

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет горно-металлургической промышленности и строительства
Кафедра металлургических технологий



УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора
по учебной работе

Д.В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование и оптимизация технологических процессов
(наименование дисциплины)

22.04.02 Metallurgy
(код, наименование направления)

Обработка металлов давлением
(магистерская программа/профиль подготовки)

Квалификация магистр
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная, заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цель дисциплины. Цель преподавания дисциплины «Моделирование и оптимизация технологических процессов» заключается в усвоении магистрантами современных методов моделирования и оптимизации, применяемых в металлургии, позволяющих решить задачи оптимального выбора сырья, материалов, технологических процессов ОМД.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение вопросов моделирования и оптимизации технологических процессов ОМД;
- овладение методами моделирования, а также использование этих методов для оптимизации технологических процессов ОМД;
- изучение программного комплекса DEFORM - 2D/3D и получение навыков работы с ним;
- формирование представлений о сложных технологических процессах ОМД; навыков их моделирования; навыков их практического применения; способностей к повышению уровня профессиональных навыков в области моделирования и оптимизации технологических процессов ОМД.

Дисциплина направлена на формирование профессиональной компетенции (ПК-4) выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в обязательную часть БЛОКа 1 «Дисциплины (модули)», подготовки студентов по направлению 22.04.02 Metallургия (образовательная программа «Обработка металлов давлением»).

Дисциплина реализуется кафедрой металлургических технологий. Основывается на базе дисциплин: «Программное и компьютерное обеспечение процессов обработки металлов давлением», «Технология производства проката», «Теория прокатки».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Ресурсосбережение в прокатном производстве», «Динамика процессов прокатки», «Устойчивость процессов прокатки», «Теоретические исследования процессов обработки металлов давлением», выпускная квалификационная работа.

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у студента для решения профессиональных задач деятельности, связанных с решением исследовательских и производственных задач, относящихся к области металлургии и металлообработки с применением фундаментальных знаний.

Общая трудоемкость освоения дисциплины по очной форме обучения составляет 6 зачетных единиц, 216 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ак.ч.), практические (54 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (126 ак.ч.).

Общая трудоемкость освоения дисциплины по заочной форме обучения составляет 6 зачетных единиц, 216 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (8 ак.ч.), практические (8 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (200 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 1 курсе в 1 и 2 семестрах. Форма промежуточной аттестации – зачет (1 семестр), экзамен (2 семестр).

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Моделирование и оптимизация технологических процессов» направлен на формирование компетенции, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя знания в области моделирования, математики, естественных и прикладных наук	ПК-4	ПК-4.1. Знает моделирование процессов и объектов в металлургии компьютеризированными методами ПК-4.2. Умеет связывать технологические процессы и объекты металлургического производства со свойствами металлов, сырья и расходных материалов ПК-4.3. Владеет решением задач, связанных с моделированием состава структуры и свойств металла и процессов их формирования

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 6 зачётных единиц, 216 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим занятиям, текущему контролю, выполнение курсовой работы, самостоятельное изучение материала и подготовку к зачету и экзамену.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам	
		1	2
Аудиторная работа, в том числе:	90	36	54
Лекции (Л)	36	18	18
Практические занятия (ПЗ)	54	18	36
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
Курсовая работа/курсовой проект	-	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	126	72	54
Подготовка к лекциям	8	4	4
Подготовка к лабораторным работам	-	-	-
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	36	18	18
Выполнение курсовой работы / проекта	-	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-	-
Индивидуальное задание	10	-	10
Домашнее задание	-	-	-
Подготовка к контрольной работе	-	-	-
Подготовка к коллоквиуму	20	12	8
Аналитический информационный поиск	18	14	4
Работа в библиотеке	18	14	4
Подготовка к зачету (экзамену)	14	8	6
Промежуточная аттестация – зачет (З), экзамен (Э)	2	3(2)	Э
Общая трудоемкость дисциплины			
ак.ч.	216	108	108
з.е.	6	3	3

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенции, приведенной в п.3 дисциплина разбита на 2 темы (тема 1 реализуется в 1 семестре, тема 2 - во втором):

- тема 1 (Общие сведения о компьютерном моделировании);
- тема 2 (Реализация метода конечных элементов в современных программных продуктах);

