

Министерство просвещения РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Глазовский государственный инженерно-педагогический университет
имени В.Г. Короленко»

Утверждена
на заседании ученого совета университета

«21» апреля 2025 г. протокол № 9
Приказ № 45 от 21.04.2025

Я.А. Чиговская-Назарова

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И ИНСТРУМЕНТА
ОМД**

Уровень основной профессиональной образовательной программы	Бакалавриат
Направление подготовки	22.03.02 Металлургия
Направленность (профиль)	Технология материалов
Форма обучения	Очная
Семестр(ы)	4, 5

Глазов 2025

1. Цель и задачи изучения дисциплины

1.1. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами металлургической отрасли

Задачи изучения дисциплины

Сформировать знания нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью в области цифрового моделирования процессов и инструмента оmd.

Сформировать умения разрабатывать техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью в соответствии с действующими нормативными документами в области цифрового моделирования процессов и инструмента оmd..

Сформировать навыки владения составлением отчетов, обзоров, справок, заявок и др. в соответствии с действующими нормативными документами в области цифрового моделирования процессов и инструмента оmd.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными индикаторами достижения компетенций

Код компетенции	ОПК-7
Формулировка компетенции	Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами металлургической отрасли
Индикатор достижения компетенции	ОПК-7.1 Знает нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью ОПК-7.2 Умеет разрабатывать техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью в соответствии с действующими нормативными документами ОПК-7.3 Владеет навыками составления отчетов, обзоров, справок, заявок и др. в соответствии с действующими нормативными документами

1.3. Воспитательная работа

Направление воспитательной работы	Типы задач	Формы работы
формирование у обучающихся осознания социальной значимости своей будущей профессии, мотивации к осуществлению профессиональной деятельности	научно-исследовательский, технологический	включение в социокультурную среду путем формирования у студентов практических умений и навыков в рамках профессиональной деятельности
научно-исследовательская работа обучающихся	научно-исследовательский, технологический	исследовательская деятельность студентов (выступление с докладом)

1.4. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина "Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД" относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

1.5. Особенности реализации дисциплины

Дисциплина реализуется на русском языке.

2. Объем дисциплины

Вид учебной работы по семестрам	Всего, зачетных единиц	Академ. часы	Из них в форме практической подготовки
Общая трудоемкость дисциплины	4	144	
СЕМЕСТР 4			
Контактная работа с преподавателем:			
Аудиторные занятия (всего)		34	
Занятия лекционного типа		16	
Лабораторные работы		8	
Занятия семинарского типа		-	
Практические занятия		8	
КСР		2	
Самостоятельная работа обучающихся		38	
Вид промежуточной аттестации: Зачет		0	
СЕМЕСТР 5			
Контактная работа с преподавателем:			
Аудиторные занятия (всего)		38	
Занятия лекционного типа		16	
Лабораторные работы		8	
Занятия семинарского типа		-	
Практические занятия		10	
КСР		4	
Самостоятельная работа обучающихся		34	
Вид промежуточной аттестации: Зачет с оценкой		0	

3. Содержание дисциплины

3.1. Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

19.1. Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятия)							
№ п/п	Разделы и темы дисциплины Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в академических часах)					
		всего	ауд	лекц	пр	лаб	КСР
Семестр 4							

	Раздел 1. Цифровое моделирование процессов ОМД основные понятия и способы реализации моделей.	72	34	16	8	8	2	38
1.1	Цели и задачи моделирования процессов ОМД.	14	2	2				12
1.2	Принципы цифрового моделирования и проверка адекватности результатов.	24	12	6	4	2		12
1.3	Создание деталей и сборок в SolidWorks или Компас.	34	20	8	4	6	2	14
Всего по семестру 4		72	34	16	8	8	2	38
Зачет		0						
Семестр 5								
	Раздел 2. Применение специализированных программ для цифрового моделирования процессов и инструмента ОМД	24	16	8	4	4		8
2.1	Принцип расчета НДС в механике сплошных сред методами МКЭ, МКР и МКО.	12	8	4	2	2		4
2.2	Принципы реализации МКЭ в программе QForm	12	8	4	2	2		4
	Раздел 3. Анализ результатов в постпроцессоре	48	22	8	6	4	4	26
3.1	Постпроцессорный анализ результатов. Способы его реализации в QForm.	12	4	2	2			8
3.2	Применение инструментов постпроцессора экспорт и работа с данными в Excel.	16	8	4	2		2	8
3.3	Расширение возможностей постпроцессора QForm. Разработка пользовательских подпрограмм.	20	10	2	2	4	2	10
Всего по семестру 5		72	38	16	10	8	4	34
Зачет с оценкой		0						
Итого по дисциплине		144	72	32	18	16	6	72

3.2. Занятия лекционного типа

СЕМЕСТР 4

Лекция 1.

Тема: Цели и задачи моделирования процессов ОМД.

Краткая аннотация к лекции.

Основные понятия: модель; моделирование (процесс); объект моделирования; субъект моделирования. Важнейшие свойства моделей. Типы решаемых задач с использованием моделирования. Виды моделирования. Научно-исследовательские и инженерные задачи, решаемые с применением моделей. Принципы моделирования и выбор существенных параметров объекта моделирования. Разработка численного эксперимента.

Лекция 2.

Тема: Принципы цифрового моделирования.

Краткая аннотация к лекции.

