



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММиМ  
А.С. Савинов

20.02.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ И ОБЪЕКТОВ ОБРАБОТКИ  
МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ***

Научная специальность  
2.6.4. Обработка металлов давлением

Уровень высшего образования - подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Технологий обработки материалов
Курс	2
Семестр	3

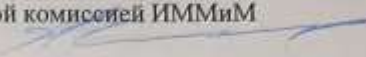
Магнитогорск  
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГТ (приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951)


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технологий обработки материалов  
19.02.2024, протокол № 7

Зав. кафедрой  А.Б. Моллер

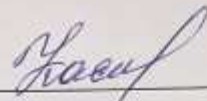
Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ  
20.02.2024 г. протокол № 4

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:  
профессор кафедры ТОМ, д-р техн. наук

 Э.М. Голубчик

Рецензент:  
доцент кафедры ТСиСА, канд. техн. наук

 Е.Г. Касаткина

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Б. Моллер

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Б. Моллер

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Б. Моллер

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.Б. Моллер

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями освоения дисциплины «Методы исследования процессов и объектов обработки металлов давлением» являются развитие у студентов личностных качеств, а также формирование общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГТ, в том числе:

- углубление знаний по основным направлениям развития процессов обработки металлов давлением и их применению при постановке и решении конкретных технологических задач производства;
- развитие у аспирантов представления о современных проблемах обработки металлов давлением, инструментах и методах исследования процессов ОМД;
- выявление путей формирования актуальной научной и производственной проблематики в ОМД;
- развитие и углубление теоретических представлений о процессах ОМД и методах их исследования;
- решение проблем, обусловленных ходом развития производства;
- изучение использования современных методов исследований в процессах ОМД.

### **2 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Методы исследования процессов и объектов обработки металлов давлением» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

КНС-1	Способен исследовать и рассчитывать деформационные, скоростные, силовые, температурные и другие параметры разнообразных процессов обработки металлов давлением
КНС-2	Способен исследовать структуру, механические, физические и другие свойства металлов в процессах пластической деформации, а также решать вопросы современного инжиниринга металлургического производства

### 3. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 42 акад. часов;
- аудиторная – 42 акад. часов;
- внеаудиторная – 0 акад. часов;
- самостоятельная работа – 30 акад. часов;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)		Самостоятельная работа студента	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
		Лек.	практ. зан.		
1. Раздел. Описание методов экспериментального исследования процессов ОМД					
1.1 Тензометрия: основные положения	3	4	4	2	Устный опрос
1.2 Геометрические методы исследования процессов ОМД		3	3	1	Устный опрос
1.3 Поляризационно-оптические методы		2	2	5	Контрольная работа
1.4 Структурно-наследственные методы. Измерение твердости. Комбинированные методы.		4	6	5	Реферат
Итого по разделу		13	15	13	
2. Раздел. Описание методов теоретического (аналитического) исследования процессов ОМД					
2.1 Метод совместного решения дифференциального уравнения равновесия и уравнения пластичности	3	1	1	3	Устный опрос
2.2 Метод линий скольжения и метод характеристик		1	1	3	Устный опрос
2.3 Вариационные методы		1	1	2	Контрольная работа
2.4 Метод работ		1	1	3	Контрольная работа
Итого по разделу		4	4	11	
3. Современные методы компьютерного моделирования					
3.1 Методы компьютерного моделирования процессов ОМД	3	4	2	6	Реферат
Итого по разделу		4	2	6	
Итого за семестр		21	21	30	зачёт
Итого по дисциплине		21	21	30	зачет



