Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 25.09.2023 14:48:26
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____ / Е. В. Сафонов /
«01» сентября 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Технологический инжиниринг в ОМД с применением CAE-систем»

Направление подготовки
15.03.01 «Машиностроение»

Профиль
«Машины и технологии обработки металлов давлением в метизных производствах»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очно-заочная

Москва 2021

Программа дисциплины **«Технологический инжиниринг в ОМД с применением CAE-систем»** составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению **15.03.01 «Машиностроение»** по профилю подготовки **«Машины и технологии обработки металлов давлением в метизных производствах».**

Программу составил:

доцент, к.т.н. _____ /М.А. Петров/

доцент, к.т.н _____ /А.Г. Матвеев/

Программа дисциплины **«Технологический инжиниринг в ОМД с применением CAE-систем»** по направлению **15.03.01 «Машиностроение»** по профилю **«Машины и технологии обработки металлов давлением в метизных производствах»** утверждена на заседании кафедры «Обработка материалов давлением и аддитивные технологии»

«31» 08 2021 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой
доцент, к.т.н. _____ /П.А. Петров/

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

_____ /Д.А. Гневашев/

«____» _____2021 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

Председатель комиссии _____ /А.Н. Васильев/

«02» 09 2021 г. Протокол №09-21

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины **«Технологический инжиниринг в ОМД с применением CAE-систем»** является:

- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению подготовки;
- формирование общеинженерных знаний и умений по данному направлению;
- изучение основных математических методов, применяющихся при моделировании процессов ОМД;
- получение навыков по постановке задачи для моделирования процессов ОМД и анализу результатов моделирования.

Изучение дисциплины **«Технологический инжиниринг в ОМД с применением CAE-систем»** способствует расширению научно-исследовательского кругозора и дает тот минимум фундаментальных знаний, который необходим для успешного освоения профессиональных дисциплин, относящихся к вариативной части Блока 1.2 и дисциплинам по выбору Блока 1.3 основной образовательной программы и связанных с прикладным моделированием технологических процессов ОМД с применением CAE программ.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина **«Технологический инжиниринг в ОМД с применением CAE-систем»** относится к дисциплинам факультативной части и входит в образовательную программу подготовки бакалавра по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Машины и технологии обработки металлов давлением в метизных производствах» очно-заочной формы обучения.

Дисциплина «Основы компьютерного моделирования технологических процессов ОМД» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

– Высшая математика;

– Физика в производственных и технологических процессах;

– Основы математического моделирования технологических процессов;

В вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

– Основы процессов ОМД.

В дисциплинах по выбору Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

– Теория и технология холодной листовой штамповки/ Теория и технология горячей листовой штамповки;

– Теория и технология объёмной штамповки/ Теория и технология горячей объёмной штамповки;

– Теория обработки металлов давлением/ Теории пластичности и разрушения в ОМД.

В блоке факультативных дисциплин:

– Современные методы оптимизации формы и размеров металлических изделий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Коды компетенций	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-2	Умением обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	**знать:** - теоретические основы численных методов решения краевых задач теплопроводности и пластичности: метод конечных разностей и метод конечных элементов; правила постановки задач для моделирования процессов ОМД в программах QForm и/или Abaqus; **уметь:** - моделировать технологические операции ОМД в программах QForm и/или Abaqus, анализировать результаты расчётов, оптимизировать и разрабатывать технологии ОМД с использованием современного САПР; **владеть:** - навыками работы с основными модулями программ QForm и/или Abaqus, навыками работы и создания баз данных материалов, навыками корректной постановки задач численного моделирования

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины **«Технологический инжиниринг в ОМД с применением CAE-систем»** составляет 1 зачетная единица, то есть 36 академических часов (из них 18 часов – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины **«Технологический инжиниринг в ОМД с применением CAE-систем»** изучаются на восьмом семестре четвертого курса.

Аудиторных занятий – 1 час в неделю (18 часов), в том числе лабораторных работ – 1 час в неделю (18 часов). Форма контроля – зачет.

