

Документ подписан простой электронной подписью  
 Информация о владельце:  
 ФИО: Котова Лариса Анатольевна  
 Должность: Директор филиала  
 Дата подписания: 18.08.2025 17:12:50  
 Уникальный программный ключ:  
 10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04e7

# МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
 «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»  
 Новотроицкий филиал**

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

## Деформационные методы наноструктурирования металлов

Закреплена за подразделением Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)

Направление подготовки

22.03.02 Металлургия

Профиль

Металлургия черных металлов

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **2 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 72

Формы контроля на курсах:

в том числе:

зачет 3

аудиторные занятия 18

самостоятельная работа 50

часов на контроль 4

### Распределение часов дисциплины по курсам

| Курс                                    | 3  |    | Итого |    |
|-----------------------------------------|----|----|-------|----|
|                                         | УП | РП |       |    |
| Вид занятий                             |    |    |       |    |
| Практические                            | 18 | 18 | 18    | 18 |
| Итого ауд.                              | 18 | 18 | 18    | 18 |
| Контактная работа                       | 18 | 18 | 18    | 18 |
| Сам. работа                             | 50 | 50 | 50    | 50 |
| В том числе сам.<br>работа в рамках ФОС |    | 40 |       |    |
| Часы на контроль                        | 4  | 4  | 4     | 4  |
| Итого                                   | 72 | 72 | 72    | 72 |

Программу составил(и):

*Ст. препод., Куницина Н.Г.*

Рабочая программа

**Деформационные методы наноструктурирования металлов**

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 22.03.02 Metallургия (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 Metallургия, 22.03.02\_22\_Металлургия\_ПрМЧМ\_заоч..plx Metallургия черных металлов, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 30.11.2021, протокол № 35

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.02 Metallургия, Metallургия черных металлов, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 30.11.2021, протокол № 35

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)**

Протокол от 12.03.2025 г., №3

Руководитель подразделения доцент, к.п.н. Нефедов А.В.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1 | Формирование знаний о развитии деформации, закономерностях её влияния на химическое, фазовое и зеренное строение металлических материалов, о физических основах и технологических аспектах применения деформационных методов получения ультрамелкозернистых, в том числе наноструктурных, материалов. |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

|          |                                                                                                                       |     |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Блок ОП: |                                                                                                                       | ФТД |
| 2.1      | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>                                                          |     |
| 2.1.1    | Теплотехника                                                                                                          |     |
| 2.1.2    | Прикладная механика                                                                                                   |     |
| 2.1.3    | Физика                                                                                                                |     |
| 2.1.4    | Химия                                                                                                                 |     |
| 2.2      | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |     |
| 2.2.1    | Детали машин                                                                                                          |     |
| 2.2.2    | Обработка металлов давлением                                                                                          |     |
| 2.2.3    | Литейное производство                                                                                                 |     |
| 2.2.4    | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы                                              |     |
| 2.2.5    | Специальные стали                                                                                                     |     |

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

**ОПК-6:** Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии

**Знать:**

ОПК-6-31 теоретические основы деформационного измельчения зерен в металлах и сплавах, основные методы интенсивной пластической деформации;

**Уметь:**

ОПК-6-У1 использовать передовые отечественные и зарубежные достижения в области деформационных методов измельчения зерен в металлах и сплавах.

**Владеть:**

ОПК-6-В1 навыками разработки технологий, нацеленных на разработку перспективных материалов и технологических процессов, обеспечивающих получение УМЗ полуфабрикатов и деталей с улучшенными физико-механическими свойствами;