1. Методы исследования процессов обработки металлов давлением [Текст] : Эксперим. механика : [Учеб. пособие для вузов по специальности "Обработка металлов давлением"] / Н.А. Чиченев, А.Б. Кудрин, П.И. Полухин. - Москва : Металлургия, 1977. - 311 с.  
<https://search.rsl.ru/ru/record/01007663049> (Дата обращения 26.04.2024).
2. Прокошкин, С. Д. , Организация эксперимента. Планирование эксперимента в процессах ОМД : Метод, указания / С. Д. Прокошкин, Е. В. Никитин, В. А. Трусков, Б. М. Федосов - Москва : МИСиС, 2003. - 39 с. - Текст : электронный // URL. [https://www.rosmedlib.ru/book/Misis\\_200.html](https://www.rosmedlib.ru/book/Misis_200.html) (дата обращения: 27.04.2024).
3. Методология научного эксперимента в процессах ОМД: учебное пособие / Е.В. Арышенский, В.Р. Каргин. – Самара: Издательство Самарского университета, 2020. – 112 с. <http://repo.ssau.ru/handle/Uchebnye-izdaniya/Metodologiya-nauchnogo-eksperimenta-v-processah-OMD-ucheb-posobie-Tekst-elektronnyi-85377> (дата обращения: 27.03.2024).
4. М.В. Илюшкин. Моделирование процессов ОМД в программе ANSYS/LS-DYNA. – Ульяновск: УлГУ, 2013. -213 с.  
<https://docplayer.ru/25822711-M-v-ilyushkin-modelirovanie-processov-obrabotki-metallov-davleniem-v-programme-ansys-ls-dyna.html> (дата обращения: 27.01.2024).
5. Громов Н.П. Теория обработки металлов давлением [Текст] : [Учебник по специальности "Обработка металлов давлением"]. - Москва : Металлургия, 1978. - 340 с.
6. Баранкова, И. И. Информационные системы и информационные технологии в металлургии : учебное пособие / И. И. Баранкова, Г. В. Сотников. - Магнитогорск :

МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=988.pdf&show=dcatalogues/1/1119169/988.pdf&view=true> (дата обращения: 26.04.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

7. Песин, А. М. Нейросетевое моделирование процесса прокатки для повышения механических свойств горячекатаной трубной листовой стали : монография / А. М. Песин, В. М. Салганик, В. В. Курбан ; МГТУ. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2010 г.]. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1353.pdf&show=dcatalogues/1/1123805/1353.pdf&view=true> (дата обращения: 26.04.2024). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

### в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

#### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
STATISTICA в.6	К-139-08 от 22.12.2008	бессрочно
Программное обеспечение для анализа микроструктуры поверхности твердых тел	К-76-14 от 17.11.2014	бессрочно
Программное обеспечение для проектирования замещающих технологических воздействий при взаимозамене легирующих элементов в процессе проката из низколегированных сталей	К-243-12 от 18.09.2012	бессрочно
Аппаратно - программный комплекс "Многомасштабное моделирование в нанотехнологиях"	К-62-14 от 12.08.2014	бессрочно
NI MultiSim Education	К-68-08 от 29.05.2008	бессрочно



Программное обеспечение для моделирования напряжений деформаций, в рулонном прокате, в процессе термического воздействия периодического характера	К-167-12 от 02.07.2012	бессрочно
Браузер Yandex	свободно	бессрочно

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services,	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://host.megaprolib.net/MP0109/Web">https://host.megaprolib.net/MP0109/Web</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный концорциум» (НП	<a href="https://arch.neicon.ru/xmlui/">https://arch.neicon.ru/xmlui/</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	<a href="https://www.nature.com/siteindex">https://www.nature.com/siteindex</a>
Информационная система - Нормативные правовые акты, организационно-распорядительные документы, нормативные и методические документы и	<a href="https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/dokumenty-tzi?ysclid=lujknksfy724757053">https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/dokumenty-tzi?ysclid=lujknksfy724757053</a>
Информационная система - Банк данных угроз безопасности информации	<a href="https://bdu.fstec.ru/?ysclid=lujkqy7cnw630508962">https://bdu.fstec.ru/?ysclid=lujkqy7cnw630508962</a>

**Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по дисциплине  
«Методы исследования процессов и объектов обработки металлов давлением»**

Вид аттестации по итогам практики – зачет.

Вопросы к зачету

КНС-1: Способен исследовать и рассчитывать деформационные, скоростные, силовые, температурные и другие параметры разнообразных процессов обработки металлов давлением

Контрольные вопросы к зачету:

- Общая классификация методов теоретического анализа процессов обработки металлов давлением.
2. Классификация методов экспериментального исследования процессов обработки металлов давлением.
  3. Метод интегрирования дифференциальных уравнений равновесия и движения совместно с условием пластичности.
  4. Сущность метода линий скольжения.
  5. Свойства линий скольжения.
  6. Энергетические методы. Метод баланса работ.
  7. Сущность вариационных методов.
  8. Общность и отличия решения задач прямым вариационным и энергетическим методами.
  9. Современные программные комплексы для анализа процессов ОМД.
  10. Возможности применения программы DEFORM для анализа процессов ОМД.
  11. Краткая характеристика поляризационно-оптических методов исследования процессов ОМД.
  12. Сущность метода координатной сетки.
  13. Охарактеризуйте метод оптически чувствительных (фотоупругих) покрытий.
  14. Сущность метода линий скольжения.
  15. Сущность метода хрупких покрытий.
  16. Краткая характеристика методов измерения твердости.
  17. Сущность микроструктурного метода.
  18. Современные программные комплексы для анализа процессов ОМД.

