

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 27.10.2023 15:15:00

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)

# Методы исследования материалов

Закреплена за подразделением

Кафедра физического материаловедения

Направление подготовки

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Квалификация **Инженер-исследователь**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **7 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 252

в том числе:

аудиторные занятия 136

самостоятельная работа 80

часов на контроль 36

Формы контроля в семестрах:

экзамен 5

зачет с оценкой 6

### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>курсе>) | 5 (3.1) |     | 6 (3.2) |     | Итого |     |
|---|---------|-----|---------|-----|-------|-----|
|   | УП      | РП  | УП      | РП  |       |     |
| Неделя                                    | 19      |     | 18      |     |       |     |
| Вид занятий                               | УП      | РП  | УП      | РП  | УП    | РП  |
| Лекции                                    | 34      | 34  | 34      | 34  | 68    | 68  |
| Лабораторные                              | 34      | 34  | 34      | 34  | 68    | 68  |
| Итого ауд.                                | 68      | 68  | 68      | 68  | 136   | 136 |
| Контактная работа                         | 68      | 68  | 68      | 68  | 136   | 136 |
| Сам. работа                               | 40      | 40  | 40      | 40  | 80    | 80  |
| Часы на контроль                          | 36      | 36  |         |     | 36    | 36  |
| Итого                                     | 144     | 144 | 108     | 108 | 252   | 252 |

Программу составил(и):

*старший преподаватель, Захарова Елена Александровна; ктн, доцент, Новиков Александр Ильич*

Рабочая программа

**Методы исследования материалов**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, 22.03.01-БМТМ-23\_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра физического материаловедения**

Протокол от 29.06.2023 г., №11-06

Руководитель подразделения Савченко Александр Григорьевич

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

|     |   |
|-----|---|
| 1.1 | Сформировать компетенции в соответствии с требованиями учебного плана, а также научить основам современных дифракционных и микроскопических методов исследования материалов, пониманию возможностей этих методов, их точности, чувствительности, локальности и применимости с целью изучения связи между составом, структурой и свойствами и контроля качества материалов и технологических процессов их производства |
|-----|---|

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

|            |   |            |
|------------|---|------------|
| Блок ОП:   |   | Б1.В.ДВ.05 |
| <b>2.1</b> | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |            |
| 2.1.1      | Введение в квантовую механику   |            |
| 2.1.2      | Кристаллография   |            |
| 2.1.3      | Методы математической физики  |            |
| 2.1.4      | Физическая химия  |            |
| 2.1.5      | Информатика   |            |
| 2.1.6      | Математика  |            |
| 2.1.7      | Химия   |            |
| <b>2.2</b> | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |            |
| 2.2.1      | Атомное строение фаз  |            |
| 2.2.2      | Биохимия наноматериалов   |            |
| 2.2.3      | Инженерия поверхности   |            |
| 2.2.4      | Компьютерная металлография  |            |
| 2.2.5      | Металловедение и термическая обработка металлов   |            |
| 2.2.6      | Методы исследования структур и материалов. Часть 1  |            |
| 2.2.7      | Методы исследования физических свойств полупроводниковых структур   |            |
| 2.2.8      | Методы физико-химических исследований   |            |
| 2.2.9      | Наноматериалы   |            |
| 2.2.10     | Научно-исследовательская работа   |            |
| 2.2.11     | Научно-исследовательская работа   |            |
| 2.2.12     | Научно-исследовательская работа   |            |
| 2.2.13     | Научно-исследовательская работа   |            |
| 2.2.14     | Основы физики поверхности   |            |
| 2.2.15     | Сверхтвердые материалы  |            |
| 2.2.16     | Современные методы получения наночастиц и наноматериалов  |            |
| 2.2.17     | Технологии материалов с особыми физическими свойствами  |            |
| 2.2.18     | Фазовые и структурные изменения при формировании материалов и эпитаксиальных структур                                 |            |
| 2.2.19     | Физика магнитных явлений  |            |
| 2.2.20     | Физика полупроводниковых приборов   |            |
| 2.2.21     | Физика прочности  |            |
| 2.2.22     | Физика прочности и механические свойства материалов   |            |
| 2.2.23     | Физико-химия металлов и неметаллических материалов  |            |
| 2.2.24     | Физические основы деформации и разрушения   |            |
| 2.2.25     | Атомная и электронная структура поверхности и межфазных границ  |            |
| 2.2.26     | Композиционные материалы  |            |
| 2.2.27     | Конструирование композиционных материалов   |            |
| 2.2.28     | Методы исследования структур и материалов. Часть 2  |            |
| 2.2.29     | Поверхностное модифицирование материалов и защитные покрытия  |            |
| 2.2.30     | Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности                  |            |
| 2.2.31     | Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности                  |            |
| 2.2.32     | Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности                  |            |
| 2.2.33     | Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности                  |            |
| 2.2.34     | Специальные сплавы  |            |
| 2.2.35     | Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 1. Магнитно-мягкие сплавы                  |            |