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблице 3 и 4 соответственно.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Общие сведения о компьютерном моделировании	Основные этапы компьютерного моделирования. Виды моделей. Нормализация объектов и процессов при построении модели. Требования, предъявляемые к моделям. Математическая модель. Основные понятия. Общий вид математических моделей. Основные этапы формализации объектов и процессов при построении математической модели. Основные подходы в математическом моделировании. Основные допущения, используемые при создании математических моделей процессов ОМД. Методы решения задач ОМД.	18	Общие сведения о программном комплексе DEFORM - 2D/3D. Работа с препроцессором DEFORM - 2D/3D. Задание параметров моделирования. Задание данных материалов. Дерево объектов. Свойства объектов. Управление расположением объектов друг относительно друга. Параметры взаимодействия объектов. Создание файла базы данных. Работа процессора DEFORM - 2D/3D. Устранение неисправностей при расчете. Работа с постпроцессором DEFORM - 2D/3D. Инструменты анализа параметров. Управление анимацией. Свойства отображения.	2 8 4 4	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
2	Реализация метода конечных элементов в современных программных продуктах	Особенности современных программ, применяемых для моделирования процессов ОМД. Последовательность действий, выполняемых при моделировании в системах, использующих МКЭ. Создание геометрической модели и ее дискретизация. Каркасное моделирование. Ограничения каркасных моделей. Поверхностное моделирование. Основные виды поверхностей, используемые при моделировании. Твердотельное моделирование. Понятие гибридного моделирования. Задание типа КЭ. Создание сетки КЭ (ассамблирование). Задание граничных условий. Решение контактных задач. Задание свойств материала. Модели, описывающие	18	Осадка поковок плоскими бойками. Прямое прессование круглого профиля. Осесимметричная вытяжка. Волочение круглого сплошного профиля. Горячая объемная штамповка. Холодная листовая прокатка. Горячая листовая прокатка. Горячая прокатка биметаллических пакетов. Горячая сортовая прокатка.	4 4 4 4 4 4 4 4 4 4	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		упругое поведение материала. Модели, описывающие пластическое состояние материала. Модели, используемые при моделировании с помощью ЭВМ. Выбор параметров расчета и подготовка к расчету. Анализ полученных результатов.					
Всего аудиторных часов			36	54		—	

Таблицы 4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Общие сведения о компьютерном моделировании	Основные этапы компьютерного моделирования. Нормализация объектов и процессов при построении модели. Требования, предъявляемые к моделям. Основные этапы формализации объектов и процессов при построении математической модели. Основные допущения, используемые при создании математических моделей процессов ОМД. Методы решения задач ОМД.	4	Общие сведения о программном комплексе DEFORM - 2D/3D. Работа с препроцессором DEFORM - 2D/3D. Работа процессора DEFORM - 2D/3D. Работа с постпроцессором DEFORM - 2D/3D. Инструменты анализа параметров.	4	–	–
2	Реализация метода конечных элементов в современных программных продуктах	Особенности современных программ, применяемых для моделирования процессов ОМД. Последовательность действий, выполняемых при моделировании в системах, использующих МКЭ. Создание геометрической	4	Горячая листовая прокатка.	4	–	–

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		модели и ее дискретизация. Создание сетки КЭ (ассамблирование). Задание граничных условий. Задание свойств материала. Выбор параметров расчета и подготовка к расчету. Анализ полученных результатов.					
Всего аудиторных часов			8	8		—	

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ПК-4	Зачет, Экзамен	Комплект контролирующих материалов для зачета и экзамена

Всего по текущей работе в 1 семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- устный опрос на коллоквиумах – всего 40 баллов;
- практические работы – всего 60 баллов;

Зачет проставляется автоматически, если студент набрал в течении 1-го семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую практическую работу. Минимальное количество баллов по каждой практической работе составляет 60% от максимального. Зачет по дисциплине «Моделирование и оптимизация технологических процессов» проводится по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время зачетной недели студент имеет право повысить итоговую оценку внеся исправления в выполненные практические работы ли устно ответить на вопросы коллоквиума (п. 6.3 - Тема 1).

Всего по текущей работе во 2 семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- устный опрос на коллоквиумах – всего 60 баллов;
- тестовый контроль – всего 40 баллов;

Экзамен проставляется автоматически, если студент набрал в течении

2-го семестра не менее 60 баллов. Экзамен по дисциплине «Моделирование и оптимизация технологических процессов» проводится по результатам работы в семестре и выставляется после защиты курсовой работы. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время зачетной недели студент имеет право повысить итоговую оценку пересдавая устный коллоквиум (п. 6.3 - Тема 2) и тестовый контроль (п. 6.4).

