

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Котова Лариса Анатольевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 18.08.2025 17:57:11  
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**

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

## Основы моделирования процессов обработки металлов давлением

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

Направление подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль

Машины и технологии обработки металлов давлением

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 6

аудиторные занятия 36

самостоятельная работа 72

### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>( <b>&lt;Курс&gt;.&lt;Семестр на<br/>курсе&gt;</b> ) | <b>6 (3.2)</b> |     | Итого |     |
|-----------------------------------------------------------------|----------------|-----|-------|-----|
| Неделя                                                          | 10             |     |       |     |
| Вид занятий                                                     | УП             | РП  | УП    | РП  |
| Лекции                                                          | 18             | 18  | 18    | 18  |
| Практические                                                    | 18             | 18  | 18    | 18  |
| Итого ауд.                                                      | 36             | 36  | 36    | 36  |
| Контактная работа                                               | 36             | 36  | 36    | 36  |
| Сам. работа                                                     | 72             | 72  | 72    | 72  |
| В том числе сам.<br>работа в рамках ФОС                         |                | 24  |       |     |
| Итого                                                           | 108            | 108 | 108   | 108 |

Программу составил(и):

*к.т.н., Доцент, Амиров Руслан Низамиевич*

Рабочая программа

**Основы моделирования процессов обработки металлов давлением**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование (приказ Минобрнауки России от 25.11.2021 г. № 4650.в.)

Составлена на основании учебного плана:

15.03.02 Технологические машины и оборудование, 15.03.02\_25\_Технологич. машины и оборудование\_МиТОМД.plx  
Машины и технологии обработки металлов давлением, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 25.12.2024, протокол № 58

Утверждена в составе ОПОП ВО:

15.03.02 Технологические машины и оборудование, Машины и технологии обработки металлов давлением, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 25.12.2024, протокол № 58

Рабочая программа одобрена на заседании

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

Протокол от 12.03.2025 г., №3

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

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

|     |                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1 | Целью освоения дисциплины является формирование у студентов практических навыков работы с современными прикладными программами при решении задач проектирования и расчете технологических процессов обработки металлов давлением. |
| 1.2 | Задачи дисциплины:                                                                                                                                                                                                                |
| 1.3 | - Изучение численных методов при решении задач обработки металлов давлением, а также программное обеспечение, реализующее данные методы.                                                                                          |
| 1.4 | - Научится применять метод компьютерного моделирования при проектировании, анализе, исследовании и корректировке технологических процессов ОМД.                                                                                   |
| 1.5 | - Приобрести опыт разработки компьютерных моделей процессов ОМД, верификации и проверки адекватности моделирования.                                                                                                               |