КНС-2: Способен исследовать структуру, механические, физические и другие свойства металлов в процессах пластической деформации, а также решать вопросы современного инжиниринга металлургического производства

Контрольные вопросы к зачету:

1. Общая классификация методов теоретического анализа процессов обработки металлов давлением.
2. Классификация методов экспериментального исследования процессов обработки металлов давлением.
3. Метод интегрирования дифференциальных уравнений равновесия и движения совместно с условием пластичности.
4. Энергетические методы. Метод баланса работ.
5. Сущность вариационных методов.
6. Общность и отличия решения задач прямым вариационным и энергетическим методами.
7. Тензометрирование и его использование для исследований контактных напряжений и усилий деформирования.
8. Классификация датчиков, используемых для оценки напряженно-деформированного состояния в тензометрии.
9. Основы геометрических методов исследований деформаций.
10. Сущность метода координатных сеток.
11. Сущность метода муаровых полос.
12. Особенности метода слоистых моделей.
13. Физические основы поляризационно-оптических методов исследований деформаций и напряжений.

В ответе на вопросы к зачёту должна быть отражена степень достижения компетенции, указанной в учебном плане и формируемой в результате изучения дисциплины:

КНС-1: Способен исследовать и рассчитывать деформационные, скоростные, силовые, температурные и другие параметры разнообразных процессов обработки металлов давлением

КНС-2: Способен исследовать структуру, механические, физические и другие свойства металлов в процессах пластической деформации, а также решать вопросы современного

***Показатели и критерии оценивания:***

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

– зачтено – обучающийся показывает средне-высокий уровень сформированности компетенций, т.е. прочно усвоил предусмотренный программный материал, правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров, показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников (теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов), а также без ошибок выполнил практическое задание;

– незачтено – результат обучения не достигнут, обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

## **Приложение 1**

### **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

По дисциплине «Методы исследования процессов и объектов обработки металлов давлением» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся. Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения учебной и научной литературы по соответствующему разделу с проработкой материала; выполнения ауд

**Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по дисциплине  
«Методы исследования процессов и объектов обработки металлов давлением»**

Вид аттестации по итогам практики – зачет.

Вопросы к зачету

КНС-1: Способен исследовать и рассчитывать деформационные, скоростные, силовые, температурные и другие параметры разнообразных процессов обработки металлов давлением

Контрольные вопросы к зачету:

- Общая классификация методов теоретического анализа процессов обработки металлов давлением.
2. Классификация методов экспериментального исследования процессов обработки металлов давлением.
  3. Метод интегрирования дифференциальных уравнений равновесия и движения совместно с условием пластичности.
  4. Сущность метода линий скольжения.
  5. Свойства линий скольжения.
  6. Энергетические методы. Метод баланса работ.
  7. Сущность вариационных методов.
  8. Общность и отличия решения задач прямым вариационным и энергетическим методами.
  9. Современные программные комплексы для анализа процессов ОМД.
  10. Возможности применения программы DEFORM для анализа процессов ОМД.
  11. Краткая характеристика поляризационно-оптических методов исследования процессов ОМД.
  12. Сущность метода координатной сетки.
  13. Охарактеризуйте метод оптически чувствительных (фотоупругих) покрытий.
  14. Сущность метода линий скольжения.
  15. Сущность метода хрупких покрытий.
  16. Краткая характеристика методов измерения твердости.
  17. Сущность микроструктурного метода.
  18. Современные программные комплексы для анализа процессов ОМД.

КНС-2: Способен исследовать структуру, механические, физические и другие свойства металлов в процессах пластической деформации, а также решать вопросы современного инжиниринга металлургического производства

Контрольные вопросы к зачету:

1. Общая классификация методов теоретического анализа процессов обработки металлов давлением.
2. Классификация методов экспериментального исследования процессов обработки металлов давлением.
3. Метод интегрирования дифференциальных уравнений равновесия и движения совместно с условием пластичности.
4. Энергетические методы. Метод баланса работ.
5. Сущность вариационных методов.
6. Общность и отличия решения задач прямым вариационным и энергетическим методами.
7. Тензометрирование и его использование для исследований контактных напряжений и усилий деформирования.
8. Классификация датчиков, используемых для оценки напряженно-деформированного состояния в тензометрии.
9. Основы геометрических методов исследований деформаций.
10. Сущность метода координатных сеток.
11. Сущность метода муаровых полос.
12. Особенности метода слоистых моделей.
13. Физические основы поляризационно-оптических методов исследований деформаций и напряжений.