Компьютерное моделирование и его принципы. Создание математических, числовых и трехмерных моделей. Принципы реализации численного эксперимента и проверка

адекватности результатов исследования. CAD системы для проектирования геометрических параметров моделей. Препроцессорная, процессорная и постпроцессорная стадии моделирования, влияние субъекта моделирования на результаты.

Лекция 3,4

Тема: Проверка адекватности результатов моделирования.

Краткая аннотация к лекции.

Основные критерии и процедуры проверки достоверности и надежности результатов цифрового моделирования процессов и инструмента обработки металлов давлением (ОМД). Подготовка специалистов к проведению грамотной верификации и калибровки цифровых моделей

Лекция 5.

Тема: Создание деталей и сборок в SolidWorks или Компас.

Краткая аннотация к лекции.

Основы конструирования и проектирования машиностроительных деталей и сборочных единиц в среде CAD-программ (SolidWorks или КОМПАС-3D). Чертежи и технические документы, пригодные для дальнейшего производства.

Лекция 6.

Тема: Создание деталей и сборок в SolidWorks или Компас.

Краткая аннотация к лекции.

Работа с эскизами: создание контуров, работа с примитивами (прямоугольники, окружности, эллипсы и т.п.). Редактирование эскиза: зеркальное отражение, массивы, сглаживание углов. Пространственное редактирование: вытягивание, вращение, вырезание и другие инструменты преобразования.

Лекция 7.

Тема: Создание деталей и сборок в SolidWorks или Компас.

Краткая аннотация к лекции.

Создание объёмных моделей деталей. Генерация поверхностей и твёрдых тел.

Управление поверхностями и операциями над ними (объединение, исключение, обрезка).

Правила и приёмы моделирования типичных машиностроительных конструкций (шестерни, корпуса, втулки и т.д.).

Лекция 8.

Тема: Создание деталей и сборок в SolidWorks или Компас.

Краткая аннотация к лекции.

Проектирование сборок. Оформление технической документации. Дополнительные инструменты и функции.

СЕМЕСТР 5

Лекция 1,2

Тема: Принцип расчета НДС в механике сплошных сред методами МКЭ, МКР и МКО.

Краткая аннотация к лекции.

Метод конечных элементов (МКЭ). Суть метода. Метод конечных разностей (МКР). Метод граничных элементов (МКО)

Лекция 3,4.

Тема: Принципы реализации МКЭ в программе QForm

Краткая аннотация к лекции.

Общие сведения о методе конечных элементов (МКЭ). QForm и реализация МКЭ. Практические аспекты построения сеток. Пример выполнения расчета в QForm. Повышение точности моделирования. Применение МКЭ для анализа реальных задач ОМД.

Лекция 5.

Тема: Постпроцессорный анализ результатов. Способы реализации постпроцессорного анализа в QForm

Краткая аннотация к лекции.

Определение и значение постпроцессорного анализа. Типы данных, доступные для анализа в QForm. Средства визуализации результатов в QForm. Детализация анализа и выделение проблемных участков. Оптимизация на основе анализа.

Лекция 6,7

Тема: Применение инструментов постпроцессора экспорт и работа с данными в Excel.

Краткая аннотация к лекции.

Интеграция с внешними источниками данных. Работа с большими наборами данных. Автоматизированный анализ данных. Графическое представление результатов.

Лекция 8.

Тема: Расширение возможностей постпроцессора QForm. Разработка пользовательских подпрограмм.

Краткая аннотация к лекции.

Архитектура постпроцессора QForm. Разработка пользовательских подпрограмм. Практические приемы программирования. Адаптация существующего функционала. Управление проектом и распространение разработок.

3.3. Занятия семинарского типа

Учебным планом не предусмотрены

3.4. Практические занятия

СЕМЕСТР 4

Практическое занятие 1,2

Тема: Анализ результатов численного моделирования.

Перечень заданий:

1. Ознакомление с этапами и ключевыми особенностями процесса цифрового моделирования.
2. Методы и инструменты анализа и визуализации результатов моделирования.
3. Изучить стандартные подходы к верификации и валидации результатов численного моделирования.
4. Научиться обнаруживать слабые места и некорректности в моделях и результатах.

Практическое занятие 3,4

Тема: Создание деталей и сборок в SolidWorks или Компас.

Перечень заданий:

1. Ознакомление с интерфейсом и базовыми функциями CAD-системы.
2. Изучить технику создания эскизов и трёхмерных моделей деталей.
3. Научиться объединять созданные детали в сборочную конструкцию.
4. Оформление рабочей документации в соответствии с государственными стандартами (ГОСТ).

СЕМЕСТР 5

Практическое занятие 1.

Тема: Расчет НДС в механике сплошных сред методами МКЭ, МКР и МКО.

Перечень заданий:

1. Привести постановку задачи и используемую физическую модель материала.
2. Описать алгоритм построения сетки и формулировку краевых условий.
3. Продемонстрировать применение соответствующего метода (МКЭ/МКР/МКО) для определения перемещений и напряжений.
4. Оформить графики и таблицы результатов расчета, пояснить физический смысл полученных величин.
5. Сделать выводы о сравнении трех методов расчета и обсудить ограничения каждого подхода.

Практическое занятие 2.

Тема: Принципы реализации МКЭ в программе QForm

Перечень заданий:

Загрузка геометрии в препроцессоре QForm. Правила декомпозиции и создания сетки конечных элементов. Установка начальных и граничных условий. Специализированные модули. Базы данных и работа с базами данных исходных и граничных условий. Примеры моделирования простых плоских и осесимметричных задач, моделирование сложных процессов прокатки, прошивки, свободнойковки. Особенности работы процессорной стадии моделирования.