|        |   |
|--------|---|
| 2.2.36 | Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 2. Магнитно-твердые сплавы |
| 2.2.37 | Аморфные, микро- и нанокристаллические материалы  |
| 2.2.38 | Биофизика   |
| 2.2.39 | Высокотемпературные и сверхтвердые функциональные и конструкционные материалы                         |
| 2.2.40 | Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве                                       |
| 2.2.41 | Материаловедение и технологии перспективных материалов  |
| 2.2.42 | Методы исследования характеристик и свойств материалов  |
| 2.2.43 | Методы электронной микроскопии для материалов твердотельной электроники                               |
| 2.2.44 | Метрология и испытания функциональных материалов  |
| 2.2.45 | Основы научно-технического перевода   |
| 2.2.46 | Практика научно-технического перевода и редактирования  |
| 2.2.47 | Тензорные методы в кристаллофизике  |
| 2.2.48 | Технология получения кристаллов   |
| 2.2.49 | Физические основы магнетизма и процессы перемагничивания материалов                                   |
| 2.2.50 | Физические свойства приповерхностных слоев и методы их исследований                                   |
| 2.2.51 | Функциональные наноматериалы  |
| 2.2.52 | Химия и технология полимерных материалов  |
| 2.2.53 | Бионаномедицина   |
| 2.2.54 | Биоорганическая химия   |
| 2.2.55 | Высокотемпературные керамические материалы  |
| 2.2.56 | Жаропрочные и радиационно-стойкие материалы   |
| 2.2.57 | Квантовая теория твердого тела  |
| 2.2.58 | Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов                                    |
| 2.2.59 | Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов электроники                        |
| 2.2.60 | Методы исследования макро- и микроструктуры материалов  |
| 2.2.61 | Методы непараметрической статистики   |
| 2.2.62 | Некоторые главы кристаллохимии  |
| 2.2.63 | Объемные наноматериалы  |
| 2.2.64 | Оптические явления в кристаллах. Часть 1  |
| 2.2.65 | Процессы получения и обработки сверхтвердых материалов  |
| 2.2.66 | Современные конструкционные материалы   |
| 2.2.67 | Спектроскопические методы анализа поверхности   |
| 2.2.68 | Структура и технологичность сплавов   |
| 2.2.69 | Физико-химия получения и обработки материалов   |
| 2.2.70 | Физико-химия эволюции твердого вещества   |
| 2.2.71 | Физические свойства и функциональные явления в наноматериалах   |
| 2.2.72 | Ядерно-спектроскопические и синхротронные методы исследований   |
| 2.2.73 | Аттестация и испытания высокотемпературных и сверхтвердых материалов                                  |
| 2.2.74 | Аттестация и сертификация изделий электронной техники   |
| 2.2.75 | Инновационные конструкционные материалы для медицины  |
| 2.2.76 | Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве функциональных материалов             |
| 2.2.77 | Материаловедение и технологии перспективных материалов  |
| 2.2.78 | Материалы и элементы спинтроники и спинволновой оптики  |
| 2.2.79 | Менеджмент качества   |
| 2.2.80 | Металлические материалы для крупных транспортных систем   |
| 2.2.81 | Металловедение высокопрочных сплавов  |
| 2.2.82 | Методология и практика определения размерных характеристик материалов                                 |
| 2.2.83 | Методология научных исследований  |
| 2.2.84 | Оптические явления в кристаллах. Часть 2  |
| 2.2.85 | Основы клеточной биологии   |
| 2.2.86 | Оформление результатов научной деятельности   |
| 2.2.87 | Порошковая металлургия высокотемпературных и сверхтвердых материалов                                  |
| 2.2.88 | Практическое применение методов анализа Big data  |

|         |  |
|---------|--|
| 2.2.89  | Практическое применение теории функционала электронной плотности         |
| 2.2.90  | Применение лазерных систем   |
| 2.2.91  | Симметрия наносистем   |
| 2.2.92  | Современные компьютерные технологии в структурном анализе                |
| 2.2.93  | Современные материалы медицинского назначения                            |
| 2.2.94  | Спектроскопические и зондовые методы                                     |
| 2.2.95  | Термомеханическая обработка металлов и сплавов                           |
| 2.2.96  | Управление коллективами  |
| 2.2.97  | Управление проектами   |
| 2.2.98  | Физические методы исследования материалов                                |
| 2.2.99  | Химические основы биологических процессов                                |
| 2.2.100 | Цифровая электроника   |
| 2.2.101 | Цифровое материаловедение  |
| 2.2.102 | Нормы и правила оформления ВКР   |
| 2.2.103 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |
| 2.2.104 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |
| 2.2.105 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |
| 2.2.106 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |
| 2.2.107 | Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы  |
| 2.2.108 | Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы  |
| 2.2.109 | Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы  |
| 2.2.110 | Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы  |
| 2.2.111 | Физико-химия получения и обработки высокотемпературных материалов        |

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

**ПК-1: Способен к поиску новых направлений научных исследований и синтезу знаний в области материаловедения и технологии материалов, способен оформлять технические задания и отчетные материалы по планируемым и проведенным исследованиям**

**Знать:**

ПК-1-31 основные принципы обработки результатов исследования и анализа научно-технической информации

**ПК-2: Способен к поиску и выбору сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ**

**Знать:**

ПК-2-31 - правила безопасной работы с источниками рентгеновского и нейтронного излучения, общие нормы радиационной безопасности;

ПК-2-32 - правила безопасности работы на электронных микроскопах (просвечивающий, сканирующий, атомно-силовой)

**ОПК-5: Способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области**

**Знать:**

ОПК-5-33 основные методы исследования материалов в различных состояниях;

ОПК-5-31 физику рентгеновских лучей, законы рассеяния электроном, атомом, кристаллом, особенности дифракции рентгеновских лучей, электронов и нейтронов на кристалле;

ОПК-5-32 - принципы формирования контраста в просвечивающей и растровой электронной микроскопии

**ПК-2: Способен к поиску и выбору сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ**

**Уметь:**

ПК-2-У1 формировать и аргументировать собственные суждения и научную позицию, научным и техническим проблемам, возникающим в профессиональной деятельности