Структура и содержание дисциплины «Технологический инжиниринг в ОМД с применением CAE-систем» по срокам и видам работы отражены в **Приложении 1.**

Содержание разделов дисциплины.

1) Краевая задача. Дифференциальные уравнения, описывающие процессы теплопроводности и пластического деформирования. Постановка краевой задачи в перемещениях. Постановка краевой задачи в скоростях. Краевые условия при решении задач теплопроводности. Краевые условия при решении задач пластичности. Численные методы решения краевых задач.

2) Метод конечных разностей. Сеточная дискретизация расчётной области. Конечно-разностная аппроксимация производных. Интерполяция граничных условий. Построение системы разностных уравнений. Решение задачи прессования полосы методом конечных разностей.

3) Метод конечных элементов. Общие положения метода конечных элементов. Дискретизация расчётной области при решении задач методом конечных элементов. Симплекс-элементы. Аппроксимация функций и функции формы для скалярных величин. Аппроксимация функций и функции формы для векторных величин. Объединение конечных элементов в ансамбль для четырёхэлементной области для скалярных и векторных величин. Решение задачи теплопроводности стержня методом конечных элементов.

4) Постановка задачи моделирования в программных комплексах QForm и/или Abaqus. Базы данных материалов, смазок и оборудования. Подготовка геометрии для моделирования. Создание конечно-элементной сетки. Задание начальных и граничных условий. Лабораторные работы по постановке задач простейших задач пластического деформирования.

5) Моделирование процессов теплопроводности в программных комплексах QForm и/или Abaqus. Постановка задачи для моделирования процессов теплопроводности в программе QForm. Постановка задачи для моделирования процессов теплопроводности в программе Abaqus. Лабораторные работы по моделированию тепловых процессов.

6) Моделирование процессов ОМД в программных комплексах QForm и/или Abaqus. Постановка задачи для моделирования технологических процессов объёмной штамповки в программе QForm. Постановка задачи для моделирования технологических процессов объёмной штамповки в программе Abaqus. Моделирование процессов облойной штамповки. Моделирование

процессов штамповки в закрытых штампах. Моделирование процессов изотермической штамповки. Лабораторные работы по моделированию задач объёмной штамповки.

7) Моделирование процессов листовой штамповки в программных комплексах QForm и/или Abaqus. Постановка задачи для моделирования технологических процессов вакуумной формовки в программе QForm. Постановка задачи для моделирования технологических процессов листовой штамповки в штампах в программе Abaqus: штамповка в штампах с прижимом и без, штамповка эластичной средой, штамповка в осесимметричной и трёхмерной постановке. Лабораторные работы по моделированию задач листовой штамповки.

8) Анализ результатов моделирования в программных комплексах QForm и/или Abaqus. График силы деформации. Поле скоростей. Температурное поле. Распределение напряжений и накопленной деформации. Трассируемые точки. Контактные напряжения. Влияние температуры штамповки и технологической смазки на характер течения материала и силу деформации. Лабораторные работы по выводу результатов, его анализу и экспорту в другие форматы.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины.

В процессе реализации учебной программы по дисциплине «Технологический инжиниринг в ОМД с применением CAE-систем» используются следующие образовательные технологии: аудиторные занятия, включающие лабораторные работы и самостоятельную работу студентов.

Методика преподавания дисциплины «Технологический инжиниринг в ОМД с применением CAE-систем» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование модульного и интерактивного обучения:

- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме ответов на контрольные вопросы.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Технологический инжиниринг в ОМД с применением CAE-систем» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 50% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

– подготовка к выполнению лабораторных работ и их защита;

– зачет по материалам восьмого семестра.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины.

При изучении курса обучающийся должен самостоятельно проработать следующие разделы:

- CAE программы базы данных
- CAE программы применяемые модели упругих тел
- CAE программы применяемые модели нелинейно упругих тел
- CAE программы применяемые модели вязкопластических тел
- CAE программы применяемые модели пластических упрочняемых тел
- CAE программы способы задания пользовательских моделей материалов (реологические свойства)
- Способы математического описания анизотропии металлов
- Способы математического описания анизотропии неметаллов.

