

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 21.09.2023 17:06:05

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) Строение некристаллических систем

Закреплена за подразделением

Кафедра физической химии

Направление подготовки

28.03.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ

Профиль

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 7

аудиторные занятия 51

самостоятельная работа 57

### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>курсе>) | 7 (4.1)   |     | Итого |     |
|---|-----------|-----|-------|-----|
|   | Неделя 18 |     |       |     |
| Вид занятий                               | УП        | РП  | УП    | РП  |
| Лекции                                    | 17        | 17  | 17    | 17  |
| Практические                              | 34        | 34  | 34    | 34  |
| Итого ауд.                                | 51        | 51  | 51    | 51  |
| Контактная работа                         | 51        | 51  | 51    | 51  |
| Сам. работа                               | 57        | 57  | 57    | 57  |
| Итого                                     | 108       | 108 | 108   | 108 |

Программу составил(и):

*дфмн, профессор, Калошкин Сергей Дмитриевич*

Рабочая программа

**Строение некристаллических систем**

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 28.03.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы, 28.03.03-БНМ-23.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

Направление подготовки: 28.03.03 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., №9-21/22

Руководитель подразделения Салимон А.И.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

|     |   |
|-----|---|
| 1.1 | Цель освоения дисциплины - получить знания о структуре, условиях образования, термодинамических и кинетических параметрах стабильности некристаллических металлических фаз, их свойствах и возможных применениях в промышленности, о методах получения. |
|-----|---|

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

|            |   |            |
|------------|---|------------|
| Блок ОП:   |   | Б1.В.ДВ.04 |
| <b>2.1</b> | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |            |
| 2.1.1      | Методы обработки статистических данных (анализ данных)  |            |
| 2.1.2      | Планирование и организация научно-исследовательской работы  |            |
| 2.1.3      | Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности                  |            |
| 2.1.4      | Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности                  |            |
| 2.1.5      | Физика конденсированного состояния  |            |
| 2.1.6      | Элективные курсы по физической культуре и спорту  |            |
| 2.1.7      | Процессы получения наночастиц и наноматериалов  |            |
| 2.1.8      | Основы квантовой механики   |            |
| 2.1.9      | Теоретическая механика и основы теории упругости  |            |
| <b>2.2</b> | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |            |
| 2.2.1      | Методы вычислительной физики  |            |
| 2.2.2      | Наноструктурированные сверхтвердые материалы  |            |
| 2.2.3      | Нормы и правила оформления ВКР  |            |
| 2.2.4      | Особенности исследования наноматериалов   |            |
| 2.2.5      | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы  |            |
| 2.2.6      | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы  |            |
| 2.2.7      | Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы   |            |
| 2.2.8      | Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы   |            |
| 2.2.9      | Статистические расчеты равновесий   |            |

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

|  |
|--|
| <b>ПК-3: Способен составлять аналитические обзоры, научные отчеты и готовить к публикации результаты исследований</b>        |
| <b>Знать:</b>  |
| ПК-3-31 методы анализа научно-технической информации и результатов исследований  |
| <b>Уметь:</b>  |
| ПК-3-У1 проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований                     |
| <b>ПК-2: Способен осуществлять сбор, систематизацию и анализ научно-технической информации о существующих наноматериалах</b> |
| <b>Уметь:</b>  |
| ПК-2-У1 осуществлять сбор, систематизацию и анализ научно-технической информации о существующих наноматериалах               |
| <b>ПК-3: Способен составлять аналитические обзоры, научные отчеты и готовить к публикации результаты исследований</b>        |
| <b>Владеть:</b>  |
| ПК-3-В1 навыками проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований            |
| <b>ПК-2: Способен осуществлять сбор, систематизацию и анализ научно-технической информации о существующих наноматериалах</b> |
| <b>Владеть:</b>  |
| ПК-2-В1 навыками сбора, систематизации и анализа научно-технической информации о существующих наноматериалах                 |