|   |
|---|
| <b>ПК-1: Способен к поиску новых направлений научных исследований и синтезу знаний в области материаловедения и технологии материалов, способен оформлять технические задания и отчетные материалы по планируемым и проведенным исследованиям</b>   |
| <b>Уметь:</b>   |
| ПК-1-У1 Использовать в исследованиях знания о строении и структуре материалов, о методах исследования материалов  |
| ПК-1-У2 Самостоятельно проводить сбор данных, анализ и обобщение научно-технической информации, основных нормативных документов.  |
| <b>ОПК-5: Способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области</b>   |
| <b>Уметь:</b>   |
| ОПК-5-У2 анализировать основные закономерности структурных исследований;  |
| ОПК-5-У1 самостоятельно работать на компьютере с использованием основного набора прикладных программ и в Интернете;   |
| ОПК-5-У3 применять полученные знания для решения материаловедческих и физических задач профессиональной деятельности при выполнении комплексных междисциплинарных исследований;   |
| <b>ПК-2: Способен к поиску и выбору сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</b>  |
| <b>Владеть:</b>   |
| ПК-2-В1 навыками использования методов структурного анализа и определения физических и физико-механических свойств материалов, техники проведения экспериментов и статистической обработки экспериментальных данных.  |
| ПК-2-В2 применения методов планирования и проведения измерительных экспериментов, выбора и использования методов обработки экспериментальных данных и оценки результатов экспериментов;   |
| <b>ОПК-5: Способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области</b>   |
| <b>Владеть:</b>   |
| ОПК-5-В1 математическим аппаратом и навыками использования современных подходов и методов физики, химии и экологии к описанию, анализу, теоретическому и экспериментальному исследованию и моделированию физических и химических систем, явлений и процессов в объеме, необходимом для освоения наук о материалах, фундаментальных и прикладных основ материаловедения и технологий материалов, использования в обучении и профессиональной деятельности; |
| <b>ПК-1: Способен к поиску новых направлений научных исследований и синтезу знаний в области материаловедения и технологии материалов, способен оформлять технические задания и отчетные материалы по планируемым и проведенным исследованиям</b>   |
| <b>Владеть:</b>   |
| ПК-1-В1 навыками сопоставления результатов исследований различными методами и опыт оценки полученных результатов;   |
| <b>ОПК-5: Способен решать научно-исследовательские задачи при осуществлении профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и прикладных аппаратно-программных средств, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области</b>   |
| <b>Владеть:</b>   |
| ОПК-5-В2 навыками применения полученных знаний для обоснованного выбора метода анализа фазового и элементного состава, а также структуры и превращений материалов, в том числе определять структуру, фазовый состав и текстуру сталей и сплавов после различных видов термической и механической обработки  |

#### 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 рентгеновских лучей      |                |       |                                    |                          |            |    |                    |

|     |   |   |   |   |   |  |     |     |
|-----|---|---|---|---|---|--|-----|-----|
| 1.1 | Рентгеновские лучи. Сплошной и характеристический спектры. Взаимодействие рентгеновских лучей с веществом, основной закон ослабления рентгеновских лучей. /Лек/   | 5 | 2 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1                    | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.5<br>Л2.7Л3.1<br>Э3 |  |     |     |
| 1.2 | Устройство рентгеновских трубок и аппаратов. Выбор излучения и подбор фильтров. Счетчики рентгеновских квантов. Проверка закона ослабления рентгеновских лучей материалом. /Лаб/                          | 5 | 3 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1                    | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.5<br>Л2.7Л3.1       |  |     |     |
| 1.3 | Рассеяние электроном, атомом, кристаллом. Обратная решетка. Обратное пространство. Представление основных методов рентгеноструктурного анализа с помощью понятия ОР. Уравнения Лауэ и Вульф-Брегга. /Лек/ | 5 | 4 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1                    | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.5<br>Л2.7Л3.1       |  |     |     |
| 1.4 | Интегральная интенсивность интерференционных максимумов. Расчет интенсивности в рамках кинематического приближения. /Лек/   | 5 | 4 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1                    | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.7Л3.1               |  |     |     |
| 1.5 | Теоретический расчет относительной интенсивности /Лаб/  | 5 | 2 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1                    | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1               |  |     |     |
| 1.6 | Выполнение домашнего задания "Расчет бета фильтра" /Ср/   | 5 | 1 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-1-У2 ПК-2-31 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.7Л3.1                            |  |     | Р14 |
| 1.7 | Подготовка к контрольной работе №1 по теме "Физика рентгеновских лучей" /Ср/  | 5 | 2 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-1-У2         | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2 Л2.5<br>Л2.7Л3.1  |  | КМ1 |     |
|     | <b>Раздел 2.<br/>Рентгеноструктурный анализ</b>   |   |   |   |   |  |     |     |
| 2.1 | Принципы определения кристаллической структуры по рентгенограмме поликристалла. Определение формы и размеров элементарной ячейки. Прецизионное определение периода решетки /Лек/                          | 5 | 2 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1                    | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.7Л3.1       |  |     |     |

|     |   |   |   |   |  |  |  |    |
|-----|---|---|---|---|--|--|--|----|
| 2.2 | Рентгеновский фазовый анализ. /Лек/   | 5 | 4 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1  | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2 Л2.5<br>Л2.7Л3.1<br>Э1 |  |  |    |
| 2.3 | Анализ твердых растворов: определение типа и концентрации твердого раствора, построение границы растворимости в двухком-понентной системе. Упорядоченные твердые растворы. Анализ распада пересыщенных твердых растворов. Анализ рентгенограммы закаленной стали. /Лек/ | 5 | 4 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1  | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.7Л3.1                    |  |  |    |
| 2.4 | Анализ дефектов по уширению Р.Л. Рентгенографическое определение остаточных напряжений. Анализ процессов, происходящих при нагреве деформированных материалов. /Лек/  | 5 | 4 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1  | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1Л3.1                            |  |  |    |
| 2.5 | Основные виды преимущественных ориентировок. Описание и анализ текстуры с помощью прямых полюсных фигур. Построение и анализ обратных полюсных фигур. /Лек/   | 5 | 4 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1  | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.5Л3.1                            |  |  |    |
| 2.6 | Рентгеноспектральный анализ /Лек/   | 5 | 2 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У1<br>ОПК-5-У2<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1                            | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.7Л3.1                            |  |  |    |
| 2.7 | Изучение рентгеновской камеры РКСО для исследования неподвижных монокристаллов и определение ориентировки монокристалла по лауэграмме. /Лаб/  | 5 | 3 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У1<br>ОПК-5-У2<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1Л3.1                            |  |  | Р3 |
| 2.8 | Индицирование линий дифрактограммы от поликристаллов кубической сингонии и определение периода решетки. /Лаб/   | 5 | 2 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У1<br>ОПК-5-У2<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2<br>Л2.5Л3.1            |  |  | Р4 |