Контрольные вопросы для проведения текущего контроля, образцы билетов для проведения зачета, приведены в Приложении 3.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-2	Умением обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить

	эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ПК-2 - умение обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
знать: - теоретические основы численных методов решения краевых задач теплопроводности и пластичности: метод конечных разностей и метод конечных элементов; правила постановки задач для моделирования процессов ОМД в программах QForm и/или Abaqus;	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: теоретические основы численных методов решения краевых задач теплопроводности и пластичности: метод конечных разностей и метод конечных элементов; правила постановки задач для моделирования процессов ОМД в	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: теоретические основы численных методов решения краевых задач теплопроводности и пластичности: метод конечных разностей и метод конечных элементов; правила постановки задач для моделирования процессов ОМД в программах QForm и/или Abaqus.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: теоретические основы численных методов решения краевых задач теплопроводности и пластичности: метод конечных разностей и метод конечных элементов; правила постановки задач для моделирования процессов ОМД в программах QForm и/или Abaqus.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: теоретические основы численных методов решения краевых задач теплопроводности и пластичности: метод конечных разностей и метод конечных

	программах QForm и/или Abaqus.			элементов; правила постановки задач для моделирования процессов ОМД в программах QForm и/или Abaqus; свободно оперирует приобретенным и знаниями.
уметь: - моделировать технологические операции ОМД в программах QForm и/или Abaqus, анализировать результаты расчётов, оптимизировать и разрабатывать технологии ОМД с использованием современного САПР	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет моделировать технологические операции ОМД в программах QForm и/или Abaqus, анализировать результаты расчётов, оптимизировать и разрабатывать технологии ОМД с использованием современного САПР.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: моделировать технологические операции ОМД в программах QForm и/или Abaqus, анализировать результаты расчётов, оптимизировать и разрабатывать технологии ОМД с использованием современного САПР. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: моделировать технологические операции ОМД в программах QForm и/или Abaqus, анализировать результаты расчётов, оптимизировать и разрабатывать технологии ОМД с использованием современного САПР. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: моделировать технологические операции ОМД в программах QForm и/или Abaqus, анализировать результаты расчётов, оптимизировать и разрабатывать технологии ОМД с использованием современного САПР. Свободно оперирует приобретенным и умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: - навыками работы с основными модулями программ QForm	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет	Обучающийся в целом успешно, но не систематически владеет навыками работы с основными	Обучающийся в целом успешно, но содержащие отдельные	Обучающийся в полном объеме владеет навыками работы с

и/или Abaqus, навыками работы и создания баз данных материалов, навыками корректной постановки задач численного моделирования	навыками работы с основными модулями программ QForm и/или Abaqus, навыками работы и создания баз данных материалов, навыками корректной постановки задач численного моделирования.	модулями программ QForm и/или Abaqus, навыками работы и создания баз данных материалов, навыками корректной постановки задач численного моделирования.	пробелы владения навыками работы с основными модулями программ QForm и/или Abaqus, навыками работы и создания баз данных материалов, навыками корректной постановки задач численного моделирования.	основными модулями программ QForm и/или Abaqus, навыками работы и создания баз данных материалов, навыками корректной постановки задач численного моделирования.

6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Промежуточная аттестация (зачет, экзамен, защита курсового проекта) проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии.

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины.

Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в таблице

№ ОС	Виды работы	Форма отчетности и текущего контроля
1	Лабораторные работы (ЛР)	Оценка способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, эксперимента и выполнения последующих расчетов, а также составления выводов

*Если не выполнен один или более видов учебной работы, указанных в таблице, преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку или не допустить к промежуточной аттестации.

6.1.3. Шкалы оценивания результатов аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Технологический инжиниринг в ОМД с применением CAE-систем» (прошли промежуточный контроль, выполнили лабораторные работы).

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Руководство пользователя QForm *(в электронном виде на сайте библиотеки Университета)*.