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

6.2 Индивидуальное задание (практическая работа)

В соответствии с вариантом задания выполнить моделирование в DEFORM - 2D прокатки толстого листа в чистовой клетки ТЛС 3000.

Исходные данные для расчета приведены в таблице 7.

Таблица 7

№ варианта	Параметры прокатки листа					Материал раската
	H , мм	Δh , мм	D , мм	t , °C	V , м/с	
1	6	1,8	840	800	5,0	Ст3кп
2	6,5	2150	840	810	4,9	Ст3сп
3	7	2300	840	820	4,8	Ст5сп
4	7,5	1950	850	830	4,6	15Г
5	8	2500	850	840	4,5	35ГС
6	8,5	1850	850	850	4,4	15ХСНД
7	9	2250	860	860	4,3	45
8	9,5	2100	860	870	4,2	40Х
9	10	2000	860	880	4,1	40ХН
10	10,5	1900	870	890	4,0	65Г
11	11	2200	870	900	5,0	У7А
12	11,5	2300	870	800	4,9	У10А
13	12	1950	880	810	4,8	60С2
14	12,5	2050	880	820	4,6	ШХ15
15	13	2350	880	830	4,5	Р18
16	13,5	2100	890	840	4,4	1Х13
17	14	2550	890	850	4,3	2Х13
18	14,5	2000	890	860	4,2	Х18Н10Т
19	15	2400	900	870	4,1	Ст3кп
20	15,5	2650	900	880	4,0	Ст3сп
21	16	2050	900	890	5,0	Ст5сп
22	16,5	2600	840	900	4,9	15Г
23	17	2550	840	800	4,8	35ГС
24	17,5	2000	840	810	4,6	15ХСНД
25	18	2450	850	820	4,5	45
26	18,5	2150	850	830	4,4	40Х
27	19	2350	850	840	4,3	40ХН
28	19,5	2400	860	850	4,2	65Г
29	20	2450	860	860	4,1	У7А
30	20,5	2650	860	870	4,0	Х18Н10Т

6.3 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости (устный опрос на коллоквиумах)

Тема 1 «Общие сведения о компьютерном моделировании»

- 1) Что такое объект моделирования?
- 2) Что такое модель?
- 3) Что такое моделирование?
- 4) В чем заключается прямая задача моделирования?
- 5) В чем заключается обратная задача моделирования?
- 6) Что такое формализация?
- 7) В чем заключается анализ объекта моделирования?

- 8) Что такое синтез модели?
- 9) Что такое САД-система?
- 10) Что такое САЕ-система?
- 11) Что такое математическая модель?
- 12) Какие компоненты математической модели Вам известны?
- 13) Ограничение математической модели Вам известны?
- 14) Что такое переменная величина?
- 15) Какие параметры математической модели Вам известны?
- 16) Что такое Функциональная зависимость?
- 17) Что такое целевая функция?
- 18) Что такое черный ящик?
- 19) Что такое модель спецификация?
- 20) Что такое физическая модель?
- 21) Что включает в себя понятие металлургия?
- 22) Почему при осуществлении моделирования широкое применение нашли ЭВМ?
- 23) Какие этапы компьютерного моделирования Вам известны?
- 24) Какие требования предъявляются к алгоритмам, используемым для написания программы?
- 25) В каких случаях при осуществлении компьютерного моделирования разработка программного обеспечения не осуществляется?
- 26) На какие две основные группы можно разделить все существующее многообразие моделей?
- 27) Какие основные виды физических моделей Вы знаете?
- 28) В чем отличие статических физических моделей от динамических физических моделей?
- 29) Чем отличаются друг от друга натурные, масштабные и аналоговые физические модели?
- 30) Какие масштабные физические модели Вам известны?
- 31) Какая группа моделей спецификаций является наиболее важной?
- 32) В чем отличие стохастических и детерминированных математических моделей друг от друга?
- 33) Чем отличаются аналоговые математические модели от дискретных математических моделей?
- 34) Почему при построении математических моделей пренебрегают частью свойств объектов моделирования (вводят допущения)?
- 35) В чем заключается правило Парето?
- 36) Почему моделирование сравнивают с искусством?