|      |   |   |   |   |  |  |  |  |    |
|------|---|---|---|---|--|--|--|--|----|
| 2.9  | Построение границы растворимости методом прецизионного определения периодов решетки. /Лаб/                              | 5 | 2 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У1<br>ОПК-5-У2<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1             | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.7Л3.1                  |  |  |  | Р5 |
| 2.10 | Определение плотности и характера распределения дислокаций по уширению рентгеновских линий (метод аппроксимации). /Лаб/ | 5 | 4 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У1<br>ОПК-5-У2<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1             | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.5Л3.1          |  |  |  | Р6 |
| 2.11 | Построение прямых полюсных фигур поликристалла с кристаллографический текстурой и без текстуры. /Лаб/                   | 5 | 4 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У1<br>ОПК-5-У2<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1             | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.5<br>Л2.7Л3.1          |  |  |  | Р7 |
| 2.12 | Рентгеновский дифрактометр. Определение фазы по дифрактограмме поликристалла. /Лаб/                                     | 5 | 2 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У1<br>ОПК-5-У2<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1<br>ОПК-5-В2 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 |  |  |  |    |
| 2.13 | Анализ аксиальной текстуры /Лаб/  | 5 | 2 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У1<br>ОПК-5-У2<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1<br>ОПК-5-В2 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.5<br>Л2.7Л3.1          |  |  |  |    |
| 2.14 | Изучение работы текстур-дифрактометра. Построение прямой полюсной фигуры и анализ текстуры прокатки. /Лаб/              | 5 | 2 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У1<br>ОПК-5-У2<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1<br>ОПК-5-В2 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.2<br>Л2.5<br>Л2.7Л3.1  |  |  |  |    |

|      |   |   |   |   |  |  |     |     |
|------|---|---|---|---|--|--|-----|-----|
| 2.15 | Исследование субструктуры деформированного и отожженного металла по уширению рентгеновских линий. Особенности изучения тонкой структуры наноматериалов. /Лаб/ | 5 | 4 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У1<br>ОПК-5-У2<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1<br>ОПК-5-В2 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.5<br>Л2.7Л3.1          |  |     |     |
| 2.16 | Определение остаточных напряжений методом "sin <sup>2</sup> Ψ". /Лаб/   | 5 | 2 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У1<br>ОПК-5-У2<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1             | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.5<br>Л2.7Л3.1          |  |     |     |
| 2.17 | Подготовка к лабораторным занятиям и к защите лабораторных работ по разделу "Рентгеноструктурный анализ" /Ср/   | 5 | 6 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-1-У2 ПК-2-31 ПК-2-В2                                     | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1          |  |     |     |
| 2.18 | Выполнение домашнего задания "Качественный фазовый анализ" /Ср/   | 5 | 4 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У1<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1<br>ОПК-5-В2 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-1-У2 ПК-2-В1                     | Л1.2 Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Л3.2<br>Э1 Э2 |  |     | P15 |
| 2.19 | Выполнение домашнего задания "Определение типа твердого раствора" /Ср/  | 5 | 2 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У1<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1<br>ОПК-5-В2 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-1-У2 ПК-2-В1                     | Л1.2 Л1.3<br>Л1.4Л2.4Л3.1                          |  |     | P16 |
| 2.20 | Подготовка к контрольной работе 2 по теме "Рентгеноструктурный анализ" /Ср/   | 5 | 4 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-1-У2   | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2Л3.1          |  | КМ2 |     |
|      | <b>Раздел 3. Основы электронографии и нейтронографии</b>  |   |   |   |  |  |     |     |
| 3.1  | Особенности дифракции электронов и нейтронов на кристалле. /Лек/  | 5 | 2 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1  | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.7Л3.1                  |  |     |     |
| 3.2  | Особенности изучения структурно-фазового состояния поверхностного слоя материалов. Неразрушающий контроль с помощью дифракционных методов /Лек/               | 5 | 2 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1  | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.7Л3.1                  |  |     |     |

|     |  |   |    |   |  |  |     |     |
|-----|--|---|----|---|--|--|-----|-----|
| 3.3 | Определение положения водорода в структуре гидридов по нейтронограмме. /Лаб/   | 5 | 2  | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У1<br>ОПК-5-У2<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л1.2Л2.7Л3.1   |  |     | P17 |
| 3.4 | Подготовка к лабораторной работе. Подготовка к защите лабораторной работы по теме "Нейтронография. /Ср/  | 5 | 4  | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-1-У2   | Л1.2Л2.7Л3.1   |  |     |     |
| 3.5 | Подготовка к экзамену по курсу. /Ср/   | 5 | 17 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У2<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1<br>ОПК-5-В2 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-1-У2                 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2 Л2.5<br>Л2.7Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 |  | КМ6 |     |
|     | <b>Раздел 4.<br/>Просвечивающая электронная микроскопия</b>  |   |    |   |  |  |     |     |
| 4.1 | Принципиальная оптическая схема просвечивающего электронного микроскопа (ПЭМ). Формирование изображения в ПЭМ и основные режимы работы прибора. Разрешающая способность ПЭМ. /Лек/   | 6 | 4  | ОПК-5-31<br>ОПК-5-32<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1  | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.6Л3.1                                  |  |     |     |
| 4.2 | Типы контрастов в ПЭМ (контраст на аморфных и кристаллических материалах: амплитудный и фазовый контраст). Прямое изображение кристаллической решетки. /Лек/   | 6 | 2  | ОПК-5-31<br>ОПК-5-32<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1  | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.6Л3.1                                  |  |     |     |
| 4.3 | Основы кинематической теории дифракционного контраста. Контраст в изображении совершенного кристалла. Контраст на кристаллах с дефектами. Наблюдение дефектов упаковки и границ зерен. Контраст в изображении гетерогенных структур: деформационный матричный контраст, экстинкционный контраст. Контраст в изображении гетерогенных структур: ориентационный контраст, контраст типа полос смещения, контраст типа муара, абсорбционный контраст. /Лек/ | 6 | 8  | ОПК-5-31<br>ОПК-5-32<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1  | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.6Л3.1                                  |  |     |     |