2. Голенков В.А. и др. Теория обработки металлов давлением. Учебник для вузов. М.: Машиностроение, 2013.

3. Калпин Ю.Г. и др. Сопротивление деформации и пластичность металлов при обработке давлением. Учебное пособие. М.: Машиностроение, 1977.

б) дополнительная литература:

1. Сторожев М.В., Попов Е.А. Теория обработки металлов давлением. М.: Машиностроение, 2013.

в) дополнительная литература

1. Ковка и штамповка: справочник в 4-х томах, под ред. Е.И. Семенова, издание 2, Издательство «Машиностроение», 2010.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Операционная система, Windows 7 (или ниже) - Microsoft Open License Лицензия № 61984214, 61984216,61984217, 61984219, 61984213, 61984218, 61984215

Офисные приложения, Microsoft Office 2013 (или ниже) - Microsoft Open License Лицензия № 61984042 Антивирусное ПО, Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Лицензии № 17521611170601569601 64

Специализированные программы: T-Flex, Inventor, Q-Form, Abaqus, Ansys.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте Мосполитеха в разделе:

- «Библиотека. Электронные ресурсы»
http://lib.mospolytech.ru/lib/content/elektronnyy-katalog
- «Библиотека. Электронно-библиотечные системы»
http://lib.mospolytech.ru/lib/ebs
- ЭБС «ЛАНЬ». Коллекция «Инженерно-технические науки» (http://e.lanbook.com);
- БД полных текстов национальных стандартов (ГОСТ, СНиП, РД, РДС и др.) «Техэксперт» (http://www.kodeks.ru);
- научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (http://elibrary.ru);
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн (www.biblioclub.ru);
- ЭБС «ZNANIUM.COM» (www.znanium.com);
- ЭБС «ЮРАЙТ» (www.biblio-online.ru);
- Реферативная наукометрическая электронная база данных «Scopus» (http://www/scopus.com);
- База данных «Knovel» (http://www.knovel.com)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Специализированные аудитории кафедры «ОМДиАТ» (ав2509, ав2508) и межкафедральная лаборатория «САПР-ТП» оснащены компьютерным и проекционным оборудованием, современным специализированным программным обеспечением. Лаборатории кафедры «ОМДиАТ» (А-ОМД, ав2102) оснащены штамповочным, заготовительным и испытательным оборудованием, лабораторной и экспериментальной оснасткой, контрольно-измерительными приборами, стендами и наглядными пособиями. Их применение позволяет вести полноценный учебный процесс, проводить практические занятия, а также заниматься с участием студентов исследованиями технологических свойств (штампуемость, сопротивление деформации)

металлов, исследованием методов обработки давлением, опытно-конструкторскими работами, прививая обучающимся навыки самостоятельной научно-исследовательской деятельности и профессиональной деятельности. Данные о программном обеспечении, лабораторном оборудовании представлены в справке МТО.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов моделирования технологических процессов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лабораторным работам;
- выполнение домашних заданий по закреплению тем;
- научно-исследовательская работа студентов;
- участие в тематических дискуссиях, олимпиадах.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;

- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;

- рефлексия.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Основное внимание при изучении дисциплины «Основы компьютерного моделирования технологических процессов ОМД» следует уделять изучению основных математических методов применяющихся при моделировании процессов ОМД.

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться лабораторной работой.

Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам лекций и лабораторных работ.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники, информационные ресурсы Интернета;
- справочные материалы и нормативно-техническая документация;
- методические указания для выполнения лабораторных работ.

ПРИЛОЖЕНИЯ к рабочей программе:

А. Фонд оценочных средств

Б. Структура и содержание дисциплины

Приложение 2 к
рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 15.03.01 "МАШИНОСТРОЕНИЕ"

ОП (профиль): «Машины и технологии обработки металлов давлением в метизных производствах»

Форма обучения: **очно-заочная**

Вид профессиональной деятельности: производственно-технологическая, научно-исследовательская, проектно-конструкторская

Кафедра: «Обработка материалов давлением и аддитивные технологии»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Технологический инжиниринг в ОМД с применением CAE-систем

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:
2.1. Пример билета для проведения зачета
2.2. Примерный перечень вопросов для проведения зачета
2.3. Тематика лабораторных работ

Составитель:

Доцент, к.т.н. Петров М.А.

