

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Котова Лариса Анатольевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 26.05.2026 18:27:13  
Уникальный программный ключ:  
10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования**  
**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**  
**Новотроицкий филиал**

Приложение 4

к ОПОП ВО 15.03.02 Технологические машины и оборудование  
Металлургические машины и оборудование

## Рабочая программа дисциплины

# Деформационные методы наноструктурирования металлов

Закреплена за подразделением	<b>Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)</b>	
Направление подготовки	15.03.02 Технологические машины и оборудование	
Образовательная программа	15.03.02 Технологические машины и оборудование / Металлургические машины и оборудование	
Квалификация	<b>Бакалавр</b>	
Форма обучения	<b>заочная</b>	
Общая трудоемкость	<b>2 ЗЕТ</b>	Виды контроля на курсах:
Часов по учебному плану	<b>72</b>	<b>зачет 3</b>

### 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. работа в рамках ФОС		50		
Часы на контроль	4	4	4	4
Итого	72	72	72	72

Программу составил(и):

*Ст. препод., Степыко Т.В.*

Рабочая программа дисциплины

**Деформационные методы наноструктурирования металлов**

Составлен на основании учебного плана:

15.03.02\_23\_Технологич. машины и оборудование\_ПрММиО\_заоч.plx, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 15.03.02 Технологические машины и оборудование Металлургические машины и оборудование протокол от 27.11.2025 №68.

Рабочая программа одобрена на заседании

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

Протокол от 11.03.2026 г., №3.

Руководитель подразделения Нефедов Андрей Викторович.

**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
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Физика	
2.1.2	Аналитическая геометрия и векторная алгебра	
2.1.3	Математика	
2.1.4	Химия	
2.1.5	Теория вероятностей и математическая статистика	
2.1.6	Механика жидкости и газа	
2.1.7	Материаловедение	
2.1.8	Технология конструкционных материалов	
2.1.9	Теория механизмов и машин	
2.1.10	Теплотехника	
2.1.11	Электротехника	
2.1.12	Учебная практика	
2.1.13	Методы исследования материалов и процессов	
2.1.14	Теория обработки металлов давлением	
2.1.15	Прикладная механика	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	История металлургической отрасли	
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.3	Компьютерная графика	
2.2.4	Промышленная экология	
2.2.5	Курсовая научно-исследовательская работа (часть 1)	
2.2.6	Курсовая научно-исследовательская работа (часть 2)	
2.2.7	Преддипломная практика	
2.2.8	Электропривод металлургических машин	
2.2.9	Электропривод и автоматизация металлургического оборудования	
2.2.10	САПР в металлургическом машиностроении	
2.2.11	Современные методы проектирования оборудования металлургического производства	
2.2.12	Динамика и прочность технологических машин	
2.2.13	Динамические расчеты машин и механизмов	
2.2.14	Эксплуатация и ремонт металлургических машин	
2.2.15	Методы увеличения ресурса технологического оборудования	
2.2.16	Основы проектирования	
2.2.17	Конструирование машин и оборудования	

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

<b>УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач</b>
<b>Знать:</b>
УК-1-31 Методы анализа и исследования металлических структур;
<b>ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</b>
<b>Знать:</b>

ОПК-1-31 Терминологию, основные понятия и определения
<b>ПК-2: Способен моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов</b>
<b>Знать:</b>
ПК-2-31 Методы теоретического и экспериментального анализа для решения задач
<b>УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач</b>
<b>Уметь:</b>
УК-1-У1 Подбирать необходимую для проектирования материалов с заданными свойствами справочную литературу, стандарты и другие нормативные материалы
<b>ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-1-У1 Выполнять основные технологические операции, связанные с методами анализа металлических структур
<b>ПК-2: Способен моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-2-У1 Пользоваться принципами разработки технических решений и технологий в области пластического деформирования металлов и сплавов
<b>УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач</b>
<b>Владеть:</b>
УК-1-В1 Основами работы со справочной литературой, стандартами и другими нормативными документами;
<b>ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-1-В1 Основами проектирования структурированных материалов
<b>ПК-2: Способен моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-2-В1 Навыками выбора оптимальных технологических схем и режимов обработки металлов давлением