|      |  |   |   |   |  |  |  |     |
|------|--|---|---|---|--|--|--|-----|
| 4.4  | Основы динамической теории рассеяния /Лек/   | 6 | 2 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-32<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1  | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л3.1                |  |  |     |
| 4.5  | Приготовление объектов и их просмотр в ПЭМ. /Лаб/  | 6 | 4 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-32<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-В1             | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л3.1                |  |  | P18 |
| 4.6  | Расчет электронограммы поликристалла. Расчет электронограммы монокристалла. /Лаб/                | 6 | 4 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-32<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-В1             | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л3.1                |  |  | P19 |
| 4.7  | Определение толщины фольги. /Лаб/  | 6 | 2 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-32<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1<br>ОПК-5-В2 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л3.1                |  |  | P20 |
| 4.8  | Анализ плотности дислокаций по электронно-микроскопическому изображению. /Лаб/                   | 6 | 3 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-32<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1<br>ОПК-5-В2 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.6Л3.1            |  |  | P21 |
| 4.9  | Возможности современных микроскопов. Знакомство с устройством и работой ПЭМ. /Лаб/               | 6 | 4 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-32<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У2<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-2-32 ПК-2-У1         | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.6Л3.1<br>1<br>Э3 |  |  |     |
| 4.10 | Подготовка к лабораторным занятиям. Подготовка л защите лабораторных работ по разделу "ПЭМ" /Ср/ | 6 | 6 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-32<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У2<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-1-У2 ПК-2-32 ПК-2-В2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л3.1                |  |  |     |

|   |  |   |   |   |                                   |  |     |     |
|---|--|---|---|---|-----------------------------------|--|-----|-----|
| 4.11  | Подготовка к контрольной работе 1 по теме "РЭМ" /Ср/   | 6 | 4 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-32<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1<br>ОПК-5-В2 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-1-У2 ПК-2-32 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л3.1     |  | КМ3 |     |
| 4.12  | Выполнение домашнего задания "Построение точечной электронограммы" /Ср/  | 6 | 1 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-32<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1                                | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л3.1     |  |     | Р27 |
| <b>Раздел 5. Растровая электронная микроскопия и рентгеноспектральный микроанализ</b> |  |   |   |   |                                   |  |     |     |
| 5.1   | Принцип растровой (сканирующей) микроскопии. Принципиальная оптическая схема растрового микроскопа (РЭМ). Получение изображения. /Лек/   | 6 | 2 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-32<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-2-32                     | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3Л3.1 |  |     |     |
| 5.2   | Виды контраста в РЭМ: контраст во вторичных электронах (топография поверхности), в обратно рассеянных («отраженных») электронах (неоднородность элементного состава), в характеристическом рентгеновском излучении (распределение химических элементов). Разрешение РЭМ в различных ответных сигналах. /Лек/ | 6 | 6 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-32<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1                                | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3Л3.1 |  |     |     |
| 5.3   | Анализ элементного состава материала в микрообъеме с помощью электронно-спектроскопических методов. Рентгеноспектральный микроанализ, качественный и количественный анализ. /Лек/  | 6 | 4 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-32<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1                                | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3Л3.1 |  |     |     |
| 5.4   | Приготовление объектов и их просмотр в РЭМ. /Лаб/  | 6 | 4 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-32<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-В1     | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3Л3.1 |  |     | Р23 |

|     |   |   |   |   |                                       |  |     |     |
|-----|---|---|---|---|---------------------------------------|--|-----|-----|
| 5.5 | Знакомство с устройством и работой РЭМ. Знакомство с устройством и работой РЭМ-микροанализатора /Лаб/   | 6 | 6 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-32<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У2<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.3Л3.1     |  |     |     |
| 5.6 | Подготовка к лабораторным занятиям. Подготовка к защите лабораторных работ по разделу "РЭМ" /Ср/  | 6 | 4 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-32<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У2<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-1-У2 ПК-2-32 ПК-2-В2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л3.1         |  |     |     |
| 5.7 | Выполнение домашнего задания "Микрорентгеноспектральный анализ" /Ср/  | 6 | 2 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-32<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У2<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1<br>ОПК-5-В2 ПК-1-31 ПК-1-У1                | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л3.1<br>Л3.2 |  |     | P28 |
| 5.8 | Подготовка к контрольной работе 2 по теме "РЭМ" /Ср/  | 6 | 4 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-32<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-1-У2 ПК-2-В2                     | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л3.1         |  | КМ4 |     |
|     | <b>Раздел 6. Атомно-силовая микроскопия</b>   |   |   |   |                                       |  |     |     |
| 6.1 | Основные принципы формирования изображения. Увеличение, разрешение, абберации. Современное оборудование для атомно-силовой микроскопии. Возможности атомно-силовой микроскопии в исследовании структуры материалов. /Лек/ | 6 | 2 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1  | Л2.3 Л2.6<br>Э3                       |  |     |     |
| 6.2 | Знакомство с устройством и работой атомно-силового микроскопа. /Лаб/  | 6 | 3 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-В1                         | Л1.1Л2.3<br>Э3                        |  |     | P25 |
| 6.3 | Подготовка к лабораторной по разделу Атомно-силовая микроскопия /Ср/  | 6 | 1 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-1-У2 ПК-2-32 ПК-2-В2                         | Л1.1Л2.6Л3.1<br>Э3                    |  |     |     |
|     | <b>Раздел 7. Основы спектроскопических методов (ЭОС, РФЭС, ВИМС)</b>  |   |   |   |                                       |  |     |     |

|     |  |   |    |   |                                     |  |     |     |
|-----|--|---|----|---|-------------------------------------|--|-----|-----|
| 7.1 | Основные принципы оже-электронной спектроскопии, рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии и масс-спектрометрия вторичных ионов. Информационные возможности спектроскопических методов определения электронного состава. /Лек/ | 6 | 4  | ОПК-5-31<br>ОПК-5-32<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1  | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л3.1       |  |     |     |
| 7.2 | Оже- электронная и рентгеновская фотоэлектронная спектроскопии, масс-спектрометрия вторичных ионов. /Лаб/  | 6 | 4  | ОПК-5-31<br>ОПК-5-32<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-1-В1 ПК-2-32 ПК-2-У1<br>ПК-2-В1  | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л3.1       |  |     | P26 |
| 7.3 | Подготовка к практическому занятию по разделу. /Ср/  | 6 | 6  | ОПК-5-31<br>ОПК-5-32<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-1-У2 ПК-2-32 ПК-2-В2             | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л3.1       |  |     |     |
| 7.4 | Подготовка к контрольной работе 3 "Применение дифракции рентгеновских лучей, тепловых нейтронов и быстрых электронов для решения материаловедческих задач". /Ср/   | 6 | 12 | ОПК-5-31<br>ОПК-5-32<br>ОПК-5-33<br>ОПК-5-У3<br>ОПК-5-В1<br>ОПК-5-В2 ПК-1-31 ПК-1-У1<br>ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-2-В2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л3.1<br>Э3 |  | КМ5 |     |