Доцент, к.т.н. Матвеев А.Г.

Москва 2021

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Технологический инжиниринг в ОМД с применением CAE-систем					
ФГОС ВО **15.03.01 «Машиностроение»**					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИН-ДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ПК-2	Умением обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	**знать:** - теоретические основы численных методов решения красвых задач теплопроводности и пластичности: метод конечных разностей и метод конечных элементов; правила постановки задач для моделирования процессов ОМД в программах QForm и/или Abaqus; **уметь:**	самостоятельная работа, лабораторная работа	УО, ЛР	**Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам **Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к семинарам, к выступлению с докладом, к лабораторным работам

		- моделировать технологические операции ОМД в программах QForm и/или Abaqus, анализировать результаты расчётов, оптимизировать и разрабатывать технологии ОМД с использованием современного САПР; **владеть:** - навыками работы с основными модулями программ QForm и/или Abaqus, навыками работы и создания баз данных материалов, навыками корректной постановки задач численного моделирования			

Приложение 3

к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос, собеседование, Зачет (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Лабораторные работы (ЛР)	Оценка способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, эксперимента и выполнения последующих расчетов, а также составления выводов	Перечень лабораторных работ и их оснащение

2. Описание оценочных средств

2.1. Пример билета для проведения зачёта

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет Машиностроения, кафедра «Обработка материалов давлением и аддитивные технологии»
Дисциплина «Технологический инжиниринг в ОМД с применением CAE-систем»
Образовательная программа «Машины и технологии обработки металлов давлением в метизных производствах»
Курс 4, семестр 8.

БИЛЕТ для проведения зачёта №3

1. Модели материала в CAE программах.
2. Инструментарий Abaqus для анализа напряжённого состояния

Утверждено на заседании кафедры «ОМДиАТ» __.__.20__ г., протокол № ___.

Зав. кафедрой _____ /П.А. Петров

2.2 Примерный перечень вопросов для проведения зачёта

Вопросы к зачету	Код компетенции
Программы CAE в ОМД (обзор)	ПК-2
Модели материалов по Гуку, Ньютону, Бингаму	ПК-2
Простые (идеальное поведение материала) и сложное: причины неидеального поведения деформируемой среды	ПК-2
МКЭ основные положения	ПК-2
Краевая задача	ПК-2
Постановка краевой задачи в перемещениях	ПК-2
Постановка краевой задачи в скоростях	ПК-2
Метод конечных разностей	ПК-2
Сеточная дискретизация расчётной области	ПК-2
Конечно-разностная аппроксимация производных	ПК-2
Напряжение при однородной деформации	ПК-2
Постановка задачи моделирования в программных комплексах QForm и/или Abaqus.	ПК-2
Базы данных материалов, смазок и оборудования	ПК-2
Подготовка геометрии для моделирования	ПК-2
Создание конечно-элементной сетки	ПК-2
Гипотеза «единой кривой»	ПК-2
Пропорциональность напряжений и вызывающих их деформаций; напряжений и вызывающих их скоростей деформации	ПК-2
Феноменологические модели, учитывающие упрочнение и разупрочнение	ПК-2
Зависимость напряжений от температуры	ПК-2
Постановка задачи для моделирования технологических процессов объёмной штамповки в программе QForm	ПК-2
Постановка задачи для моделирования технологических процессов объёмной штамповки в программе Abaqus	ПК-2
Моделирование процессов изотермической штамповки	ПК-2
Постановка задачи для моделирования технологических процессов листовой штамповки в штампах в программе Abaqus	ПК-2
Анализ результатов моделирования в программных комплексах QForm и/или Abaqus	ПК-2
Построение графика силы деформации	ПК-2
Поле скоростей – физический смысл, цель вывода	ПК-2
Температурное поле – цель вывода	ПК-2
Распределение напряжений и накопленной деформации – цель вывода	ПК-2
Влияние температуры штамповки и технологической смазки на характер течения материала и силу деформации	ПК-2
Контактные напряжения	ПК-2
Трассируемые точки – способы вывода, цель вывода	ПК-2