Практическое занятие 3.

Тема: Постпроцессорный анализ результатов. Способы его реализации в QForm.

Перечень заданий:

Постпроцессорная стадия. Отображение полей деформации, напряжений и температур. Применение различных инструментов постпроцессора QForm. Визуализация информации в виде графиков и экспресс анализ. НДС в объеме деформируемого тела.

Практическое занятие 4.

Тема: Применение инструментов постпроцессора экспорт и работа с данными в Excel.

Перечень заданий:

Трассировка точек, линий и другие инструменты постпроцессора. Сохранение данных в виде таблиц Excel и анализ деформационных и силовых параметров. Вычисление теплового эффекта деформации при горячей объемной штамповки. Определение температуры по сечению проката. Сортировка параметров в программе Excel. Применение различных способов расчета и построения графиков и функций. Методы аппроксимации.

Практическое занятие 5.

Тема: Расширение возможностей постпроцессора QForm.

Перечень заданий:

Расширения возможностей постпроцессора QForm. Использование стандартных подпрограмм определяющих тензоры напряжений и деформации, износ рабочего инструмента, истощения ресурса пластичности и др. Принципы программирования на языке Lua. Создание пользовательских полей, разработка пользовательских подпрограмм

3.5. Лабораторные работы

СЕМЕСТР 4

На занятиях осуществляется: допуск к работе, измерение экспериментальных образцов, выполнение эксперимента, обработка полученных результатов, оформление отчета, заключение по работе, получение дифференцированного зачета по выполненной работе.

Лабораторная работа 1,2

Тема: Разработка геометрии инструмента и заготовки в программе SolidWorks и Компас
Цель: разработать геометрии инструмента и заготовки в программе SolidWorks и Компас
Оборудование: компьютер

Задания, выполняемые в ходе лабораторной работы.

По представленным размерам разработать сборку для плоской осесимметричной задачи осадки и прессования. Создать сборку и экспортировать ее для дальнейшей работы в программе QForm.

Лабораторная работа 3,4

Тема: Разработка геометрии инструмента и заготовки в программе SolidWorks и Компас для трехмерных задач

Цель: разработать геометрии инструмента и заготовки в программе SolidWorks и Компас для трехмерных задач

Оборудование: компьютер

Задания, выполняемые в ходе лабораторной работы.

По предложенным размерам разработать геометрию валка и создать трехмерную сборку очага деформации стана продольной прокатки полос.

СЕМЕСТР 5

Лабораторная работа 1,2

Тема: Моделирование процесса осадки и ГОШ

Цель: произвести моделирование процесса осадки и ГОШ

Оборудование: компьютер

Задания, выполняемые в ходе лабораторной работы.

Разработать компьютерную модель процесса осадки двумерной осесимметричной задачи в QForm.

Установить необходимые начальные и граничные условия.

Выполнить расчет и анализ полученных результатов с применением стандартных инструментов постпроцессора.

Лабораторная работа 3,4

Тема: Моделирование процесса прессования круглого профиля.

Цель: освоить моделирование процесса прессования круглого профиля

Оборудование: компьютер

Задания, выполняемые в ходе лабораторной работы.

Разработать компьютерную модель процесса осадки двумерной осесимметричной задачи в QForm.

Установить необходимые начальные и граничные условия.

Выполнить расчет и анализ полученных результатов с применением стандартных инструментов постпроцессора.

Использовать расширенные возможности стандартных подпрограмм.

Разработать подпрограмму для расчета теплового эффекта пластической деформации в объеме деформируемого тела.

3.6. Контроль самостоятельной работы

СЕМЕСТР 4

Контроль самостоятельной работы 1.

Тема: Создание деталей и сборок в SolidWorks или Компас.

Перечень заданий:

1. Рассчитайте массу болта диаметром резьбы 10 мм и длиной 50 мм, изготовленного из легированной стали плотностью 7850 кг/м³.

2. Спроектируйте корпус подшипника диаметром 60 мм и толщиной стенки 5 мм. Корпус изготовлен из чугуна плотностью 7200 кг/м³. Определите массу корпуса.
3. Определите центр тяжести фигуры, состоящей из квадратного основания размером 50×50×50 мм и прикреплённого сверху треугольника высотой 30 мм и основанием 50 мм.

СЕМЕСТР 5

Контроль самостоятельной работы 1.

Тема: Применение инструментов постпроцессора экспорт и работа с данными в Excel.

Перечень заданий:

Способ переноса большого объёма данных из другого приложения в Excel.

Инструмент в Excel необходимый для динамической фильтрации данных.

Формат, который предпочтителен для экспорта данных из Excel, чтобы сохранить целостность и читаемость в другом приложении.

Контроль самостоятельной работы 2.

Тема: Расширение возможностей постпроцессора QForm. Разработка пользовательских подпрограмм.

Перечень заданий:

1. В программе QForm вам необходимо добавить пользовательскую подпрограмму для расчета средней температуры в определенной зоне обработки. Средняя температура определяется как среднее арифметическое значений температуры в нескольких точках сетки. Например, имеются четыре узла с температурой соответственно: $T_1=300^{\circ}\text{C}$, $T_2=350^{\circ}\text{C}$, $T_3=400^{\circ}\text{C}$, $T_4=450^{\circ}\text{C}$. Рассчитайте среднюю температуру.