- 37) Какие допущения применяют при построении математической модели?
- 38) Какие требования предъявляются к математической модели?
- 39) Какова в общем виде структура математической модели?
- 40) В чем отличие внутренних переменных математической модели от внешних?
- 41) В чем отличие переменных состояния от выходных переменных?
- 42) Какие виды ограничений, используемые при построении математических моделей, Вам известны?
- 43) Какие основные этапы формализации объектов и процессов металлургии Вам известны?
- 44) Какие два подхода моделирования Вы знаете?
- 45) В чем заключается аналитический подход моделирования?
- 46) В чем заключается кибернетический подход моделирования?
- 47) Какие группы задач моделирования в металлургии Вам известны?
- 48) Перечислите основные допущения, используемые для моделирования задач теплопроводности.
- 49) Перечислите основные допущения, используемые для моделирования задач обработки металлов давлением.
- 50) Что такое континуум?
- 51) В каком случае тело является однородным?
- 52) В чем заключается гипотеза несжимаемости (закон постоянства объема)?
- 53) В чем заключается метод конечных элементов?
- 54) В чем заключается принцип Лагранжа?

Тема 2 «Реализация метода конечных элементов в современных программных продуктах»

- 1) В каких системах CAD или CAE используется МКЭ?
- 2) Какие особенности САПР программ Вам известны?
- 3) Какие две группы интерактивных подсказок Вам известны?
- 4) Почему в большинстве САПР систем реализована модульная структура?
- 5) На какие основные части обычно делится CAE системы?
- 6) Что в САПР понимается под ассоциативностью?
- 7) Какие виды ассоциативности Вам известны?
- 8) Что такое параметризация?
- 9) Как осуществляется процесс параметрического черчения?
- 10) Перечислите последовательность действий, осуществляемых при

моделировании в САЕ системах.

- 11) Что такое геометрическая модель?
- 12) Какие виды геометрических моделей Вам известны?
- 13) Какие элементы есть у геометрических моделей?
- 14) Какие методы геометрического построения Вам известны?
- 15) В чём заключается каркасное моделирование?
- 16) Перечислите ограничения каркасных моделей.
- 17) В чём заключается поверхностное моделирование?
- 18) Какими преимуществами обладает поверхностное моделирование по сравнению с каркасным?
- 19) Перечислите основные виды поверхностей, используемых для описания геометрических моделей.
- 20) В чём отличие поверхностного моделирования от сплошного (твердотельного)?
- 21) Перечислите достоинства твердотельных моделей.
- 22) В чём отличие твердотельных моделей от поверхностных и каркасных?
- 23) Какие три основные операции булевой алгебры используются для построения сплошных моделей?
- 24) В чём заключается понятие гибридного моделирования?
- 25) Как осуществляется построение дискретной модели, используемой для расчёта с помощью МКЭ?
- 26) Какими свойствами (атрибутами) обладает КЭ?
- 27) В чём отличие линейных КЭ от одномерных?
- 28) Какие два основных направления построения сетки КЭ Вам известны?
- 29) Что такое явное моделирование?
- 30) В чём заключается неявное моделирование?
- 31) Что такое автоматический генератор сетки КЭ?
- 32) Какой тип КЭ даёт более точное описание геометрического объекта: линейный или квадратичный?
- 33) В чём отличие линейного, квадратичного и кубического КЭ друг от друга?
- 34) В чём отличие одномерного, двухмерного и трёхмерного КЭ друг от друга?
- 35) В каких местах необходимо сгущать сетку КЭ?
- 36) Как влияет малое количество КЭ в сетке на расчёт?
- 37) Как влияет большое количество КЭ в сетке на расчёт?