### 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 "Физика рентгеновских лучей" | ОПК-5-31;ОПК-5-В1;ПК-2-31          | 1.1. Природа и свойства рентгеновских лучей, их получение и регистрация.<br>1.2. Явления, сопровождающие прохождение рентгеновских лучей через вещество: ослабление, фотоэлектрическое поглощение, рассеяние.<br>1.3 Использование закономерностей ослабления проникающих излучений в рентгеновской и гамма-дефектоскопии. |

|     |  |   |   |
|-----|--|---|---|
| КМ2 | Контрольная работа 2<br>"Рентгеноструктурный анализ"   | ОПК-5-31;ОПК-5-33;ПК-2-31   | <p>2.1. Качественный и количественный фазовый анализ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- на чем основан анализ</li> <li>- чувствительность и точность, факторы, определяющие чувствительность</li> <li>- основные методы количественного фазового анализа</li> </ul> <p>2.2 Твердые растворы</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные типы твердых растворов</li> <li>- изменение в структуре материала при образовании твердого раствора</li> <li>- закон Вегарда</li> <li>- изменения на рентгенограмме при образовании твердых растворов</li> <li>- определение концентрации твердого раствора по рентгенограмме</li> <li>- рентгенографическое определение типа твердого раствора</li> </ul> <p>2.3 Рентгеноанализ макронапряжений</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- что такое макронапряжения</li> <li>- изменения на рентгенограмме при наличии в образце макронапряжений</li> <li>- рентгенографическое определение упругих деформаций в образце</li> <li>- метод «<math>\sin^2\psi</math>»</li> </ul> <p>2.4 Рентгеноанализ текстур</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определение и основные виды текстур</li> <li>- примеры записи ориентировок</li> <li>- изменения на рентгенограмме при наличии в образце текстуры</li> <li>- прямая полюсная фигура</li> </ul> <p>2.5 Анализ профиля рентгеновской линии</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные причины физического уширения</li> <li>- экспериментальное определение физического уширения</li> <li>- геометрическое уширение, требование к эталону</li> </ul> |
| КМ3 | Контрольная работа "ПЭМ"   | ОПК-5-32;ОПК-5-33;ПК-2-32   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные характеристики ПЭМ</li> <li>- Образцы для исследования в ПЭМ</li> <li>- основные режимы работы ПЭМ</li> <li>- основные задачи, решаемые просвечивающей электронной микроскопией.</li> </ul>   |
| КМ4 | Контрольная работа "РЭМ"   | ОПК-5-32;ОПК-5-33;ПК-2-32   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные характеристики РЭМ</li> <li>- образцы для исследования в РЭМ</li> <li>- основные режимы работы РЭМ</li> <li>- основные задачи, решаемые растровой электронной микроскопией.</li> </ul>  |
| КМ5 | Контрольная работа<br>"Применение дифракции рентгеновских лучей, тепловых нейтронов и быстрых электронов для решения материаловедческих задач" | ОПК-5-31;ОПК-5-32;ОПК-5-33;ОПК-5-У2;ОПК-5-У3;ОПК-5-В1;ПК-2-31;ПК-1-31;ПК-1-У2 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- сравнительная характеристика рентгеновской и электронной дифракции</li> <li>- изучение дендритной ликвации и химической неоднородности</li> <li>- исследование причин коррозии труб из теплостойкой стали.</li> <li>- комплексное исследование многослойного покрытия.</li> <li>- Изучение композиционного материала.</li> <li>- Определение кристаллической структуры соединения Me (H, N,C)</li> <li>- Особенности изучения структурно-фазового состояния поверхностного слоя материалов.</li> <li>- Неразрушающий контроль с помощью дифракционных методов.</li> </ul>  |



|     |         |   |   |
|-----|---------|---|---|
| КМ6 | Экзамен | ОПК-5-31;ОПК-5-33;ОПК-5-У1;ОПК-5-У2;ОПК-5-У3;ОПК-5-В1;ОПК-5-В2;ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-2-В2;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-В1;ОПК-5-32 | <p>Рентгеновские лучи. Сплошной и характеристический спектры. (Задача: Изобразить вид спектров, испускаемых рентгеновской трубкой при различных ускоряющих напряжениях)</p> <p>Взаимодействие рентгеновских лучей с веществом, основной закон ослабления рентгеновских лучей.</p> <p>Рассеяние электроном, атомом, кристаллом.</p> <p>Обратная решетка. Обратное пространство. (Задача: По нулевой плоской сетки обратной решетки кубического кристалла определить индексы узлов, индексы оси зоны)</p> <p>Представление основных методов рентгеноструктурного анализа с помощью понятия ОР.</p> <p>Уравнения Лауэ и Вульф-Брегга.</p> <p>Интенсивность рентгеновских максимумов. Множители интенсивности. (Задача: Теоретический расчет относительной интенсивности)</p> <p>Принципы определения кристаллической структуры по рентгенограмме поликристалла. Определение формы и размеров элементарной ячейки. (Задача: Индексирование линий дифрактограммы от поликристаллов кубической сингонии и определение периода решетки)</p> <p>Прецизионное определение периода решетки</p> <p>Фазовый рентгеноструктурный анализ (качественный и количественный) Факторы, определяющие чувствительность. (Задача: Определение вещества по дифрактограмме поликристалла)</p> <p>Анализ твердых растворов: определение типа и концентрации твердого раствора.</p> <p>(Задача: определение типа твердого раствора, определение концентрации растворенного компонента)</p> <p>Построение границы растворимости в двухкомпонентной системе.</p> <p>Упорядоченные твердые растворы. Рентгенографическое определение степени дальнего порядка.</p> <p>Анализ распада пересыщенных твердых растворов.</p> <p>Анализ рентгенограммы закаленной стали.</p> <p>Анализ дефектов по уширению Р.Л. (Задача: Определение плотности и характера распределения дислокаций по уширению рентгеновских линий)</p> <p>Рентгенографическое определение остаточных напряжений. Метод "sin<sup>2</sup>ψ".</p> <p>Основные виды преимущественных ориентировок. Описание и анализ текстуры с помощью прямых полюсных фигур. (Задача: Построение прямой полюсной фигуры и анализ по ней ограниченной текстуры). Построение и анализ обратных полюсных фигур.</p> <p>Особенности дифракции электронов и нейтронов на кристалле.</p> <p>Нейтроннография: получение нейтронограмм, основные области применения.</p> <p>Электронография: получение и расчет электронограмм, основные области применения электронографии.</p> |
|-----|---------|---|---|