2. Напишите пользовательскую подпрограмму для расчета максимальной разницы напряжений в пределах заданной области. Допустим, известны напряжения в четырёх точках сетки: $\sigma_1=100\text{ МПа}$, $\sigma_2=150\text{ МПа}$, $\sigma_3=120\text{ МПа}$, $\sigma_4=180\text{ МПа}$.

Найдите максимальную разницу напряжений.

3. Создать пользовательскую подпрограмму для вычисления объема материала, который остался после обработки заготовки определенного размера. Допустим, первоначальная заготовка имела объем $V_0=1000\text{ см}^3$, а после обработки остаток составил $V_r=800\text{ см}^3$. Найдите процент потери материала.

3.7. Самостоятельная работа студентов

Рекомендуемые формы самостоятельной работы студентов: закрепление материала по конспекту лекции, подготовка к практическим занятиям, подготовка презентаций к докладам, подготовка к различным формам промежуточной и итоговой аттестации. Формы работы можно взять из указаний «Методические рекомендации по организации образовательного процесса при освоении дисциплины».

4. Фонд оценочных средств

ФОС включает оценочные средства текущего, промежуточного и поститоогового контроля (Приложение 1).

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1. Основная литература

1. Агеев, Н. Г. Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебное пособие / Н. Г. Агеев ; под редакцией С. С. Набойченко. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 108 с. — ISBN 978-5-7996-1712-7. — Текст : электронный

- // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/65950.html> (дата обращения: 08.02.2025).
2. Скрипаленко, М. М. Информационные технологии при проектировании процессов : лабораторный практикум / М. М. Скрипаленко, М. Н. Скрипаленко. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2013. — 201 с. — ISBN 978-5-87623-731-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/98174.html> (дата обращения: 08.02.2025).

5.2. Дополнительная литература

1. Конспект лекций по курсу «Компьютерные методы проектирования (КМП)» / составители С. А. Синенко. — Москва : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2010. — 40 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/16383.html> (дата обращения: 08.02.2025).
2. Проектирование информационных систем. Проектный практикум : учебное пособие для студентов дневного и заочного отделений, изучающих курсы «Проектирование информационных систем», «Проектный практикум», обучающихся по направлению 230700.62 (09.03.03) / А. В. Платёнкин, И. П. Рак, А. В. Терехов, В. Н. Чернышов. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. — 80 с. — ISBN 978-5-8265-1409-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/64560.html> (дата обращения: 08.02.2025).

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

6.1 Перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.gpntb.ru> – Государственная публичная научно-техническая библиотека
2. <http://cyberleninka.ru> – КиберЛенинка: научная электронная библиотека
3. <http://www.tehlit.ru> - библиотека нормативно-технической литературы

6.2. Перечень необходимых профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Электронная библиотечная система «IPR SMART». Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>

Электронная библиотечная система «Юрайт». Режим доступа: <https://urait.ru>

Электронно-библиотечная система «Лань» (раздел «Сетевая электронная библиотека педагогических вузов»). Режим доступа: <https://e.lanbook.com>

Электронно-библиотечная система «Руконт». Режим доступа: <https://lib.rucont.ru/search>

Межвузовская электронная библиотека. Режим доступа: <https://icdlib.nspu.ru/>

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Национальная электронная детская библиотека. Режим доступа: <https://arch.rgdb.ru/xmlui/>

Национальная электронная библиотека. Режим доступа: <https://rusneb.ru>

Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. Режим доступа: <https://www.prilib.ru>

Polpred.com Обзор СМИ. Режим доступа: <https://polpred.com>

7. Методические указания и учебно-методическое обеспечение для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина реализуется в соответствии с указаниями «Методические рекомендации по организации образовательного процесса при освоении дисциплины», размещенными в ЭИОС университета (eios.ggpi.org).

Методические рекомендации для работы с инвалидами и лицами с ОВЗ размещены в ЭИОС университета (eios.ggpi.org).

8. Материально-техническая база, программное обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Учебный корпус № 1, аудитории № 127, 229, 231.

Полный перечень материально-технической базы и программного обеспечения размещены в ЭИОС института (eios.ggpi.org).

9. Рейтинг-план оценки успеваемости студентов

Дисциплина /семестр	Объем аудиторной работы			Виды текущей аттестационной аудиторной и внеаудиторной работы	Максималь ное (норматив) количество баллов	Поощрение	Штрафы	Итоговая форма отчета (мин. балл)
	лк	Пр/ лаб	КСР					
Цифровое моделирован ие процессов и инструмента омд / 4 семестр	16	8/8	2	1. Контроль посещаемости лекций 2. Контроль посещаемости лабораторных работ 3. Контроль посещаемости практических занятий 4. Посещаемость и контроль КСР <u>Формы контрольных мероприятий</u> 1. Тест 2. Контрольная работа <u>Компенсационные мероприятия</u> Контрольная работа	16 8*3=24 8*2=16 2*2=4 10 10 8	+ 3 балла за дополнение	- 3 балла за невыполн ение в установле нные сроки	Зачет допуск к зачету – (50%) зачет «автоматом» – (70%)
ИТОГО					80 баллов (без компенсации)			