**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. Теоретические основы деформационного наноструктурирования металлов</b>                   |                |       |                                    |                                            |            |     |                    |
| 1.1         | Этапы структурообразования и факторы, влияющие на измельчение зерен /Пр/                              | 3              | 2     | ОПК-6-31<br>ОПК-6-У1               | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 |            | КМ1 |                    |
| 1.2         | Деформированное состояние поликристаллического материала при интенсивной пластической деформации /Пр/ | 3              | 2     | ОПК-6-31<br>ОПК-6-У1               | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 |            | КМ1 |                    |
| 1.3         | Модель наноструктурирования металлов при интенсивной пластической деформации /Пр/                     | 3              | 2     | ОПК-6-31<br>ОПК-6-У1               | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 |            | КМ1 |                    |

|     |                                                                                                                                                  |   |    |                      |                                            |  |     |    |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|----------------------|--------------------------------------------|--|-----|----|
|     | <b>Раздел 2. Методы получения ультрамелкозернистых и наноструктурированных материалов и изделий</b>                                              |   |    |                      |                                            |  |     |    |
| 2.1 | Формирование мелких зерен как релаксационный процесс /Пр/                                                                                        | 3 | 2  | ОПК-6-31<br>ОПК-6-У1 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 |  | КМ1 |    |
| 2.2 | Современные методы деформационного наноструктурирования. Термомеханическая обработка проката как способ получения мелкозернистой структуры. /Пр/ | 3 | 8  | ОПК-6-31<br>ОПК-6-У1 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 |  | КМ1 |    |
| 2.3 | Ультрамелкозернистые и наноструктурированные изделия из металлов и сплавов /Пр/                                                                  | 3 | 2  | ОПК-6-31<br>ОПК-6-У1 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 |  | КМ1 |    |
| 2.4 | Самостоятельное изучение материала на тему: Характеристика различных методов получения металлов с ультрамелкозернистой структурой /Ср/           | 3 | 10 | ОПК-6-31<br>ОПК-6-У1 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 |  | КМ1 |    |
|     | <b>Раздел 3. Подготовка к контрольным мероприятиям и выполняемым работам</b>                                                                     |   |    |                      |                                            |  |     |    |
| 3.1 | Объем часов самостоятельной работы на подготовку к КМ /Ср/                                                                                       | 3 | 20 | ОПК-6-31             | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 |  | КМ1 |    |
| 3.2 | Объем часов самостоятельной работы на подготовку к ВР /Ср/                                                                                       | 3 | 20 | ОПК-6-У1<br>ОПК-6-В1 | Л1.1Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 |  |     | Р1 |

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

| Код КМ | Контрольное мероприятие | Проверяемые индикаторы компетенций | Вопросы для подготовки |
|--------|-------------------------|------------------------------------|------------------------|
|--------|-------------------------|------------------------------------|------------------------|

|     |            |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----|------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| КМ1 | Коллоквиум | ОПК-6-31;ОПК-6-У1 | <p>Вопросы для подготовки к контрольной работе:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Масштабные уровни и эволюция микроструктуры при пластической деформации</li> <li>2. Влияние природы материала и условий деформации на измельчение зерен</li> <li>3. Термостабильность ультрамелкозернистой структуры</li> <li>4. Скалярные и векторные характеристики деформации</li> <li>5. Новый подход определения компонент накопленной деформации в материалах при ИПД</li> <li>6. Основные положения и допущения модели</li> <li>7. Кинетика фрагментации структуры и механизмов деформации</li> <li>8. Связь между параметрами структуры и деформации заготовки</li> <li>9. Верификация модели</li> <li>10. Внутренний и внешний каналы релаксации напряжений при пластической деформации</li> <li>11. Характер деформации и энергозатрат</li> <li>12. Лабораторные методы</li> <li>13. Опытнo-промышленные методы получения прутков</li> <li>14. Комбинированные и совмещенные методы деформирования</li> <li>15. Изделия из титана и его сплавов</li> <li>16. Огнестойкие стали</li> <li>17. УМЗ стальной крепеж</li> <li>18. Метизы из алюминиевых сплавов</li> <li>19. Алюминиевые электропровода</li> <li>20. Медные электропровода</li> <li>21. Детали из суперсплавов</li> </ol> |
|-----|------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)**

| Код работы | Название работы    | Проверяемые индикаторы компетенций | Содержание работы                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------|--------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P1         | Контрольная работа | ОПК-6-У1;ОПК-6-В1                  | Контрольная работа в виде реферата. Объем работы– 15-20 стр. Правильно выполненная работа, тема которой раскрыта и соответствует содержанию, считается зачтенной. Контрольная работа, выполненная неверно или имеющая замечания, возвращается на доработку. |

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

Экзамен по дисциплине не предусмотрен.