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

|            |                                                                                                                       |            |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Блок ОП:   |                                                                                                                       | Б1.В.ДВ.06 |
| <b>2.1</b> | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>                                                          |            |
| 2.1.1      | Допуски и технические измерения                                                                                       |            |
| 2.1.2      | Метрология, стандартизация, сертификация                                                                              |            |
| 2.1.3      | Основы технологии машиностроения                                                                                      |            |
| 2.1.4      | Прокатное производство                                                                                                |            |
| 2.1.5      | Компьютерная графика                                                                                                  |            |
| 2.1.6      | Основы проектирования                                                                                                 |            |
| 2.1.7      | Теория вероятностей и математическая статистика                                                                       |            |
| 2.1.8      | Теория механизмов и машин                                                                                             |            |
| 2.1.9      | Математика                                                                                                            |            |
| 2.1.10     | Материаловедение и технология конструкционных материалов                                                              |            |
| 2.1.11     | Физика                                                                                                                |            |
| 2.1.12     | Электротехника                                                                                                        |            |
| 2.1.13     | Химия                                                                                                                 |            |
| 2.1.14     | Аналитическая геометрия и векторная алгебра                                                                           |            |
| 2.1.15     | Детали машин                                                                                                          |            |
| 2.1.16     | Экономика                                                                                                             |            |
| 2.1.17     | Соппротивление материалов                                                                                             |            |
| 2.1.18     | Теплотехника                                                                                                          |            |
| 2.1.19     | Механика жидкости и газа                                                                                              |            |
| 2.1.20     | Теоретическая механика                                                                                                |            |
| <b>2.2</b> | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |            |
| 2.2.1      | Курсовая научно-исследовательская работа (часть 1)                                                                    |            |
| 2.2.2      | Металлургические технологии                                                                                           |            |
| 2.2.3      | Основы теории трения и изнашивания                                                                                    |            |
| 2.2.4      | Основы трибологии и триботехники                                                                                      |            |
| 2.2.5      | САПР в металлургическом машиностроении                                                                                |            |
| 2.2.6      | Современные методы проектирования оборудования металлургического производства                                         |            |
| 2.2.7      | Электрооборудование и электроавтоматика машиностроительных заводов                                                    |            |
| 2.2.8      | Электрооборудование и электроавтоматика цехов ОМД                                                                     |            |
| 2.2.9      | Курсовая научно-исследовательская работа (часть 2)                                                                    |            |
| 2.2.10     | Менеджмент безопасности труда и здоровья                                                                              |            |
| 2.2.11     | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы                                              |            |
| 2.2.12     | Преддипломная практика                                                                                                |            |
| 2.2.13     | Цифровые двойники в машиностроительном производстве                                                                   |            |
| 2.2.14     | Цифровые двойники в ОМД                                                                                               |            |
| 2.2.15     | Правоведение                                                                                                          |            |
| 2.2.16     | Контроль и системы управления технологическими процессами ОМД                                                         |            |
| 2.2.17     | Современное оборудование машиностроительных заводов                                                                   |            |

|        |                                    |
|--------|------------------------------------|
| 2.2.18 | Современное оборудование цехов ОМД |
|--------|------------------------------------|

| <b>3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ</b>                                                                                                                                                                                                                        |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</b>                                                                                                                                                    |  |
| <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
| ОПК-1-31 Основы математики, физики, вычислительной техники и программирования                                                                                                                                                                                                                                 |  |
| <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 Способы моделирования технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, методики проведения экспериментов                                                                                                           |  |
| <b>ПК-6: Способен применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, анализировать причины нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению, обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления</b> |  |
| <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
| ПК-6-31 Методы контроля качества изделий и объектов в сфере производства продуктов питания; методы проведения анализа причин нарушений технологических процессов; методику разработки мероприятий по предупреждению нарушений технологических процессов в сфере производства продуктов питания.               |  |
| <b>ПК-7: Способен обоснованно выбирать и использовать новые цифровые технологии для повышения эффективности процессов проектирования, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта технологических машин и оборудования</b>                                                                              |  |
| <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
| ПК-7-31 Методы структурного и математического моделирования механизмов и машин, основные закономерности преобразования кинематических и динамических параметров в машинах и механизмах.                                                                                                                       |  |
| <b>ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</b>                                                                                                                                                    |  |
| <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
| ОПК-1-У1 Решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования                                                                                                                                                  |  |
| <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 Моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам                                                                                                           |  |
| <b>ПК-6: Способен применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, анализировать причины нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению, обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления</b> |  |
| <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
| ПК-6-У1 Использовать методы контроля качества изделий и объектов в сфере производства продуктов питания; методы проведения анализа причин нарушений технологических процессов; методики разработки мероприятий по предупреждению нарушений технологических процессов в сфере производства продуктов питания.  |  |
| <b>ПК-7: Способен обоснованно выбирать и использовать новые цифровые технологии для повышения эффективности процессов проектирования, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта технологических машин и оборудования</b>                                                                              |  |
| <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
| ПК-7-У1 Анализировать структуру, кинематику и динамику различного типа механизмов                                                                                                                                                                                                                             |  |
| <b>ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</b>                                                                                                                                                    |  |
| <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |
| ОПК-1-В1 Навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности                                                                                                                                                                                                     |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| <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 Способами моделирования технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, методами проведения экспериментов с обработкой и анализом результатов                                                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>ПК-6: Способен применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, анализировать причины нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению, обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления</b> |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ПК-6-В1 Навыками проведения контроля качества изделий и объектов в сфере производства продуктов питания; анализа причин нарушений технологических процессов; разработки мероприятий по предупреждению нарушений технологических процессов в сфере производства продуктов питания.                             |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>ПК-7: Способен обоснованно выбирать и использовать новые цифровые технологии для повышения эффективности процессов проектирования, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта технологических машин и оборудования</b>                                                                              |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ПК-7-В1 Методами структурного, кинематического и динамического синтеза оптимальных схем механизмов и машин.                                                                                                                                                                                                   |  |  |  |  |  |  |  |  |