	Объем аудиторной работы				Виды текущей аттестационной аудиторной и внеаудиторной работы	Максимальное (норматив) количество баллов	Поощрение	Штрафы	Итоговая форма отчета (мин. балл)
	лк	пр	лаб	КСР					
Цифровое моделирование процессов и инструмент а омд / 5семестр	16	10	8	4	1. Контроль посещаемости лекций 2. Контроль посещаемости практических занятий 3. Контроль посещаемости лабораторных работ 4.Посещаемость и контроль КСР <u>Формы контрольных мероприятий</u> 1. Тест 2. Контрольная работа <u>Компенсационные мероприятия</u> 1.Презентация по темам лабораторных работ	16 10*2=20 8*3=24 4*2=8 10 10 5	+ 1 балл за дополнения; + 3 балла за подготовку дополнительного дидактического материала	- 3 балла за невыполнение в установленные сроки	Зачет с оценкой Допуск зачету с оценкой – 50% «автомат» при зачете с оценкой – 90%
ИТОГО						88 (без компенсации)			

Лист регистрации изменений и дополнений к РПД
 (фиксируются изменения и дополнения перед началом учебного года,
 при необходимости внесения изменений на следующий год –
 оформляется новый лист изменений)

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой	Дата, номер протокола заседания совета факультета. Подпись декана факультета
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И ИНСТРУМЕНТА ОМД

1. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и поститогового контроля по дисциплине

1.1. Настоящий Фонд оценочных средств(ФОС) по дисциплине «Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД» является неотъемлемым приложением к рабочей программе дисциплины «Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД» (РПД). На данный ФОС распространяются все реквизиты утверждения, представленные в РПД по данной дисциплине.

1.2. Оценивание всех видов контроля(текущего, промежуточного, поститогового) осуществляется по 5-ти балльной шкале.

1.3. Результаты оценивания текущего контроля учитываются в рейтинге.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными индикаторами достижения компетенций

Код компетенции	ОПК-7
Формулировка компетенции	Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами металлургической отрасли
Индикатор достижения компетенции	ОПК-7.1 Знает нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью ОПК-7.2 Умеет разрабатывать техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью в соответствии с действующими нормативными документами ОПК-7.3 Владеет навыками составления отчетов, обзоров, справок, заявок и др. в соответствии с действующими нормативными документами

3. Содержание оценочных средств текущего контроля и критерии их оценивания

3.1. Текущий контроль осуществляется преподавателем дисциплины при проведении занятий в следующих формах: тестирование и контрольная работа

3.2. Формы текущего контроля и критерии их оценивания.

Форма контроля 1 - Типовые тестовые задания

Проверяемые компетенции и индикаторы достижения компетенций ОПК-7, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3.

Время выполнения заданий: 10 минут

Критерии оценивания:

- верные ответы на 90% - 100% вопросов – «отлично»;
- верные ответы на 70% - 89% вопросов – «хорошо»;
- верные ответы на 50% - 69% вопросов – «удовлетворительно»;
- меньше 50% ответов на вопросы – «неудовлетворительно».

1. Что означает аббревиатура «ОМД»?

- A) Организационно-методическое делопроизводство
- B) Огнеупорные материалы и изделия
- C) Обработка металлов давлением
- D) Оптимизация металлургических доменов

2. Какой метод используется для цифрового моделирования контактных взаимодействий при обработке металлов давлением?

- A) Метод Монте-Карло
- B) Методы конечных элементов (МКЭ)
- C) Линейное программирование
- D) Нейронные сети

3. Какие из перечисленных программ используются для цифрового моделирования процессов ОМД?

- A) ANSYS, DEFORM, QForm
- B) AutoCAD, Photoshop, Excel
- C) MATLAB, SPSS, Python
- D) Adobe Illustrator, CorelDRAW, SketchUp

4. Как называется процесс создания виртуальной копии реального физического объекта для последующего анализа и улучшения его характеристик?

- A) Машинное обучение
- B) Имитация реальности
- C) Моделирование систем управления
- D) Цифровой двойник

5. Какая цель достигается при цифровом моделировании процессов ОМД?

- A) Повышение эстетичности готовой продукции
- B) Увеличение прочности готового изделия
- C) Минимизация затрат и повышение эффективности технологий
- D) Автоматизация складского учёта

6. Что является основным преимуществом цифровых моделей при разработке новых процессов ОМД?

- A) Возможность быстрого изготовления опытных образцов
- B) Сокращение числа физических экспериментов и ускорение исследований
- C) Улучшение эргономики рабочих мест
- D) Упрощение сертификации изделий

7. Какой фактор учитывается при создании цифровой модели инструмента для холодной объемной штамповки?

- A) Цветовая гамма покрытия инструмента
- B) Тип оборудования, используемый на предприятии
- C) Диаметр и длина оправки инструмента
- D) Прочность рабочей площадки стола прессового оборудования

8. При цифровом моделировании инструментария какой показатель важен для анализа долговечности инструмента?

- A) Эстетика поверхности инструмента
- B) Стоимость закупки инструментальной оснастки
- C) Устойчивость к износу и усталостным разрушениям
- D) Производственная мощность цеха

9.Какой вид программного обеспечения позволяет смоделировать деформацию металла при волочении проволоки?

- A) Средства офисного документооборота
- B) Система автоматизированного проектирования (САПР)
- C) Базы данных производственных стандартов
- D) Игровые движки

10.Какой метод чаще всего применяется для оценки напряжённо-деформированного состояния (НДС) деталей при цифровом моделировании?

- A) Эмпирический метод
- B) Аналитический метод
- C) Метод конечных элементов (МКЭ)
- D) Вероятностный подход

Форма контроля 2 - Типовая контрольная работа

Проверяемые компетенции и индикаторы достижения компетенций ОПК-7, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3.

Время выполнения заданий: 20 минут

Критерии оценивания:

Для получения оценки «удовлетворительно» предлагается выполнить одно задание.