2.3 Темы лабораторных работ

Тема	Код компетенции
Лабораторная работа по постановке задач простейших задач пластического деформирования	**ПК-2**
Лабораторная работа по моделированию тепловых процессов	**ПК-2**
Лабораторная работа по моделированию задач объёмной штамповки	**ПК-2**
Лабораторная работа по моделированию задач листовой штамповки	**ПК-2**
Лабораторная работа по выводу результатов, его анализу и экспорту в другие форматы	**ПК-2**

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «Технологический инжиниринг в ОМД с применением CAE-систем» по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

Профиль: «Машины и технологии обработки металлов давлением в метизных производствах»

Форма обучения очно-заочная

№№ п/п	Раздел	Семестр	Неделя Семестра	Виды уч. работы					Виды сам. работы					форма атт.	
				л	п/с	лаб.	срс	кср	к.р.	к.п.	ргр	реф.	к/р	э	з
1.	Краевая задача. Дифференциальные уравнения, описывающие процессы теплопроводности и пластического деформирования. Постановка краевой задачи в перемещениях. Постановка краевой задачи в скоростях. Краевые условия при решении задач теплопроводности. Краевые условия при решении задач пластичности. Численные методы решения краевых задач.	8	1-2			2	2								
2.	Метод конечных разностей. Сеточная дискретизация расчётной области. Конечно-разностная аппроксимация производных. Интерполяция граничных условий.	8	3-4			2	2								

	Построение системы разностных уравнений. Решение задачи прессования полосы методом конечных разностей.														
3	Метод конечных элементов. Общие положения метода конечных элементов. Дискретизация расчётной области при решении задач методом конечных элементов. Симплекс-элементы. Аппроксимация функций и функции формы для скаляриых величин. Аппроксимация функций и функции формы для векторных величин. Объединение конечных элементов в ансамбль для четырёхэлементной области для скаляриых и векторных величин. Решение задачи теплопроводности стержня методом конечных элементов.	8	5-6			2	2								
4	Постановка задачи моделирования в программных комплексах QForm и/или Abaqus. Базы данных материалов, смазок и оборудования. Подготовка	8	7-8			2	2								

	геометрии для моделирования. Создание конечно-элементной сетки. Задание начальных и граничных условий.														
5	Лабораторные работы по постановке задач простейших задач пластического деформирования.	8	9			1	1								
6	Моделирование процессов теплопроводности в программных комплексах QForm и/или Abaqus. Постановка задачи для моделирования процессов теплопроводности в программе QForm. Постановка задачи для моделирования процессов теплопроводности в программе Abaqus.	8	10-11			2	2								
7	Лабораторные работы по моделированию тепловых процессов.	8	12			1	1								
8	Моделирование процессов ОМД в программных комплексах QForm и/или Abaqus. Постановка задачи для моделирования технологических процессов объёмной штамповки в	8	13-14			2	2								

	программе QForm. Постановка задачи для моделирования технологических процессов объёмной штамповки в программе Abaqus. Моделирование процессов облойной штамповки. Моделирование процессов штамповки в закрытых штампах. Моделирование процессов изотермической штамповки.														
9	Лабораторные работы по моделированию задач объёмной штамповки.	8	15			1	1								
10	Моделирование процессов листовой штамповки в программных комплексах QForm и/или Abaqus. Постановка задачи для моделирования технологических процессов вакуумной формовки в программе QForm. Постановка задачи для моделирования технологических процессов листовой штамповки в штампах в программе Abaqus: штамповка в штампах с прижимом и без, штамповка	8	16			1	1								

	эластичной средой, штамповка в осесимметричной и трёхмерной постановке.														
11	Лабораторные работы по моделированию задач листовой штамповки.	8	17-18			2	2								
	ИТОГО					18	18								3