#### 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. Раздел 1. Цели и задачи компьютерного моделирования технологических процессов обработки металлов давлением, численные методы расчёта и их применение для анализа пластических деформаций</b> |                |       |                                                                                                        |                              |            |     |                    |
| 1.1         | Цели и задачи компьютерного моделирования технологических процессов ОМД, основные понятия и определения /Лек/                                                                                             | 6              | 4     | ОПК-1-31 ПК-7-31 ПК-2-31 ПК-6-31                                                                       | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |            |     |                    |
| 1.2         | Проработка лекционного материала /Ср/                                                                                                                                                                     | 6              | 10    | ОПК-1-31<br>ОПК-1-У1<br>ОПК-1-В1 ПК-7-31 ПК-7-У1<br>ПК-7-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1<br>ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |            | КМ2 |                    |
|             | <b>Раздел 2. Раздел 2. Моделирование технологических процессов ОМД в QForm</b>                                                                                                                            |                |       |                                                                                                        |                              |            |     |                    |
| 2.1         | Моделирование процессов ОМД в производстве проката, железнодорожных колес и труб в программах QForm /Лек/                                                                                                 | 6              | 4     | ОПК-1-31 ПК-7-31 ПК-2-31 ПК-6-31                                                                       | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |            |     |                    |

|     |                                                                                                                                                              |   |    |                                                                                                                   |                              |  |     |    |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--|-----|----|
| 2.2 | Обработка и интерпретация информации, полученной в результате компьютерного моделирования /Лек/                                                              | 6 | 4  | ОПК-1-31 ПК-7-31 ПК-2-31 ПК-6-31                                                                                  | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |     |    |
| 2.3 | Разработка 2D и 3D модели рабочего инструмента в системах автоматизированного проектирования, работа с препроцессором и постпроцессором программы QForm /Пр/ | 6 | 2  | ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-6-31                                                                                          | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  | КМ2 |    |
| 2.4 | Моделирование процесса горячей объемной штамповки стальных заготовок в QForm /Пр/                                                                            | 6 | 4  | ОПК-1-У1 ПК-7-У1 ПК-2-У1 ПК-6-У1                                                                                  | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  | КМ2 |    |
| 2.5 | Моделирование процессов продольной прокатки /Пр/                                                                                                             | 6 | 2  | ОПК-1-У1 ПК-7-У1 ПК-2-У1 ПК-6-У1                                                                                  | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  | КМ2 |    |
| 2.6 | Моделирование процессов винтовой прошивки и раскатки труб /Пр/                                                                                               | 6 | 2  | ОПК-1-У1 ПК-7-У1 ПК-2-У1 ПК-6-У1                                                                                  | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  | КМ2 |    |
| 2.7 | Контрольная работа №1 /Пр/                                                                                                                                   | 6 | 2  | ОПК-1-У1 ПК-7-У1 ПК-2-У1 ПК-6-У1                                                                                  | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  | КМ2 |    |
| 2.8 | Проработка лекционного материала, материалов практических занятий. /Ср/                                                                                      | 6 | 10 | ОПК-1-31<br>ОПК-1-У1<br>ОПК-1-В1 ПК-7-31 ПК-7-У1<br>ПК-7-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1<br>ПК-2-В1 ПК-6-31 ПК-6-У1<br>ПК-6-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  | КМ2 | Р1 |
|     | <b>Раздел 3. Раздел 3. Применение вычислительной среды DEFORM для моделирования технологических процессов ОМД</b>                                            |   |    |                                                                                                                   |                              |  |     |    |
| 3.1 | Основы моделирования процессов ОМД в DEFORM /Лек/                                                                                                            | 6 | 6  | ОПК-1-31 ПК-7-31 ПК-2-31 ПК-6-31                                                                                  | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  | КМ3 |    |
| 3.2 | Компьютерное моделирование процессов ОМД в DEFORM /Пр/                                                                                                       | 6 | 4  | ОПК-1-31 ПК-7-31 ПК-2-31 ПК-6-31                                                                                  | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  | КМ3 |    |
| 3.3 | Контрольная работа №2 /Пр/                                                                                                                                   | 6 | 2  | ОПК-1-У1 ПК-7-У1 ПК-2-У1 ПК-6-У1                                                                                  | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  | КМ3 |    |
| 3.4 | Проработка материалов практических , подготовка к выполнению и защите лабораторных работ, выполнение домашнего задания /Ср/                                  | 6 | 15 | ОПК-1-31<br>ОПК-1-У1<br>ОПК-1-В1 ПК-7-31 ПК-7-У1<br>ПК-7-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1<br>ПК-2-В1 ПК-6-31 ПК-6-У1<br>ПК-6-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  | КМ3 | Р1 |