Для получения оценки «хорошо» предлагается выполнить два задания.

Для получения оценки «отлично» предлагается выполнить все задания.

Задание 1. Определите необходимую толщину стенки молибденового инструмента для горячего прессования, если известно следующее: максимальная температура обработки равна 1200°C , модуль Юнга материала инструмента $E = 300 \text{ ГПа}$, предел прочности $\sigma = 500 \text{ МПа}$, ожидаемые нагрузки составляют 100 Н/см^2 .

Задание 2. Необходимо рассчитать минимальное количество шагов по времени, необходимое для точного моделирования процессаковки слитка размером $100 \times 100 \times 100 \text{ мм}$, если желаемая погрешность по координатам менее 0.1 мм , а максимальное перемещение в одном временном шаге не должно превышать 0.05 мм .

Задание 3. При помощи цифрового моделирования было установлено, что максимальный износ рабочей части инструмента составляет 0.02 мм/ч . Сколько часов сможет отработать инструмент, если критически допустимый износ равен 0.1 мм ?

3.3. Методические указания по проведению процедуры текущего контроля

1. Текущий контроль проводится на протяжении всего семестра.
2. Сбор, обработка и оценивание результатов текущего контроля проводятся преподавателем, ведущим дисциплину.
3. Предъявление результатов оценивания осуществляется в течение недели после проведения контрольного мероприятия.
4. Результаты текущего контроля учитываются в рейтинге по дисциплине.
5. Все материалы, полученные от обучающихся в ходе текущего контроля (контрольная работа, диктант, тест, организация дискуссии, круглого стола, доклад, реферат, отчет по лабораторной работе, отчет по педагогической практике и т.п.), должны храниться в течение текущего семестра на кафедрах.
6. Считать, что положительные результаты текущего контроля свидетельствуют об успешном процессе формирования указанных компетенций и индикаторов достижения компетенций (этапов формирования компетенций).

4. Содержание оценочных средств промежуточной аттестации и критерии их оценивания

4.1. Промежуточная аттестация проводится в виде: зачета (4, 5 сем.).

4.2. Содержание оценочного средства. Проверяемые компетенции и индикаторы достижения компетенций: ОПК-7, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3.

Примерные вопросы и задания к зачету 4 семестр

1. Дайте определение таким понятиям как модель, моделирование, объект моделирования, субъект моделирования.
2. Охарактеризуйте интенсивность напряжений, как ее определить, как вывести поле интенсивности напряжений в DEFORM 3D QForm 3D?
3. Какие цели и задачи моделирования можно выделить в ОМД, кратко охарактеризуйте их.
4. Какие численные методы применяются для решения задач ОМ?
5. Перечислите основные источники ошибок при разработке компьютерной модели, кратко охарактеризуйте их.
6. Перечислите реологические модели сплошной среды.
7. Дайте определение напряжению, что такое нормальные и касательные напряжения в точке деформируемого тела.
8. Напряженное состояние в точки деформируемого тела чем характеризуется.
9. Дайте определение пластичности, какие деформации называются остаточными?
10. Что такое накопленная деформация, как определяется в QForm 3D, каким полем в постпроцессоре характеризуется?
11. Охарактеризуйте три основные стадии моделирования процессов ОМД
12. Охарактеризуйте критерий пластичности Мизеса.
13. Охарактеризуйте модели приводов основных типов КШО и универсального привода, когда применяется универсальный привод?
14. 19 Какое КШО относится к машинам с ограниченной энергией, как моделируется привод?
15. Перечислите и охарактеризуйте основные инструменты постпроцессора QForm.
16. 21 Какое КШО относится к машинам с ограниченной силой, как моделируется привод?
17. Для чего применяются различные расчетные модули в QForm 3D, к примеру винтовая прокатка, продольная прокатка, в чем отличие от модуля деформация?
18. Как моделируется индивидуальный и аккумуляторный приводы гидравлического пресса в программе QForm 3D?
19. Кратко охарактеризуйте метод контрольных объемов МКО
20. Чем отличается модель привода бесшаботного молота в QForm 3D
21. Кратко охарактеризуйте метод конечных элементов МКЭ.

Примерные вопросы и задания к зачету с оценкой 5 семестр

1. Суть метода конечных элементов, как осуществляется определение искомой функции?
2. Для чего применяется универсальный привод в QForm 3D?
3. Охарактеризуйте условия трения на контакте инструмента и заготовки.
4. Как рассчитать поля напряжений и деформаций в инструменте?
5. Какие способы моделирования инструмента в gприменяются в QForm?
6. Охарактеризуйте основные отличия МКО от МКЭ.
7. Условие трения по Кулону, его особенности.
8. Аппроксимация производных в узлах сетки осуществляется при каком численном методе, охарактеризуйте его.
9. Какой численный метод используется в SolidWorks Simulation?
10. Что такое шаровой тензор напряжений, как его определить?
11. Для решения каких задач используются численные методы?

12. От чего зависит контактное напряжение на поверхности контакта металла с рабочим инструментом?
13. Тепловые эффекты при пластической деформации, как моделируются в QForm.
14. Что такое пользовательские подпрограммы в QForm 3D, какие бывают, для чего применяются?
15. Перечислите основные правила дискретизации сетки КЭ.
16. Каким образом устанавливается модель материала заготовки в QForm 3D, кратко охарактеризуйте.
17. Схематично изобразите и охарактеризуйте основные реологические модели сплошной среды применяемый в QForm 3D
18. Как характеризуется деформационное состояние в точке деформируемого тела?
19. Какие виды приводов можно моделировать в QForm 3D
20. Особенности простого и совместного теплообмена заготовки с инструментом в QForm 3D

4.3. Критерии оценивания

Зачет выставляется по результатам рейтинга. Если обучающийся набрал недостаточное количество баллов, то он сдает зачет.