- 38) Какие виды граничных условий Вам известны?
- 39) Что такое сплошные граничные условия?
- 40) В чём особенность задач механических программных сред по сравнению с конструкционными задачами?
- 41) Какие модели, описывающие упругое поведение материала, Вам известны?
- 42) Какие модели, описывающие пластическое поведение материала, Вам известны?
- 43) На какие группы можно разделить все модели материалов?
- 44) Как задаются упругие свойства материала с помощью линейной модели?
- 45) Как задаются упруго-пластические свойства материала с помощью билинейной модели?
- 46) Для описания каких свойств материала может использоваться мультилинейная модель?
- 47) В каком виде представляются данные при необходимости задания свойств материала, зависящих от скорости деформирования и температуры?
- 48) В чём заключается понятие квазистатической задачи?
- 49) Что может являться для программы САЕ-системы критерием для остановки расчёта?
- 50) Как называется файл, используемый САЕ-системой для осуществления расчёта?
- 51) В чём отличие решателя (процессора) от постпроцессора?
- 52) Какие данные, полученные в результате расчёта, используются технологом для проектирования техпроцесса?
- 53) С чем связано большинство ошибок, возникающих при моделировании в САЕ-системе?
- 54) Перечислите наиболее часто встречаемые ошибки моделирования.

6.4 Вопросы для подготовки к тестовому контролю

Таблица 8 – Вопросы для подготовки к тестовому контролю

№	Вопрос	Ответы
1	В методе конечных элементов (МКЭ):	А) аппроксимирующие функции подбираются таким образом, чтобы сохранить непрерывность исследуемой величины вдоль границ элемента Б) аппроксимирующие функции подбираются таким образом, чтобы не сохранять прерывность исследуемой величины вдоль границ элемента

		В) аппроксимирующие функции подбираются таким образом, чтобы сохранить непрерывность исследуемой величины внутри элемента Г) аппроксимирующие функции подбираются таким образом, чтобы сохранить непрерывность исследуемой величины на контакте
2	Какой порядок будет правильным в процессе создания математической модели:	А) 1) постановка задачи; 2) анализ и упрощение данных; 3) синтез структуры модели; 4) проверка адекватности модели; 5) принятие решения о доработке модели или ее использовании Б) 1) постановка задачи; 2) анализ и упрощение данных; 3) синтез структуры модели; 4) расчет В) 1) ввод исходных данных; 2) расчет; 3) анализ полученных результатов Г) 1) анализ и упрощение данных; 2) проверка адекватности модели; 3) принятие решения о доработке модели или ее использовании
3	Сущность правила Поррето для процессов и объектов ОМД:	А) 20 % факторов определяют 80% интересующих исследователя свойств Б) 80 % факторов определяют 20% интересующих исследователя свойств В) 50 % факторов определяют 50% интересующих исследователя свойств Г) 100 % факторов определяют 100% интересующих исследователя свойств
4	Математическая модель это?	А) это модель, которая в общем случае представляет собой записанный с помощью средств математики алгоритм вычисления вектора выходных параметров Y при заданных входных параметрах X Б) записанный с помощью дифференциальных уравнений алгоритм вычисления вектора выходных параметров Y при заданных входных параметрах X В) записанный с помощью интегральных уравнений алгоритм вычисления вектора выходных параметров Y при заданных входных параметрах X Г) записанный с помощью средств математики алгоритм вычисления вектора входных параметров X при

		заданных выходных параметрах Y
5	В каком способе МКЭ расчет основывается на принципе Райснера?	А) расчет в перемещениях и напряжениях Б) расчет в перемещениях В) расчет в напряжениях Г) расчет в деформациях
6	В каком способе МКЭ расчет основывается на принципе Лагранжа (минимум потенциальной энергии)?	А) расчет в перемещениях Б) расчет в напряжениях В) расчет в деформациях Г) расчет в перемещениях и напряжениях
7	В каком способе МКЭ расчет основывается на принципе Кастильо (минимум дополнительной работы)?	А) расчет в напряжениях Б) расчет в перемещениях В) расчет в деформациях Г) расчет в перемещениях и напряжениях
8	Что понимается под точностью модели?	А) модель обеспечивает совпадение результатов эксперимента, полученных от реального объекта, с данными, полученными от модели Б) модель обеспечивает совпадение 50% результатов эксперимента, полученных от реального объекта, с данными, полученными от модели В) модель обеспечивает совпадение 90% результатов эксперимента, полученных от реального объекта, с данными, полученными от модели Г) модель не обеспечивает совпадение результатов эксперимента, полученных от реального объекта, с данными, полученными от модели
9	Целевая функция (функция критерия):	А) является отражением целей или задач моделирования Б) является преломлением целей или задач моделирования В) является дополнением целей или задач моделирования Г) это то, к чему нужно стремиться
10	Аналитический подход в математическом моделировании позволяет:	А) получить математическое описание процесса на основе теоретического анализа физических процессов, происходящих в исследуемом объекте с учетом особенностей и характеристик обрабатываемого материала Б) получить анализ физических процессов, происходящих в исследуемом объекте с учетом особенностей и характеристик обрабатываемого материала