|     |                                                                              |   |    |                                                                                                                   |                              |  |                     |    |
|-----|------------------------------------------------------------------------------|---|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--|---------------------|----|
| 3.5 | Подготовка к сдаче дифференцированного зачета /Ср/                           | 6 | 13 | ОПК-1-31<br>ОПК-1-У1<br>ОПК-1-В1 ПК-7-31 ПК-7-У1<br>ПК-7-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1<br>ПК-2-В1 ПК-6-31 ПК-6-У1<br>ПК-6-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  | КМ1,К<br>М3         |    |
|     | <b>Раздел 4. Подготовка к контрольным мероприятиям и выполняемым работам</b> |   |    |                                                                                                                   |                              |  |                     |    |
| 4.1 | Объем часов самостоятельной работы на подготовку к КМ /Ср/                   | 6 | 14 | ОПК-1-31<br>ОПК-1-У1<br>ОПК-1-В1 ПК-7-31 ПК-7-У1<br>ПК-7-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1<br>ПК-2-В1 ПК-6-31 ПК-6-У1<br>ПК-6-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  | КМ1,К<br>М2,КМ<br>3 |    |
| 4.2 | Объем часов самостоятельной работы на подготовку к ВР /Ср/                   | 6 | 10 | ОПК-1-31<br>ОПК-1-У1<br>ОПК-1-В1 ПК-7-31 ПК-7-У1<br>ПК-7-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1<br>ПК-2-В1 ПК-6-31 ПК-6-У1<br>ПК-6-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |  |                     | 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-1-31;ПК-2-31;ПК-6-31;ПК-7-31   | Вопросы к зачету с оценкой: 1. Укажите, какие методы компьютерного моделирования процессов ОМД вы знаете, кратко охарактеризуйте каждый.<br>2. Укажите основные допущения, принятые при программной реализации методов решения для процессов обработки давлением.<br>3. Назовите, какой численный метод широко используется для компьютерного моделирования технологических процессов обработки металлов давлением. В чем он состоит.<br>4. Чем отличаются сеточные и бессеточные методы. Укажите преимущества и недостатки каждого класса методов.<br>5. Какие возможности предоставляют программные пакеты DEFORM и QFORM. Достоинства и недостатки пакетов.<br>6. Какие возможности предоставляют пакеты ANSYS, LS-DYNA, ЛОГОС. Укажите достоинства и недостатки.<br>7. Укажите основные этапы постановки задачи при компьютерном моделировании. Кратко охарактеризуйте каждый этап.<br>8. Укажите основные технологические параметры операции осадки заготовки между плоскими бойками.<br>9. Какие модели трения в основном используются при компьютерном |