В ответе на вопросы к зачёту должна быть отражена степень достижения компетенции, указанной в учебном плане и формируемой в результате изучения дисциплины:

КНС-1: Способен исследовать и рассчитывать деформационные, скоростные, силовые, температурные и другие параметры разнообразных процессов обработки металлов давлением

КНС-2: Способен исследовать структуру, механические, физические и другие свойства металлов в процессах пластической деформации, а также решать вопросы современного

***Показатели и критерии оценивания:***

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

– зачтено – обучающийся показывает средне-высокий уровень сформированности компетенций, т.е. прочно усвоил предусмотренный программный материал, правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров, показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников (теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов), а также без ошибок выполнил практическое задание;

– незачтено – результат обучения не достигнут, обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

**Приложение 1**

**Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Методы исследования процессов и объектов обработки металлов давлением»**

Вид аттестации по итогам практики – зачет.

Вопросы к зачету

КНС-1: Способен исследовать и рассчитывать деформационные, скоростные, силовые, температурные и другие параметры разнообразных процессов обработки металлов давлением

Контрольные вопросы к зачету:

1. Общая классификация методов теоретического анализа процессов обработки металлов давлением.
2. Классификация методов экспериментального исследования процессов обработки металлов давлением.
3. Метод интегрирования дифференциальных уравнений равновесия и движения совместно с условием пластичности.
4. Сущность метода линий скольжения.
5. Свойства линий скольжения.
6. Энергетические методы. Метод баланса работ.
7. Сущность вариационных методов.
8. Общность и отличия решения задач прямым вариационным и энергетическим методами.
9. Современные программные комплексы для анализа процессов ОМД.
10. Возможности применения программы DEFORM для анализа процессов ОМД.
11. Краткая характеристика поляризационно-оптических методов исследования процессов ОМД.
12. Сущность метода координатной сетки.
13. Охарактеризуйте метод оптически чувствительных (фотоупругих) покрытий.
14. Сущность метода линий скольжения.
15. Сущность метода хрупких покрытий.
16. Краткая характеристика методов измерения твердости.
17. Сущность микроструктурного метода.
18. Современные программные комплексы для анализа процессов ОМД.

КНС-2: Способен исследовать структуру, механические, физические и другие свойства металлов в процессах пластической деформации, а также решать вопросы современного инжиниринга металлургического производства

Контрольные вопросы к зачету:

1. Общая классификация методов теоретического анализа процессов обработки металлов давлением.
2. Классификация методов экспериментального исследования процессов обработки металлов давлением.
3. Метод интегрирования дифференциальных уравнений равновесия и движения совместно с условием пластичности.
4. Энергетические методы. Метод баланса работ.
5. Сущность вариационных методов.
6. Общность и отличия решения задач прямым вариационным и энергетическим методами.
7. Тензометрирование и его использование для исследований контактных напряжений и усилий деформирования.
8. Классификация датчиков, используемых для оценки напряженно-деформированного состояния в тензометрии.
9. Основы геометрических методов исследований деформаций.
10. Сущность метода координатных сеток.
11. Сущность метода муаровых полос.
12. Особенности метода слоистых моделей.
13. Физические основы поляризационно-оптических методов исследований деформаций и напряжений.

В ответе на вопросы к зачёту должна быть отражена степень достижения компетенции, указанной в учебном плане и формируемой в результате изучения дисциплины:

КНС-1: Способен исследовать и рассчитывать деформационные, скоростные, силовые, температурные и другие параметры разнообразных процессов обработки металлов давлением

КНС-2: Способен исследовать структуру, механические, физические и другие свойства металлов в процессах пластической деформации, а также решать вопросы современного

***Показатели и критерии оценивания:***

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

– зачтено – обучающийся показывает средне-высокий уровень сформированности компетенций, т.е. прочно усвоил предусмотренный программный материал, правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров, показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников (теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов), а также без ошибок выполнил практическое задание;

– незачтено – результат обучения не достигнут, обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.