**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         | Устройство рентгеновских трубок и аппаратов. Выбор излучения и подбор фильтров. Счетчики рентгеновских квантов. Проверка закона ослабления рентгеновских лучей материалом. | ОПК-5-31;ПК-2-31                   | Строение и принципы работы рентгеновской трубки. Расчет толщины фольги. |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| P2 | Теоретический расчет относительной интенсивности   | ОПК-5-31;ОПК-5-В1;ПК-2-31;ПК-1-31   | Использование кинематической теории для расчета теоретической интенсивности                        |
| P3 | Изучение рентгеновской камеры РКСО для исследования неподвижных монокристаллов и определение ориентировки монокристалла по лауэграмме. /Лаб/ | ОПК-5-31;ОПК-5-В1;ОПК-5-33;ПК-2-31;ПК-1-31  | Определение ориентировки кристалла по Лауэграмме.  |
| P4 | 2.8 Индексирование линий дифрактограммы от поликристаллов кубической сингонии и определение периода решетки. /Лаб/                           | ОПК-5-31;ОПК-5-33;ОПК-5-У1;ОПК-5-У2;ПК-2-31   | Расчет дифрактограммы кубического кристалла  |
| P5 | Построение границы растворимости методом прецизионного определения периодов решетки. /Лаб/   | ОПК-5-31;ОПК-5-33;ОПК-5-У2;ОПК-5-В1;ПК-2-31;ПК-1-31   | Построение линии ограниченной растворимости.   |
| P6 | Определение плотности и характера распределения дислокаций по уширению рентгеновских линий (метод аппроксимации). /Лаб/                      | ОПК-5-31;ОПК-5-33;ОПК-5-У2;ПК-2-31;ПК-1-31  | По ширине рентгеновской линии определить характер распределения дислокаций и рассчитать плотность. |
| P7 | Построение прямых полюсных фигур поликристалла с кристаллографической текстурой и без текстуры. /Лаб/  | ОПК-5-31;ОПК-5-33;ПК-2-31;ПК-1-31   | Построение ППФ   |
| P8 | Рентгеновский дифрактометр. Определение фазы по дифрактограмме поликристалла.  | ОПК-5-31;ОПК-5-33;ОПК-5-У1;ОПК-5-У2;ОПК-5-У3;ОПК-5-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В2;ПК-1-У2;ПК-1-31 | Расчет дифрактограммы поликристалла.   |
| P9 | Анализ аксиальной текстуры   | ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-1-31;ОПК-5-32;ОПК-5-33   | Определение текстуры волочения   |

|     |   |  |  |
|-----|---|--|--|
| P10 | Изучение работы текстур-дифрактометра. Построение прямой полусной фигуры и анализ текстуры прокатки.  | ОПК-5-31;ОПК-5-33;ПК-2-31;ПК-1-31;ПК-1-У1    |  |
| P11 | Исследование субструктуры деформированного и отожженного металла по уширению рентгеновских линий. Особенности изучения тонкой структуры наноматериалов. | ОПК-5-31;ОПК-5-33;ОПК-5-В1;ПК-1-31;ПК-1-У2   | Решение задач  |
| P12 | Определение остаточных напряжений методом "sin <sup>2</sup> Ψ".   | ОПК-5-33;ОПК-5-У2;ОПК-5-В1                   |  |
| P13 | Домашнее задание "Повторение кристаллографии"   | ОПК-5-В1                                     | Решение задач по кристаллографии   |
| P14 | Домашнее задание "Расчет бета фильтра"  | ОПК-5-31;ОПК-5-В1;ПК-2-31;ПК-1-31;ПК-1-У2    | Для заданного излучения подобрать бета фильтр необходимой кратностью ослабления.           |
| P15 | Домашнее задание "Качественный фазовый анализ"  | ОПК-5-31;ОПК-5-33;ОПК-5-У1;ОПК-5-У3;ОПК-5-В1 | По дифрактограмме, снятой от поликристалла провести РФА (рентгенофазовый анализ)           |
| P16 | Домашнее задание "Определение типа твердого раствора"   | ОПК-5-33;ОПК-5-В1                            | По изменению периода решетки определить тип твердого раствора в двух компонентной системе. |
| P17 | Определение положения водорода в структуре гидридов по нейтронограмме   | ОПК-5-31;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-1-31             | Расчет нейтронограммы.   |
| P18 | Приготовление объектов и их просмотр в ПЭМ. /Лаб/   | ОПК-5-32;ОПК-5-33;ПК-2-32;ПК-1-31            |  |
| P19 | Расчет электронограммы поликристалла. Расчет электронограммы монокристалла. /Лаб/   | ОПК-5-32;ОПК-5-В1;ПК-2-32;ПК-1-31;ПК-1-У1    | Расчет электронограмм, снятых от поли- и монокристаллов.                                   |
| P20 | Определение толщины фольги. /Лаб/   | ОПК-5-32;ОПК-5-В1                            | По изображению дефекта упаковки определить толщину фольги.                                 |
| P21 | Анализ плотности дислокаций по электронно-микроскопическому изображению. /Лаб/  | ОПК-5-32;ОПК-5-В1                            | Определение плотности дислокаций по изображению, полученному в ПЭМ                         |