| 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ |   |                |       |  |                          |            |    |                    |
|---------------------------|---|----------------|-------|--|--------------------------|------------|----|--------------------|
| Код занятия               | Наименование разделов и тем /вид занятия/   | Семестр / Курс | Часов | Формируемые индикаторы компетенций         | Литература и эл. ресурсы | Примечание | КМ | Выполняемые работы |
|                           | <b>Раздел 1. Определение аморфного состояния вещества</b>   |                |       |  |                          |            |    |                    |
| 1.1                       | Понятие аморфной структуры веществ, место аморфных фаз среди других состояний твердых веществ /Лек/     | 7              | 2     | ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1<br>ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л1.1Л2.1Л3.<br>1<br>Э1   |            |    |                    |
| 1.2                       | Сравнение аморфного, жидкого и кристаллического состояний. Неорганические и органические стекла /Пр/    | 7              | 4     | ПК-3-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1                    | Л1.1Л2.1Л3.<br>1<br>Э1   |            |    |                    |
| 1.3                       | Выполнение индивидуального задания. Написание реферата /Ср/   | 7              | 0     | ПК-3-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1                    | Л1.1Л2.1Л3.<br>1<br>Э1   |            |    |                    |
| 1.4                       | История появления различных технологий получения аморфных металлических сплавов /Лек/                   | 7              | 2     | ПК-3-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1                    | Л1.1Л2.1Л3.<br>1<br>Э1   |            |    |                    |
| 1.5                       | Проектирование метода быстрой закалки /Пр/  | 7              | 4     | ПК-3-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1                    | Л1.1Л2.1Л3.<br>1<br>Э1   |            |    |                    |
| 1.6                       | Выполнение индивидуального задания. Написание реферата /Ср/   | 7              | 4     | ПК-3-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1                    | Л1.1Л2.1Л3.<br>1<br>Э1   |            |    |                    |
| 1.7                       | Методы получения аморфных металлических сплавов. Классификация методов получения аморфных сплавов /Лек/ | 7              | 2     | ПК-3-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1                    | Л1.1Л2.1Л3.<br>1<br>Э1   |            |    |                    |
| 1.8                       | Критерии оценки склонности металлических систем к аморфизации /Пр/                                      | 7              | 4     | ПК-3-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1                    | Л1.1Л2.1Л3.<br>1<br>Э1   |            |    |                    |
| 1.9                       | Выполнение индивидуального задания. Написание реферата /Ср/   | 7              | 4     | ПК-3-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1                    | Л1.1Л2.1Л3.<br>1<br>Э1   |            |    |                    |
|                           | <b>Раздел 2. Стабильность структуры аморфных сплавов</b>  |                |       |  |                          |            |    |                    |
| 2.1                       | Атомная структура металлов и сплавов в аморфном и жидком состоянии /Лек/                                | 7              | 2     | ПК-3-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1                    | Л1.1Л2.1Л3.<br>1<br>Э1   |            |    |                    |
| 2.2                       | Модели атомного строения аморфных тел /Пр/  | 7              | 4     | ПК-3-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1                    | Л1.1Л2.1Л3.<br>1<br>Э1   |            |    |                    |
| 2.3                       | Выполнение индивидуального задания. Написание реферата /Ср/   | 7              | 16    | ПК-3-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1                    | Л1.1Л2.1Л3.<br>1<br>Э1   |            |    |                    |
| 2.4                       | Структура и морфология продуктов кристаллизации /Лек/   | 7              | 2     | ПК-3-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1                    | Л1.1Л2.1Л3.<br>1<br>Э1   |            |    |                    |
| 2.5                       | Рентгенофазовый анализ аморфных сплавов /Пр/  | 7              | 4     | ПК-3-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1                    | Л1.1Л2.1Л3.<br>1<br>Э1   |            |    |                    |
| 2.6                       | Выполнение индивидуального задания. Написание реферата /Ср/   | 7              | 2     | ПК-3-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1                    | Л1.1Л2.1Л3.<br>1<br>Э1   |            |    |                    |

|  |  |   |    |                         |                        |  |     |    |
|--|--|---|----|-------------------------|------------------------|--|-----|----|
| 2.7  | Преобразования в аморфных сплавов при нагреве. Релаксация и кристаллизация /Лек/ | 7 | 2  | ПК-3-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л1.1Л2.1Л3.<br>1<br>Э1 |  |     |    |
| 2.8  | Рассмотрение кинетических уравнений для превращений в аморфных сплавах /Пр/      | 7 | 4  | ПК-3-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л1.1Л2.1Л3.<br>1<br>Э1 |  | КМ1 | Р1 |
| 2.9  | Выполнение индивидуального задания. Написание реферата /Ср/                      | 7 | 16 | ПК-3-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л1.1Л2.1Л3.<br>1<br>Э1 |  |     |    |
| <b>Раздел 3. Свойства аморфных сплавов</b> |  |   |    |                         |                        |  |     |    |
| 3.1  | Свойства аморфных металлических быстрозакаленных сплавов /Лек/                   | 7 | 2  | ПК-3-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л1.1Л2.1Л3.<br>1<br>Э1 |  |     |    |
| 3.2  | Расчет энергии активации фазовых превращений по данным /Пр/                      | 7 | 4  | ПК-3-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л1.1Л2.1Л3.<br>1<br>Э1 |  |     |    |
| 3.3  | Выполнение индивидуального задания. Написание реферата /Ср/                      | 7 | 11 | ПК-3-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л1.1Л2.1Л3.<br>1<br>Э1 |  |     |    |
| 3.4  | Магнитные свойства аморфных сплавов /Лек/  | 7 | 3  | ПК-3-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л1.1Л2.1Л3.<br>1<br>Э1 |  |     |    |
| 3.5  | Особенности магнитной структуры аморфных ленточных сплавов /Пр/                  | 7 | 6  | ПК-3-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л1.1Л2.1Л3.<br>1<br>Э1 |  | КМ1 | Р1 |
| 3.6  | Выполнение индивидуального задания. Написание реферата /Ср/                      | 7 | 4  | ПК-3-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 | Л1.1Л2.1Л3.<br>1<br>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    | Контрольная работа      | ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение аморфного состояния, особенности аморфной структуры металлических систем.</li> <li>2. Методы получения аморфных сплавов.</li> <li>3. Критерии оценки склонности к аморфизации в металлических системах</li> <li>4. Основные типы аморфных металлических систем.</li> <li>5. Структура аморфных сплавов, химический и топологический порядок.</li> <li>6. Свойства аморфных сплавов. Магнитные свойства.</li> <li>7. Преобразования в аморфных сплавах, релаксация и кристаллизация.</li> <li>8. Кинетика кристаллизации аморфных сплавов.</li> <li>9. Термодинамический анализ стабильности и кристаллизации аморфных сплавов.</li> <li>10. Аморфно-кристаллические нано структуры.</li> <li>11. Применение аморфных сплавов.</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Оже-спектроскопия - облучение поверхности электронами и её анализ по энергии Оже-электронов.</li> <li>2.Методы контроля атомного окружения. Ядерный <math>\gamma</math>-резонансный спектральный анализ(ЯГРС).</li> <li>3.Дифференциальный термомагнитный анализ(ДТМА)</li> <li>4.TG(термогравиметрический) -метод термического анализа.</li> <li>5.DSC(дифференциальная сканирующая калориметрия)</li> </ol> |