		В) получить математическое описание процесса на основе наблюдения за исследуемым процессом Г) быстро получить результат исследования объекта с учетом особенностей и характеристик обрабатываемого материала
11	Любая математическая модель может содержать следующие составляющие:	А) компоненты и переменные Б) параметры и ограничения В) постоянные величины Г) графические объекты
12	В методе конечных элементов (МКЭ):	А) на каждом из участков исследуемая непрерывная величина заменяется кусочно-линейной непрерывной функцией, построенной на значениях непрерывной исследуемой величины в конечном числе точек Б) на всем протяжении исследуемая непрерывная величина представляется непрерывной функцией В) на всем протяжении исследуемая непрерывная величина представляется суммой прерывных функций Г) не нужно проводить формализацию объектов и процессов при построении математической модели
13	В чем заключаются аспекты проверки адекватности модели?	А) модель должна быть непротиворечивой Б) модель должна подчиняться законам логики В) проверка правильности принятых допущений Г) проверка правильности принятых решений
14	В чем заключается целенаправленность модели?	А) модель не содержит лишней, ненужной информации Б) в формализации объектов и процессов при построении математической модели В) в затратах, как на использование модели, так и возможность её быстрого перестроения Г) в простоте для использующего модель пользователя
15	В каких моделях задач теплопроводности свойства теплопроводности одинаковы во всех направлениях	А) в изотропных моделях Б) в анизотропных моделях В) в поверхностных моделях Г) в объемных моделях
16	Имитационное моделирование это:	А) процесс построения и изучения математических моделей Б) процесс построения и изучения

		физических моделей В) процессы функционирования системы, которые записываются в виде некоторых функциональных соотношений (алгебраических, дифференциальных, интегральных уравнений) Г) процесс построения и изучения информационных моделей
17	Какие модели, из нижеперечисленных, различают по признаку «характер моделируемой стороны объекта»?	А) функциональные Б) структурные В) информационные Г) непрерывные
18	Какие модели, из нижеперечисленных, различают по признаку "характер процессов, протекающих в объекте"?	А) детерминированные Б) стохастические В) дискретные Г) абстрактные
19	Какие модели, из нижеперечисленных, различают по признаку "способ реализации модели"?	А) абстрактные Б) материальные В) информационные Г) непрерывные
20	У каких моделей, структура подобна структуре моделируемого объекта?	А) структурные Б) материальные В) информационные Г) непрерывные
21	Какие модели отображают процессы, в которых отсутствуют случайные воздействия?	А) детерминированные Б) материальные В) информационные Г) функциональные
22	Какое моделирование основано на применении моделей, представляющих собой реальные технические конструкции?	А) материальное Б) имитационное В) информационное Г) функциональное
23	Какое моделирование предполагает представление модели в виде некоторого алгоритма - компьютерной программы?	А) имитационное Б) материальное В) информационное Г) функциональное
24	Какие цели, из нижеперечисленных относятся к целям моделирования?	А) прогноз поведения объекта при новых режимах Б) подбор сочетания и значений факторов В) проверка различного рода гипотез Г) определение функциональных связей между поведением системы и влияющими факторами
25	Какие требования, из нижеперечисленных, предъявляются моделям?	А) актуальность Б) материальность В) ресурсоемкость Г) функциональность
26	Какое моделирование выполняет процесс построения и изучения	А) математическое Б) материальное

	математических моделей?	В) информационное Г) функциональное
27	Моделирование это:	А) замещение одного объекта другим с целью получения информации о важнейших свойствах объекта-оригинала Б) создание определено новой модели для тестирования какого-либо объекта В) материальный объект той или иной природы по отношению к оригиналу Г) функциональность
28	Аналитическое моделирование это:	А) процессы функционирования системы, которые записываются в виде некоторых функциональных соотношений (алгебраических, дифференциальных, интегральных уравнений) Б) разновидность аналогового моделирования, реализуемого с помощью набора математических инструментальных средств В) процесс построения и изучения математических моделей Г) процесс построения и изучения аналитических зависимостей
29	Модель может быть:	А) материальным объектом Б) мыслимым объектом В) математической формулой Г) компьютерной программой
30	Промежуточный объект между процессом моделирования и оригиналом называется:	А) модель Б) материальный объект В) объект-оригинал Г) компьютерная программа
31	К основным целям моделирования относятся следующие:	А) прогноз Б) оптимизация В) разграничение Г) разработка компьютерной программы
32	Оценка поведения системы при некотором сочетании ее управляемых и неуправляемых параметров, называется:	А) прогноз Б) оптимизация В) разграничение Г) оценка
33	Какие задачи, из нижеперечисленных ставятся при моделировании?	А) все существенные параметры должны быть включены в модель Б) определение ограничений на значения параметров В) определение функциональных связей между поведением системы и влияющими факторами Г) оценка состояния системы