Шкала оценивания для зачета:

Уровни освоения индикаторов достижения компетенций	Основные признаки выделения уровня	Академическая оценка	% освоения (рейтинговая оценка)
Сформирован	Студент показал достаточно прочные знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты.	Зачтено	50-100
Не сформирован	При ответе выявились существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.	Не зачтено	менее 50

Шкала оценивания для зачета с оценкой

Уровни освоения индикатора в достижения компетенции	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня	Академическая оценка	% освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный (высокий)	Творческая деятельность	Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно	Отлично	90-100

		принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий.		
Базовый	Продуктивная деятельность	Включает нижестоящий уровень. Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	Хорошо	70-89
Удовлетворительный	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретического и практического материала	Удовлетворительно	50-69
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		Неудовлетворительно	менее 50

4.4. Методические указания по проведению процедуры промежуточной аттестации

1. Сроки проведения процедуры оценивания: по расписанию экзаменов (зачета - на последнем занятии по предмету). Если обучающийся по результатам рейтинговой системы не набирает нужное количество баллов или желает повысить оценку, то сдает экзамен/зачет согласно требованиям.
2. Сбор, обработка и оценивание результатов промежуточной аттестации проводится преподавателем, ведущим дисциплину.
3. Предъявление результатов оценивания осуществляется: по окончании ответа студента и фиксируется в зачетной книжке и экзаменационной ведомости.
4. При наличии письменных ответов обучающихся, полученных в ходе экзаменационной сессии, материалы хранятся в течение месяца после завершения сессии на кафедрах.
5. Порядок выполнения и защиты курсовой работы регламентирован «Положением о курсовой работе ФГБОУ ВО «Глазовский государственный инженерно-педагогический университет имени В.Г. Короленко».
6. Считать, что положительные результаты промежуточного контроля свидетельствуют об успешном процессе формирования указанных компетенций и индикаторов достижения компетенций (этапов формирования компетенций).

5. Содержание оценочных средств для проверки сформированности компетенций и индикаторов достижения компетенций (поститоговый контроль) и критерии их оценивания

Задания для проверки компетенции и индикаторов достижения компетенции: ОПК-7, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3

Код компетенции	ОПК-7
Формулировка компетенции	Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными документами металлургической отрасли

Индикатор достижения компетенции	ИОПК-7.1. Знает нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью. ИОПК-7.2. Умеет разрабатывать техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью в соответствии с действующими нормативными документами. ИОПК-7.3. Владеет навыками составления отчетов, обзоров, справок, заявок и др. в соответствии с действующими нормативными документами.
--	--

Время выполнения заданий: 15 минут

1 Задания с выбором правильного ответа.

Вопрос 1. Для расчета НДС в программе QForm используется:

- 1 Метод конечных разностей;
- 2 Метод контрольных объемов;
- 3 Метод конечных элементов.

Вопрос 2. Субъект моделирования это

- 1 Исследователь;
- 2 Программа для моделирования;
- 3 Объект моделирования.

Вопрос 3 Метод конечных элементов относится к:

- 1 сеточным методам;
- 2 проекционно-сеточным методам;
- 3 проекционными методами.

Вопрос 4 Молот относится к оборудованию:

- 1 ограниченное энергией;
- 2 ограниченное силой;
- 3 ограниченное ходом;

Вопрос 5 В QForm учитывается излучение и конвекция при моделировании процесса пластической деформации

- 1 нет не учитывается;
- 2 учитывается всегда;
- 3 этот параметр можно настраивать, но учитывается всегда.
- 4 учитывается, этот параметр можно отключить.

2 Задания с выбором нескольких правильных ответов.

Вопрос 6. К основным свойствам модели относится:

- 1 точность;
- 2 упрощенность;
- 3 легкость;
- 4 адекватность;
- 5 информативность;
- 6 стабильность.

Вопрос 7. Какие задачи моделирования процессов ОМД относятся к инженерным:

- 1 исследование калибровки инструмента;
- 2 исследование температурных условий;
- 3 исследование НДС;
- 4 разработка и реализация режимов деформации;
- 5 исследование износа инструмента.

Вопрос 8. Метод конечных элементов применяется для решения задач:

- 1 механики
- 2 электродинамики
- 3 компьютерной графики
- 4 метеорологии

Вопрос 9. К стадиям компьютерного моделирования относятся:

- 1 препроцессорная;
- 2 подготовительная;
- 3 процессорная;
- 4 расчетная;
- 5 постпроцессорная;
- 6 анализ и визуализация.

3 Задание на установления соотношения.