|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | <p>моделировании процессов ОМД. Кратко охарактеризуйте каждую.</p> <p>10. Как влияет трение между заготовкой и бойками на процесс формоизменения заготовки. Приведите примеры.</p> <p>11. Как влияет трение на энергосиловые параметры операции осадки цилиндрической заготовки. Приведите примеры.</p> <p>12. Как влияет скорость перемещения подвижного бойка на процесс формоизменения и энергосиловые параметры операции осадки. Укажите вследствие чего наблюдается данное влияние.</p> <p>13. Укажите основные аналитические методы расчета операции осадки. Какова погрешность данных методов.</p> <p>14. Что влияет на точность расчета при компьютерном моделировании операций ОМД. Охарактеризуйте каждый фактор.</p> <p>15. Укажите основные допущения и упрощения принятые при постановке задачи осадки заготовки между плоскими бойкам.</p> <p>16. Как ускорить процессы расчета компьютерной модели, что при этом необходимо учитывать.</p> <p>17. Какие данные по материалу заготовки необходимы для построения компьютерной модели операции холодной штамповки.</p> <p>18. Какие основные факторы следует учитывать при анализе результатов компьютерного моделирования операции холодной штамповки.</p> <p>19. Укажите основные виды дефектов возникающих при заполнении чистовых ручьев штампов в операциях холодной штамповки. Охарактеризуйте каждый, укажите пути устранения.</p> <p>20. Как влияет геометрия чистового ручья штампа на энергосиловые параметры процесса штамповки.</p> <p>21. Укажите основные причины недоштамповки заготовок и пути устранения данного дефекта</p> <p>22. Как влияет трение на процесс течения материала в чистовом ручье штампа и энергосиловые параметры процесса</p> <p>23. Как влияют свойства металла заготовки на процесс формоизменения и энергосиловые параметры процесса.</p> <p>24. Что такое деформационное упрочнение и как оно проявляется при компьютерном моделировании операций холодной штамповки.</p> <p>25. Какие особенности кузнечной машины необходимо учитывать при анализе результатов компьютерного моделирования.</p> <p>26. В чем состоят преимущества и недостатки операции горячей штамповки по сравнению с холодной.</p> <p>27. Какие физические процессы протекают в материале при горячей штамповке. Укажите основные и охарактеризуйте.</p> <p>28. Укажите основные технологические параметры, которые необходимо учитывать при проектировании операции горячей штамповки.</p> <p>29. Какие основные технологические операции сопровождают процесс горячей штамповки.</p> <p>30. Как влияет температура нагрева заготовки и штампов на процесс формоизменения заготовки и энергосиловые параметры процесса.</p> <p>31. Какие модели трения используются при операциях горячей</p> |
|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | <p>штамповки. Как трение влияет на процесс формоизменения заготовки и энергосиловые параметры операции.</p> <p>32. Какие важные технологические факторы необходимо учитывать при компьютерном моделировании операции горячей штамповки. Охарактеризуйте.</p> <p>33. Как влияют скоростные режимы деформирования на процессы формоизменения и энергосиловые параметры операции.</p> <p>34. Какие ключевые допущения можно сделать без значительного ущерба для точности результатов компьютерного моделирования операции горячей штамповки.</p> <p>35. Укажите основные сведения о материале заготовки необходимые для моделирования операций горячей штамповки.</p> <p>36. Что такое прямое выдавливание. Дайте развернутый ответ. При необходимости проиллюстрируйте.</p> <p>37. Укажите ключевые технологические параметры операции прямого выдавливания.</p> <p>38. Укажите основные особенности применения сеточных методов (МКЭ) для компьютерного моделирования операции прямого выдавливания</p> <p>39. Какие модели трения необходимо использовать при компьютерном моделировании операции прямого выдавливания.</p> <p>40. Как влияет температура нагрева заготовки и штампов на процесс формоизменения заготовки и энергосиловые параметры процесса.</p> <p>41. Как влияют скоростные режимы деформирования на процессы формоизменения и энергосиловые параметры операции.