6.5 Вопросы для экзамена

- 1) Из каких основных модулей состоит программный комплекс DEFORM?
- 2) Для описания, каких процессов используется DEFORM-3D?
- 3) Какой математический метод является основой для выполняемых расчетов?
- 4) Какова последовательность действий, выполняемых пользователем при моделировании процессов обработки металлов давлением в программе?
- 5) Какими свойствами обладают объекты в DEFORM?
- 6) Какие способы задания геометрии объектов Вам известны?
- 7) В чем отличие позиционирования объекта от изменения его изображения на экране?
- 8) Чем отличаются операции свободнойковки от операций штамповки?
- 9) Как в DEFORM можно задать условия деформирования заготовки (граничные условия деформирования заготовки)? Перемещение инструмента?
- 10) В чем основное отличие модуля DEFORM-3D от модуля 2D?
- 11) Как задать энергосиловые характеристики молота?
- 12) Какие действия выполняет программа, если в ходе расчета энергии молота недостаточно для полного формоизменения заготовки?
- 13) Почему для моделирования нагрева заготовки используется функциональная зависимость температуры от времени?
- 14) Почему для моделирования осесимметричной детали используется четверть от заготовки?
- 15) Какими режимами можно воспользоваться при построении сетки?
- 16) По каким характеристикам описываются материалы в библиотеке программы?
- 17) Как задать свойства материала в заданном температурном интервале?
- 18) Как задать коэффициент теплообмена?
- 19) Какие форматы работы с импортируемыми геометрическими данными использует DEFORM-2D?
- 20) Как сохранить геометрию объекта?
- 21) Как остановить расчет при перемещении главного инструмента на необходимое расстояние от заданного объекта?
- 22) Какие основные параметры технологического процесса в постпроцессоре можно рассмотреть?
- 23) Как изменить режим расчета задачи?
- 24) Какую команду надо применить, чтобы зафиксировать перемещение поверхности заготовки в одном из направлений?

25) Какой формат файла используется для передачи данных из DEFORM-2D в Excel?

26) Какой знак используются в программе Excel для деления десятичных долей единиц?

27) Какая команда используется для измерения диаметра отверстия, полученного в трубе?

28) Какие типы объекта можно применить в DEFORM-2D?

29) За что отвечает окно Настройка задачи?

30) В чем отличие упруго-пластической модели материала от пластической?

31) Как задать коэффициент трения?

32) Как задать шаг расчет по времени?

33) Какая команда используется для вывода значений интересующего параметра?

34) Какие основные параметры в постпроцессоре можно рассмотреть?

35) Как изменить режим расчета задачи?

36) Как изменить геометрические условия симметрии?

37) Какие варианты геометрической симметрии можно рассматривать в DEFORM-2D?

38) Как осуществляется позиционирование объекта с помощью команды Смещение?

39) Как построить геометрию объектов с помощью геометрических примитивов?

40) Как присвоить материал из библиотеки рассматриваемому объекту?

41) В чем заключается процесс прокатки?

42) Какой инструмент применяется в ходе прокатки?

