.

Контрольные работы проводятся в часы практических занятий.

Возможно получение экзамена автоматически на основании оценок за контрольные и домашние задания, оценка проставляется как среднеарифметическая за все перечисленные 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.