Вопрос 10. Соотнести виды моделей и их определения

1	Математическое	а)	метод экспериментального изучения различных физических объектов или явлений, основанный на использовании модели, имеющей ту же физическую природу, что и изучаемый объект;
2	Физическое	б)	компьютерная программа (применяющая комплекс моделей) реализующая представление объекта, системы в понятной форме, отличной от реальной, но приближенной к алгоритмическому описанию, включающей и набор данных, характеризующих свойства системы и динамику их изменения во времени.
3	Имитационное	в)	это опосредованное практическое или теоретическое исследование объекта, при котором непосредственно изучается искусственная или естественная система (модель) способная замещать его в определённых отношениях.
4	Компьютерное	г)	логико-математическое описание объекта, которое может быть использовано для экспериментирования на компьютере в целях проектирования, анализа и оценки функционирования объекта;

Вопрос 11 Сопоставить операции стадиям моделирования:

1	Препроцессорная	а)	Вычисление искомых параметров (деформации, скорости, напряжений, температуры и т.д.) по полученным значениям неизвестных узловых переменных
2	Процессорная	б)	Определение компонент глобальной матрицы жесткости [K] и глобального вектора нагрузок {R}, по программе КЭ и известным внешним воздействием;

			Преобразование системы уравнений с учетом граничных условий Решение системы уравнений относительно вектора неизвестных узловых переменных
3	Постпроцессорная	в)	Анализ исходных данных; Задание геометрических форм и размеров инструмента и заготовки; Задания физических свойств и материала заготовки и инструмента; Дискретизация объекта на конечные элементы; Задания граничных условий

Вопрос 12. Соотнести условия трения:

1	По кулону	а)	$\tau_k = mk$
2	По Зибелю	б)	$\tau_k = mk \left(1 - \exp \left(-b \frac{\sigma_n}{\sigma_s} \right) \right)$
3	Леванову	в)	$\tau_k = \mu \sigma_n$

Задание 4 С развернутым ответом.

Вопрос 13.

В чем отличие структурных и неструктурных КЭ сеток, где применяются.

Вопрос 14

Охарактеризуйте основную идею МКЭ на чем он основан, что необходимо для решения задач этим методом.

Вопрос 15

На какой стадии моделирования пользователь оказывает наибольшее влияние на результаты модели.

Ключи к заданиям

1. Задания в тестовой форме.

Номер вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ключ	3	1	2	1	4	2, 4, 5	1, 4, 5	1, 2	1, 3, 5	1в, 2а, 3г, 4б

Номер вопроса	11	12								
Ключ	1в, 2б, 3а.	1в, 2а, 3б.								

Номер вопроса	Ключ
13.	Для расчета МКЭ используются структурные и неструктурные КЭ сетки. Структурные сетки характеризуются простой структурой обычно элементы кубической формы одинаковых размеров, быстро строится, быстрый решатель и экономия памяти. Структурная сетка применяется для сложных геометрических фигур. Неструктурная сетка позволяет описать более сложные геометрии. Такая сетка очень адаптивная и является универсальной. Для построения неструктурной сетки нужно больше времени и вычислительных ресурсов.
14.	Основная идея – любая непрерывная функция может быть аппроксимирована совокупностью конечных, которые являются более простыми. К примеру, есть функция $f(x)$ непрерывная, однако мы можем представить ее в виде суммы простых функций φ_i . Чем больше таких определяющих функций, тем точнее будет общий результат. $f(x) = \sum_{i=1}^n \varphi_i(x)$
15.	На препроцессорной стадии пользователь оказывает наибольшее влияние на результат расчета. Именно на этой стадии осуществляется сбор информации о модели, подбор исходных и граничных условий и их установка. От правильности выбора исходных и граничных условий будет зависеть адекватность полученных результатов.

Каждый индикатор достижения компетенции оценивается в 10 баллов:

- Тестовое задание оценивается в 10 баллов (ответ на вопрос теста стоит 0 или 2 балла);
- Задания на соответствие оцениваются в 10 баллов (каждое оценивается 0-5 баллов)
 - 5 баллов – полностью правильно найденные соответствия;
 - 4 балла – три правильных соответствия;
 - 3 балла – два правильных соответствия;
 - 2 балла – одно правильно соответствие;
 - 1 балл – отсутствие правильных соответствий;
 - 0 баллов – не приступал к выполнению задания;
- Каждое практическое задание оценивается в 10 баллов:
 - 10 баллов - студент правильно выполнил предложенные задания на основе изученной теории, методов, приемов, технологий;

- 8 баллов - студент способен применять полученные теоретические знания в практической деятельности, решать типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов, при выполнении заданий допускает незначительные ошибки;
- 6 баллов - при выполнении задания допущены грубые ошибки;
- 0 баллов - студент не выполнил задание.

Оценка зависит от процента выполнения всех заданий.

Шкала оценивания сформированности компетенций и индикаторов достижения компетенций

Уровни освоения индикатора (ов) достижений компетенций	Основные признаки выделения уровня	Академическая оценка	% выполнения всех заданий
Повышенный (высокий)	Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий.	Отлично	90-100
Базовый	Включает нижестоящий уровень. Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	Хорошо	80-89
Удовлетворительный	Изложение в пределах задач курса теоретического и практического контролируемого материала	Удовлетворительно	70-79
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня	Неудовлетворительно	менее 69

Считать, что положительные результаты поститогового контроля свидетельствуют об успешном процессе формирования компетенций и индикаторов достижения компетенций (этапа формирования компетенции). Если обучающийся получил оценку «неудовлетворительно», то считать компетенцию не сформированной на данном этапе. При получении оценок «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично» считать, что проверяемая компетенция сформирована на достаточном уровне.

Методические указания для проверки остаточных знаний

1. Сроки проведения процедуры оценивания: по графику деканата.
2. Сбор, обработка и оценивание результатов поститогового контроля проводится преподавателем по распоряжению деканата.
3. Предъявление результатов оценивания осуществляется в течение недели после проведения контрольного мероприятия, оформляется в виде отчета и хранится в деканате в течение всего срока обучения обучающегося.