</p> <p>42. Укажите ключевое допущение теории ОМД, которое позволяет оценить адекватность результатов компьютерного моделирования операции прямого выдавливания.</p> <p>43. Что такое застойные зоны, в чем проявляется их появление на результатах компьютерного моделирования. Укажите способы борьбы с ними.</p> <p>44. Как влияет противодавление на процесс формоизменения и энергосиловые параметры операции.</p> <p>45. В чем состоит лагранжев подход к выбору сетки конечных элементов при компьютерном моделировании технологических процессов ОМД.</p> <p>46. Укажите основные технологические параметры процесса прокатки полосы гладкими цилиндрическими валками.</p> <p>47. Укажите основные допущения позволяющие упростить компьютерную модель процесса прокатки полосы.</p> <p>48. Укажите основные причины, по которым целесообразно в некоторых случаях упрощать компьютерные модели. Обоснуйте.</p> <p>49. Как влияют условия трения на процесс формоизменения и основные энергосиловые параметры процесса прокатки полосы.</p> <p>50. Как влияют свойства материала заготовки на процесс формоизменения и основные энергосиловые параметры процесса прокатки полосы.</p> |
|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|     |                         |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----|-------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| КМ2 | Контрольная работа №1.2 | ОПК-1-31;ПК-2-31;ПК-6-31;ПК-7-31 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для каких целей в ОМД применяется моделирование?</li> <li>2. Опишите классификацию методов моделирования в ОМД.</li> <li>3. Что такое компьютерное моделирование и на какие части оно делится?</li> <li>4. Для каких целей применяется компьютерное моделирование?</li> <li>5. Какие системы объемного моделирования используются для конструкторской разработки моделей технологических процессов и формирования чертежей в ОМД?</li> <li>6. Какие специализированные программные комплексы применяются для моделирования в ОМД?</li> <li>7. Что обозначает термин CAD System?</li> <li>8. На каких видах обеспечения основаны системы автоматизированного проектирования в ОМД?</li> <li>9. В чем заключается метод конечных элементов?</li> <li>10. Назовите основные методы организации программного обеспечения для МКЭ.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| КМ3 | Контрольная работа №2.  | ОПК-1-31;ПК-2-31;ПК-6-31;ПК-7-31 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Опишите этапы решения задач по методу МКЭ.</li> <li>2. Что такое препроцессор и какими возможностями он обладает?</li> <li>3. Опишите примеры использования программ моделирования в процессах листовой прокатки.</li> <li>4. Каким образом можно моделировать калибровку валков при сортовой прокатке?</li> <li>5. Какие задачи решают программы моделирования процессов волочения?</li> <li>6. Приведите пример использования специализированного программного комплекса ANSYS/LS-DYNA в волочении.</li> <li>7. Приведите пример использования программы QFORM для разработки технологических процессов в прессовании.</li> <li>8. Какие параметры прессового инструмента можно определить с помощью программы 1NPRESS?</li> <li>9. Дайте характеристику возможностей САПР кованных поковок и технологий «МАЛХИТ».</li> <li>10. Как используют программный комплекс конечно-элементного моделирования процессов обработки металлов давлением PAM-Stamp 2Gb листовой штамповке?</li> <li>11. Какие параметры можно определить путем моделирования процесса совмещенной прокатки-прессования?</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         | Выполнение домашнего задания на тему "Моделирования процесса вытяжки" | ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-6-У1;ПК-6-В1;ПК-7-У1;ПК-7-В1 | Выполнение домашнего задания осуществляется студентом самостоятельно в свободное от обучения время в соответствии с выданным вариантом и рекомендациями, указанными в методических указаниях. Выполненное и оформленное в соответствии с требованиями домашнее задание сдается на проверку на кафедру МТиО до начала экзаменационной сессии. |