| <b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>  |                 |   |  |
|--|-----------------|---|--|
| Код работы   | Название работы | Проверяемые индикаторы компетенций      | Содержание работы  |
| P1   | РЕФЕРАТ         | ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-3-З1;ПК-3-У1;ПК-3-В1 | ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ<br>1 Методы исследования кинетики кристаллизации аморфных сплавов<br>2 Применения аморфных магнитомягких материалов |
| <b>5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)</b>   |                 |   |  |
| Экзамен не предусмотрен  |                 |   |  |
| <b>5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)</b>  |                 |   |  |
| <p>Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно применяет полученные знания на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.</p> <p>Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, четко излагает материал.</p> <p>Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляет их после дополнительных и наводящих вопросов.</p> <p>Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания для решения простых задач, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.</p> <p>Оценка «неявка» – обучающийся на экзамен не явился.</p> |                 |   |  |

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

|      | Авторы, составители   | Заглавие  | Библиотека             | Издательство, год      |
|------|---|---|------------------------|------------------------|
| Л1.1 | Арсенкин А. М.,<br>Быкова Ю. С.,<br>Горшенков М. В., др.,<br>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 - Металлургия | Электронная библиотека | М.: Изд-во МИСиС, 2010 |

#### 6.1.2. Дополнительная литература

|      | Авторы, составители  | Заглавие   | Библиотека             | Издательство, год      |
|------|--|--|------------------------|------------------------|
| Л2.1 | Абрамов Н. Н., Белов В. А., Гершман Е. И., др., Калошкин С. Д. | Современные методы исследований функциональных материалов: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия' | Электронная библиотека | М.: Изд-во МИСиС, 2011 |

#### 6.1.3. Методические разработки

|      | Авторы, составители  | Заглавие  | Библиотека       | Издательство, год |
|------|--|---|------------------|-------------------|
| Л3.1 | Аронин А. С.,<br>Гончаров В. А.,<br>Суворов Э. В., др.,<br>Суворов Э. В. | Физико-химия и технология аморфных и микрокристаллических сплавов: Лаб. практикум для студ. спец. 11.05 | Библиотека МИСиС | М.: Учеба, 1988   |

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

|    |  |   |
|----|--|---|
| Э1 | Нанотехнологии и наноматериалы Федеральный интернет портал | <a href="http://www.portalnano.ru">http://www.portalnano.ru</a> |
|----|--|---|

### 6.3 Перечень программного обеспечения

|     |   |
|-----|---|
| П.1 | Консультант Плюс  |
| П.2 | Garant.ru   |
| П.3 | Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr |

|   |   |
|---|---|
| П.4   | ESET NOD32 Antivirus  |
| П.5   | Win Pro 10 32-bit/64-bit  |
| <b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b> |   |
| И.1   | Каталог Российской государственной библиотеки (РГБ) [Электронный ресурс]. – <a href="http://www.aleph.rsl.ru">http://www.aleph.rsl.ru</a> (Ссылки на внешний сайт.)Ссылки на внешний сайт.. |

#### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд.                           | Назначение   | Оснащение   |
|--------------------------------|--|---|
| 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, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus |
| Читальный зал №3 (Б)           |  | комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.    |
| 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, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus |

#### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.