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

Критерии оценки ответов на коллоквиуме, проводимом в устной форме:

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если: он знает основные определения, последователен в изложении материала, демонстрирует базовые знания дисциплины, владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если: он не знает основных определений, непоследователен и сбивчив в изложении материала, не обладает определенной системой знаний по дисциплине, не в полной мере владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.

Критерии оценки на коллоквиуме, проводимом в дистанционной форме:

60 ≤ Процент верных ответов - зачтено

Процент верных ответов < 60 - не зачтено

Критериями оценки контрольной работы являются:

- полнота разработки темы;
- степень изученности литературы по рассматриваемому вопросу;
- обоснованность выводов и предложений;
- соблюдение требований государственных стандартов к оформлению;
- самостоятельность выполнения работы.

Для получения зачета по дисциплине необходимо выполнение следующих условий:

1. Сдача коллоквиума на отметку "зачтено";
2. Сдача контрольной работы, имеющей отметку "зачтено".

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

|      | Авторы, составители                               | Заглавие                                                                                                 | Библиотека | Издательство, год, эл. адрес                                                                                                                                                           |
|------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л1.1 | Утяшев Ф.З., Рааб Г.И., Шибаков В.Г., Ганиев М.М. | Теория и практика деформационных методов формирования нанокристаллической структуры в металлах и сплавах |            | Казань: Казанский федеральный университет, 2016, <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=480097">https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=480097</a> |

**6.1.2. Дополнительная литература**

|      | Авторы, составители                                        | Заглавие                                                                                                                     | Библиотека | Издательство, год, эл. адрес                                                                                                                                                                            |
|------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л2.1 | Утяшев Ф.З., Рааб Г.И.; отв.ред.Алымов М.И.                | Научные основы деформационных технологий формирования ультрамелкозернистых и наноструктурных объемных материалов: монография |            | Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021, <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=617689">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=617689</a>                                   |
| Л2.2 | В.А.Батаев, В.Г.Буров, И.А.Батаев [ и др.]                 | Процессы и технологии получения наноразмерных порошков и наноструктурированных материалов: учебное пособие                   |            | Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017, <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=574973">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=574973</a> |
| Л2.3 | А.М.Глезер, Э.В.Козлов, Н.А.Конева, Н.А.Попова, И.А.Курзин | Основы пластической деформации наноструктурных материалов: монография                                                        |            | Москва : Физматлит, 2016, <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=468374">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=468374</a>                                                 |

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

|    |                                           |                                                                  |
|----|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Э1 | КиберЛенинка                              | <a href="http://www.cyberleninka.ru">www.cyberleninka.ru</a>     |
| Э2 | НФ НИТУ "МИСИС"                           | <a href="http://www.nf.misis.ru">www.nf.misis.ru</a>             |
| Э3 | Российская научная электронная библиотека | <a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>             |
| Э4 | НЭБ НИТУ "МИСИС"                          | <a href="http://www.elibrary.misis.ru">www.elibrary.misis.ru</a> |
| Э5 | Университетская библиотека онлайн         | <a href="http://www.biblioclub.ru">www.biblioclub.ru</a>         |

**6.3 Перечень программного обеспечения**

|     |                                                                      |
|-----|----------------------------------------------------------------------|
| П.1 | Microsoft Office Standard 2007 Russian OpenLicensePack NoLevel Acdmс |
| П.2 | WinPro 10 RUSUpgrdOLVNLEachAcdmсAP                                   |

**6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных****7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

| Ауд. | Назначение                                                           | Оснащение                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 211  | Учебная аудитория для занятий лекционного типа, практических занятий | Комплект учебной мебели на 44 мест для обучающихся, 1 стационарный компьютер для преподавателя с выходом в интернет, проектор, экран настенный, доска аудиторная меловая, веб камера, колонки, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web. |

**8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Освоение дисциплины предполагает как проведение традиционных аудиторных занятий, так и работу в электронной информационно-образовательной среде.