6.6 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Одарченко, И. Б. Математическое моделирование металлургических и литейных процессов : учеб. пособие / И. Б. Одарченко, В. А. Жаранов, И. Н. Прусенко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2023. – 272 с.
<https://moodle.dstu.education/mod/resource/view.php?id=98091>

2. Мальцев А.А., Румянцева В.А. Оптимизация технологии и машины ОМД. — [Электронный ресурс] Оригинальные исследования (ОРИС). 2021 Т.11, №2. С.105–116. — Режим доступа: <https://ores.su/ru/journals/oris-jrn/2021-oris-2-2021/a230217>

3. Мальцев А.А., Румянцева В.А. Оптимизация конструкции машины ОМД по критерию минимизации амплитуд механических колебаний. — [Электронный ресурс] Оригинальные исследования (ОРИС). 2021 Т.11, №3. С.168–180. — Режим доступа: <https://ores.su/ru/journals/oris-jrn/2021-oris-3-2021/a230248>

Дополнительная литература

1. Гречников, В.Ф. Моделирование объектов в металлургии и обработке металлов давлением / В.Ф. Гречников, И.П. Петров, А.Г. Шляпугин. — Самара : Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2007 — 92 с.
<https://moodle.dstu.education/mod/resource/view.php?id=16132>

2. Каргин, В.Р. Моделирование процессов обработки металлов давлением в программе DEFORM-2D: учеб. пособие / В.Р. Каргин, А.П. Быков, Б.В. Каргин, Я.А. Ерисов. – Самара: Изд-во МИР, 2011. – 172 с.
<https://moodle.dstu.education/mod/resource/view.php?id=16133>

Учебно-методическое обеспечение

1. Электронные методические указания к лабораторному практикуму по дисциплине «Моделирование и оптимизация технологических процессов ОМД» : (для студентов по специальности 22.04.02 «Металлургия» профиль «Обработка металлов давлением») / сост. А.Г. Шляпугин; Каф. Обработки металлов давлением . — Самара : Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2010 — 46 с. <https://moodle.dstu.education/mod/resource/view.php?id=98086>

2. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Моделирование и оптимизация технологических процессов» : (для студентов по специальности 22.04.02 «Металлургия» профиль «Обработка металлов давлением») / сост. А.В. Токарев, П.Н. Денищенко; Каф. Обработки металлов давлением и металловедения . — Алчевск : ГОУ

ВО ЛНР ДонГТИ, 2020 . — 38 с.

<http://library.dstu.education/download.php?rec=128792>

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт. — Алчевск. — URL: library.dstu.education. — Текст : электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>. — Текст : электронный.

3. Консультант студента : электронно-библиотечная система. — Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. — Текст : электронный.

4. Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red. — Текст : электронный.

5. IPR BOOKS : электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. — Текст : электронный.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 9.

Таблица 9 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Специальные помещения: <i>Мультимедийная аудитория (30 посадочных мест, площадь 34,5 м²):</i> стол преподавателя – 1 шт., стол компьютерный – 1 шт., доска аудиторная – 1 шт., Компьютер EVEREST HOME 1137999-1004 -1 шт. (монитор + системный блок), проектор EPSON EB-S92, широкоформатный экран. <i>Компьютерный класс (26 посадочных мест, площадь 34,8 м²):</i> оборудованный учебной мебелью, компьютерами с неограниченным доступом к сети Интернет, включая доступ к ЭБС: компьютер HEDY CEL 2.66/945 GZ/80 GB/512 MB/DVD-DUAL/TFT 19 OPTIGUEST Q9/LAN 100 02.08.00038 – 8 шт., стол компьютерный – 8 шт., стол преподавателя – 1 шт., доска аудиторная – 1 шт., проектор EPSON EB-S92, широкоформатный экран.	ауд. <u>224</u> корп. <u>лабораторный</u> ауд. <u>218a</u> корп. <u>лабораторный</u>

Лист согласования РПД

Разработал
проф. кафедры металлургических
технологий
(должность)


(подпись) П.Н. Денищенко
(Ф.И.О.)

(должность)

(подпись) (Ф.И.О.)

(должность)

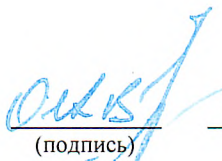
(подпись) (Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой


(подпись) Н.Г. Митичкина
(Ф.И.О.)

Протокол №1 заседания кафедры
металлургических
технологий от 30.08.2024г.

И.о. декана факультета
горно-металлургической
промышленности
и строительства

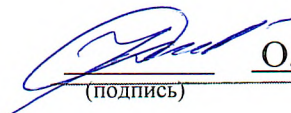

(подпись) О.В. Князьков
(Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической
комиссии по направлению подготовки
22.04.02 Металлургия
(обработка металлов давлением)


(подпись) Н.Г. Митичкина
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра


(подпись) О.А. Коваленко
(Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	