#### 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	УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1	

1.2	Деформированное состояние поликристаллического материала при интенсивной пластической деформации /Пр/	3	2	УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1	
1.3	Модель наноструктурирования металлов при интенсивной пластической деформации /Пр/	3	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 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	УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1	
2.2	Современные методы деформационного наноструктурирования. Термомеханическая обработка проката как способ получения мелкозернистой структуры. /Пр/	3	6	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1	
2.3	Ультрамелкозернистые и наноструктурированные изделия из металлов и сплавов /Пр/	3	2	УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1	
2.4	Контрольная работа /Пр/	3	2	УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 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	25	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1	
3.2	Объем часов самостоятельной работы на подготовку к ВР /Ср/	3	25	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 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	Контрольная работа	УК-1-31;ОПК-1-31;ПК-2-31	<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. Опытно-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
Р1	Контрольная работа	УК-1-У1;УК-1-В1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-2-У1;ПК-2-В1	Домашнее задание в виде реферата. Объем домашнего задания – 15-20 стр. Правильно выполненное задание, тема которого раскрыта и соответствует содержанию, считается зачтенным. Домашнее задание, выполненное неверно или имеющее замечания, возвращается на доработку.

**5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (билеты, тесты 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 домашнего задания 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 домашнего задания, имеющего отметку "зачтено".

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

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Утяшев Ф. З., Рааб Г.И.	Научные основы деформационных технологий формирования ультрамелкозернистых и наноструктурных объемных материалов		Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021
Л1.2	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

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Коликов А.П., Романцев Б.А.	Теория обработки металлов давлением: Учебник		М.: Изд. Дом МИСиС, 2015
Л2.2	Гончарук А.В., Кузнецов Е.В., Романцев Б.А.	Краткий словарь терминов в области обработки металлов давлением		М.: Изд. дом МИСиС, 2011
Л2.3	Константинов И.Л., Сидельников С.Б.	Основы технологических процессов обработки металлов давлением: Учебник		Красноярск: СФУ, 2015

**6.1.3. Методические разработки**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Куница Н.Г.	Теория и технология процессов обработки металлов давлением: Учебное пособие		Новотроицк: НФ НИТУ МИСиС, 2015

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.2	Куницина Н.Г.	Расчеты основных параметров технологических процессов обработки металлов давлением: Методические указания для проведения практических занятий		Новотроицк: НФ НИТУ "МИСИС", 2020

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

Э1	КиберЛенинка	www.cyberleninka.ru
Э2	НФ НИТУ "МИСИС"	www.nf.misis.ru
Э3	Российская научная электронная библиотека	www.elibrary.ru
Э4	НЭБ НИТУ "МИСИС"	www.elibrary.misis.ru
Э5	Университетская библиотека онлайн	www.biblioclub.ru

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office Standard 2007 Russian OpenLicensePack NoLevel Acdmc
П.2	WinPro 10 RUSUpgrdOLVNLEachAcdmcAP

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Вид	Оснащение
211	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, практических занятий	Пр	1 шт. - Компьютер в сборе; 1 шт. - Проектор Acer с потолочным креплением P 5206(3D) ; 1 шт. - Экран Lumien Eco Picture 200x200 см; 22 шт. - Стол студенческий; 1 шт. - Стол преподавателя; 44 шт. - Стул.

## 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 домашнего задания.

Домашнее задание отличается значительными затратами времени. В связи с этим, при планировании своей самостоятельной работы вам следует учитывать, что пропуск занятий существенно осложнит выполнение домашнего задания.

Оформленное в соответствии со стандартами домашнее задание сдается на кафедру металлургических технологий и оборудования. Правильно выполненное задание считается зачтенным. Задание, имеющее замечания, возвращается студенту на доработку.

Чтобы вам было интереснее изучать металлургические дисциплины, проследивать 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.