Рекомендации по успешному освоению курса в традиционной форме.

Для успешного усвоения теоретического материала необходимо регулярно посещать занятия, значительное внимание уделять самостоятельному изучению дисциплины.

Программа дисциплины включает практические занятия, выполнение контрольной работы.

Оформленная в соответствии со стандартами контрольная работа сдается на кафедру металлургических технологий и оборудования. Правильно выполненная работа считается зачтенной. Работа, имеющая замечания, возвращается студенту на доработку.

Чтобы вам было интереснее изучать металлургические дисциплины, проследить их взаимосвязь с вашей специальностью, необходимо постоянно расширять свой кругозор, в чем большую помощь может оказать периодическая литература: журналы «Известия вузов. Черная металлургия», «Металлург», «Сталь», "Прокатное производство".

Рекомендации по освоению дисциплины в дистанционной форме посредством электронной информационно-образовательной среды НИТУ «МИСИС» (ЭИОС).

Рекомендации по освоению дисциплины в дистанционной форме.

Чтобы эффективно использовать возможности ЭИОС, а соответственно и успешно освоить дисциплину, нужно:

- 1) зарегистрироваться на курс. Для этого нужно перейти по ссылке, выдаваемой сотрудниками деканата или преподавателем. Логин и пароль совпадает с логином и паролем от личного кабинета НИТУ МИСИС;
- 2) ознакомиться с содержанием курса;
- 3) заходя в соответствующие разделы изучать учебные материалы, размещенные преподавателем, в т.ч. пользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, переходя по ссылкам;
- 4) ознакомиться с содержанием задания к письменной работе, сроками сдачи, критериями оценки. В установленные сроки выполнить работу(ы), подгрузить здесь же для проверки. Удобно называть файл работы следующим образом (название предмета (сокращенно), группа, ФИО, дата актуализации (при повторном размещении)). Например, Наноструктурирование\_Иванов\_И.И.\_БМТ-21\_20.11.2023. Если работа содержит рисунки, формулы, то с целью сохранения форматирования ее нужно подгружать в pdf формате.

Работа, подгружаемая для проверки, должна:

- содержать все структурные элементы: титульный лист, введение, основную часть, заключение, список источников, приложения (при необходимости);
- быть оформлена в соответствии с требованиями.

Преподаватель в течение установленного срока (не более десяти дней) проверяет работу и размещает в комментариях к заданию рецензию. В ней он указывает как положительные стороны работы, так замечания. При наличии в рецензии замечаний и рекомендаций, нужно внести поправки в работу, подгрузить ее заново для повторной проверки. При этом важно следить за сроками, в течение которых должно быть выполнено задание. При нарушении сроков, указанных преподавателем возможность подгрузить работу остается, но система выводит сообщение о нарушении сроков. По окончании семестра подгрузить работу не получится;

5) читать объявления, размещаемые преподавателем, давать обратную связь;

6) создавать обсуждения и участвовать в них (обсуждаются общие моменты, вызывающие вопросы у большинства группы). Данная рубрика также может быть использована для взаимной проверки;

7) проявлять регулярную активность на курсе.

Преимущественно для синхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет» используется Microsoft Teams (MS Teams). Чтобы полноценно использовать его возможности нужно установить приложение MS Teams на персональный компьютер и телефон. Старостам нужно создать группу в MS Teams. Участие в группе позволяет:

- работать на практических занятиях;
- быть на связи с преподавателем, задавая ему вопросы или отвечая на его вопросы в общем чате группы в рабочее время с 9.00 до 17.00;
- осуществлять совместную работу над документами (вкладка «Файлы»).

При проведении занятий в дистанционном синхронном формате нужно всегда работать с включенной камерой.

Исключение – если преподаватель попросит отключить камеры и микрофоны в связи с большими помехами. На аватарках должны быть исключительно деловые фото.

При проведении лекционно-практических занятий ведется запись. Это дает возможность просмотра занятия в случае невозможности присутствия на нем или при необходимости вновь обратиться к материалу и заново его просмотреть.