|     |   |   |  |
|-----|---|---|--|
| P22 | Возможности современных микроскопов. Знакомство с устройством и работой ПЭМ.                        | ОПК-5-32;ПК-2-32  |  |
| P23 | Приготовление объектов и их просмотр в РЭМ. /Лаб/   | ОПК-5-31;ОПК-5-32   |  |
| P24 | Знакомство с устройством и работой РЭМ. Знакомство с устройством и работой РЭМ-микроанализатора     | ОПК-5-32;ПК-2-32;ПК-1-31;ПК-1-У2  |  |
| P25 | Знакомство с устройством и работой атомно-силового микроскопа.                                      | ОПК-5-32;ПК-2-32  |  |
| P26 | Оже- электронная и рентгеновская фотоэлектронная спектроскопии, масс-спектрометрия вторичных ионов. | ОПК-5-32;ПК-2-32;ПК-1-31;ПК-1-В1  | Знакомство со спектроскопическими методами исследования материалов и спавов.   |
| P27 | Домашнее задание "Построение теоретической электронограммы"   | ОПК-5-32;ОПК-5-В1;ПК-1-31;ПК-1-В1   | Для монокристалла известной фазы построить точечную электронограмму с заданной осью зоны.                                    |
| P28 | Домашнее задание "Микрорентгено спектральный анализ"  | ОПК-5-31;ОПК-5-У1;ОПК-5-У3;ОПК-5-В1;ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-У1;ПК-1-31;ПК-1-В1 | По данным, полученным в микроанализаторе определить химический состав образца. и рассчитать количество каждого из элементов. |

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

В 5 семестре предусмотрен экзамен, проходящий в письменной форме.

Экзаменационный билет состоит из задач.

Макет экзаменационного билета приведен в приложении.

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

По курсу предусмотрен в 5 семестре экзамен, в 6 семестре предусмотрен зачет с оценкой. Зачет с оценкой проставляется 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 справляемыми 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 (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 | Портной В. К.,<br>Новиков А. И.,<br>Головин И. С.                     | Дефекты кристаллического строения металлов и методы их анализа: учебник      | Электронная библиотека | М.: Изд-во МИСиС, 2015 |
| Л1.2 | Уманский Я. С.,<br>Скаков Ю. А.,<br>Иванов А. Н.,<br>Расторгуев Л. Н. | Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия: Учебник для вузов | Библиотека МИСиС       | М.: Metallurgia, 1982  |
| Л1.3 | Горелик С. С.,<br>Скаков Ю. А.,<br>Расторгуев Л. Н.                   | Рентгенографический и электронно-оптический анализ: учеб. пособие для вузов  | Электронная библиотека | М.: Изд-во МИСиС, 2002 |
| Л1.4 | Горелик С. С.,<br>Скаков Ю. А.,<br>Расторгуев Л. Н.                   | Рентгенографический и электронно-оптический анализ: Учеб. пособие для вузов  | Библиотека МИСиС       | М.: Изд-во МИСиС, 1994 |

**6.1.2. Дополнительная литература**

|      | Авторы, составители             | Заглавие  | Библиотека             | Издательство, год   |
|------|---------------------------------|---|------------------------|---|
| Л2.1 | Жданов Г. С.,<br>Уманский Я. С. | Рентгенография металлов   | Электронная библиотека | Москва, Ленинград: Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, 1941 |
| Л2.2 | Миркин Л. И.,<br>Уманский Я. С. | Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов: справочник                 | Электронная библиотека | Москва: Государственное издательство физико-математической литературы, 1961   |
| Л2.3 | Домкин К. И.                    | Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий: методы и применение: монография | Электронная библиотека | Москва: Лаборатория знаний, 2017  |

|      | Авторы, составители                                 | Заглавие  | Библиотека             | Издательство, год      |
|------|---|---|------------------------|------------------------|
| Л2.4 | Захаров А. М.                                       | Диаграммы состояния двойных и тройных систем: учеб. пособие для студ. металлург. и машиностроит. спец. вузов                            | Библиотека МИСиС       | М.: Металлургия, 1990  |
| Л2.5 | Новиков И. И., Строганов Г. Б., Новиков А. И.       | Металловедение, термообработка и рентгенография: Учебник для студ. металлург. и машиностроит. спец. вузов                               | Электронная библиотека | М.: Изд-во МИСиС, 1994 |
| Л2.6 | 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   |
| Л2.7 | Уманский Я. С.                                      | Рентгенография металлов и полупроводников: учеб. пособие для студ. металлург. спец. вузов   | Библиотека МИСиС       | М.: Металлургия, 1969  |

### 6.1.3. Методические разработки

|      | Авторы, составители   | Заглавие   | Библиотека             | Издательство, год |
|------|---|--|------------------------|-------------------|
| Л3.1 | 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 |
| Л3.2 | Дьяконова Н. П., Иванов А. Н.                                       | Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия: Разд.: Микрорентгеноспектральный анализ: метод. указания для выполнения дом. заданий 'Расчет концентраций элементов по данным MAP' для студ. спец. 11.01, 11.04, 11.05, 11.06, 11.07, 11.10, 11.04а | Библиотека МИСиС       | М.: Учеба, 1991   |

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

|    |   |   |
|----|---|---|
| Э1 | International Centre for Diffraction Data | <a href="http://www.icdd.com/">http://www.icdd.com/</a>   |
| Э2 | 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> |
| Э3 | Научная электронная библиотека eLIBRARY   | <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>   |

### 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 | Microsoft Office  |
| П.3 | LMS Canvas  |
| П.4 | MS Teams  |
| П.5 | ESET NOD32 Antivirus  |

### 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 | International Centre for Diffraction Data <a href="http://www.icdd.com/">http://www.icdd.com/</a>              |

## 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-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 |
| Любой корпус<br>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, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus  |
| Читальный зал<br>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.  |
| 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   |

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

При изучении курса материалы» 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 два семестра и организуется в соответствии с настоящей программой. Самостоятельная работа студентов осуществляется и контролируется с помощью:

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

Контрольные работы проводятся в часы практических занятий.

Контрольные работы оцениваются по пятибалльной системе, домашние задания по двухбалльной.

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

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