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

По данной дисциплине экзамен не предусмотрен.

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

Шкала оценивания знаний обучающихся во время проведения аудиторных контрольных мероприятий.

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике.

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

При оценке домашнего задания используется бинарная система, которая предусматривает следующие результаты и критерии оценивания:

«зачтено» - Домашнее задание соответствует всем предъявляемым требованиям, правильно выполнен расчет всех параметров.

«не зачтено» - Работа не соответствует большинству предъявляемых критериев, расчеты параметров проведены с ошибками.

Для получения зачета с оценкой по дисциплине необходимо выполнение следующих условий:

1. Выполнение всех предусмотренных по дисциплине текущих контрольных работ на оценку не ниже "удовлетворительно";
2. Сдача домашнего задания, имеющего отметку "зачтено".

Критерии оценки зачета с оценкой, проводимых в дистанционной форме:

90 ≤ Процент верных ответов ≤ 100 - отлично

75 ≤ Процент верных ответов < 90 - хорошо

60 ≤ Процент верных ответов < 75 – удовлетворительно

**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 | Агеев Н.Г.          | Моделирование процессов и объектов в металлургии: Учебник             |            | Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2016, <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=688963">https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=688963</a> |
| Л1.2 | Галушкин Е.Н.       | Высокоуровневые методы программирования: язык программирования MatLab |            | Ростов-на-Дону : Южный федеральный университет, 2011, <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=24103">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=24103</a>                 |

**6.1.2. Дополнительная литература**

|      | Авторы, составители | Заглавие                                                      | Библиотека | Издательство, год, эл. адрес                                                                                                                                |
|------|---------------------|---------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л2.1 | Колемаев В.А.       | Математические методы и модели исследования операций: Учебник |            | М.: Юнити-Дана, 2017, <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=684910">https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=684910</a> |

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

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

**6.3 Перечень программного обеспечения**

|     |                  |
|-----|------------------|
| П.1 | Компас 3D V21-22 |
| П.2 | Microsoft Teams  |
| П.3 | Zoom             |

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

| Ауд. | Назначение | Оснащение |
|------|------------|-----------|
|------|------------|-----------|

|     |                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 224 | Учебная лаборатория (компьютерный класс)                             | Комплект учебной мебели на 12 мест для обучающихся, 12 стационарных компьютеров для студентов, 1 стационарный компьютер для преподавателя (все с выходом в интернет), проектор, экран настенный, коммутатор, доска аудиторная меловая, веб камера, доступ к ЭИОС Университета МИСИС через личный кабинет на платформе LMS Canvas и Moodle, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web. |
| 234 | 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, колонки, доска аудиторная меловая, веб камера, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web.                                                                                                                                             |

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Весь курс разделен на самостоятельные взаимосвязанные части, т.е. имеет модульное построение. Развитие самостоятельности обучающихся достигается индивидуализацией домашнего задания, отчетов по лабораторным работам и вопросов для внутрисеместрового контроля знаний. Это обеспечивается методическими разработками, существенно повышающими эффективность самостоятельной работы студентов.

Лекции проводятся с использованием мультимедийных технологий в специально оборудованных аудиториях, при этом лекционный материал демонстрируется с использованием графического редактора Power Point.

На практических занятиях и при выполнении домашних занятий осваиваются как классические методы решения задач, так и с использованием пакетов прикладных программ. Такая возможность обеспечивается рациональным использованием времени при проведении лекций и практических занятий с широким привлечением мультимедийной техники, и современных пакетов прикладных программ, а также формированием требований к подготовке студентов по предшествующим дисциплинам (математика, информатика, физика и др.) Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации