



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов

03.03.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОТОТИПИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ
ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Направление подготовки (специальность)
15.03.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ

Направленность (профиль/специализация) программы
Системная инженерия в машиностроении

Уровень высшего образования - бакалавриат
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра	Машины и технологии обработки давлением и машиностроения
Курс	2
Семестр	4

Магнитогорск
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 03.09.2015 г. № 957)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и машиностроения

25.02.2021, протокол № 6

Зав. кафедрой  С.И. Платов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

03.03.2021 г. протокол № 4

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры МиТОДиМ, канд. техн. наук  Р.Н. Амиров

Рецензент:

доцент кафедры Механики, канд. техн. наук  М.В. Харченко

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины –освоение системы общих принципов, положений, методов, излагаемых в данной дисциплине, и в приобретении практических навыков моделирования сложных пространственных объектов, а также формировании базовых знаний о номенклатуре и возможностях оборудования, используемого для методов быстрого прототипирования, особенностях его применения, истории возникновения и перспективах использования в современных машиностроительных производствах.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Моделирование и прототипирование сложных пространственных объектов входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Математика для технических специальностей

Технология конструкционных материалов

Физика

Цифровое моделирование физико-химических процессов

Инженерное проектирование механизмов и машин с использованием систем автоматизированного проектирования

Информатика

Начертательная геометрия и компьютерная графика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Проектная деятельность

Проектирование технологических процессов

Технологии дополненной реальности в машиностроительной отрасли

Технологии изготовления деталей машин

Композиционные материалы. Покрытия

Цифровые двойники в машиностроительном производстве

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Моделирование и прототипирование сложных пространственных объектов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
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	- основные математические, физические, химические и др. положения, законы и т.п. сведения, необходимые для применения в области моделирования различных технических процессов. - основные положения теории подобия и моделирования; - классификацию и основные формы математических моделей (ММ); - требования к математическим моделям; - типовые задачи моделирования и способы их решения;

Уметь	- строить математические модели и проводить необходимый объём экспериментов для этого; - определять значимость тех или иных факторов при построении моделей; - проводить исследования объектов с помощью моделей
Владеть	- общепринятыми методиками обработки результатов моделирования; - навыками интерпретации результатов исследований созданных моделей.
ПК-13 способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование	
Знать	- современные конструкции и кинематические схемы 3D принтеров; - принципы синтеза основных технологических операций в процессе производстве металлопродукции; - существующие проектные и технические решения в области аддитивных технологических процессов; - передовой опыт разработки конкурентоспособных технологий.
Уметь	- разрабатывать технические задания на проектирование и изготовление машин, приводов, систем, нестандартного оборудования и технологической оснастки машин, приводов, систем; - проводить проектно-конструкторские и технологические разработки; - разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты сложных изделий с использованием средств автоматизированного проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий; - разрабатывать методические и нормативные документы, технической документации, а также предложений по реализации разработанных проектов и программ.
Владеть	- навыками поиска оптимальных решений при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости.

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 94,1 акад. часов;
- аудиторная – 90 акад. часов;
- внеаудиторная – 4,1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 14,2 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1.								
1.1 Введение. Цели и задачи моделирования и прототипирования сложных пространственных объектов с использованием программных продуктов.	4	8	6/5И		4,2	Изучение материалов лекций и выполнение КР.	Контрольная работа	ПК-2, ПК-13
Итого по разделу		8	6/5И		4,2			
2.								
2.1 Метод конечных элементов. Преимущества и недостатки. История развития метода. Системы анализа, основанные на методе. Программное обеспечение,	4	8	6/5И	10/6,6И	5	Изучение материалов лекций и подготовка к практическому занятию. Выполнение домашнего задания	Аудиторная контрольная работа. Домашнее задание.	ПК-2, ПК-13
Итого по разделу		8	6/5И	10/6,6И	5			
3.								
3.1 Характеристики объектов моделирования	4	8	6/5И	8	5	Изучение материалов лекций и подготовка реферата	Реферат	ПК-2, ПК-13
Итого по разделу		8	6/5И	8	5			
4.								
4.1 Обработка и интерпретация результатов моделирования.	4	8		8		Изучение материалов лекций и выполнение КР.	Реферат	ПК-2, ПК-13
Итого по разделу		8		8				

5.								
5.1 экзамен	4	4		10				ПК-2, ПК-13
Итого по разделу		4		10				
Итого за семестр		36	18/15И	36/6,6И	14,2		экзамен	
Итого по дисциплине		36	18/15И	36/6,6И	14,2		экзамен	ПК-2,ПК-13

5 Образовательные технологии

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Семинар – беседа преподавателя и студентов, обсуждение заранее подготовленных сообщений по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы.

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

Практическое занятие на основе кейс-метода – обучение в контексте моделируемой ситуации, воспроизводящей реальные условия научной, производственной, общественной деятельности. Обучающиеся должны проанализировать ситуацию, разобраться в сути проблем, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них. Кейсы базируются на реальном фактическом материале или же приближены к реальной ситуации.

4. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая
Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:

Лекция «обратной связи» – лекция–провокация (изложение материала с заранее за-планированными ошибками), лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-прессконференция.

Семинар-дискуссия – коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе (межгрупповой диалог, дискуссия как спор-диалог).

5. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (де-монстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Практическое занятие в форме презентации – представление результатов проект-ной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Планирование эксперимента и обработка результатов с использованием ЭВМ : учебное пособие / А. А. Кальченко, К. Г. Пашенко ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - На тит. л. сост. указаны как авторы. - Текст : электронный.

б) Дополнительная литература:

1. Математические методы в инженерии : учебное пособие / А. А. Кальченко, К. Г. Пашенко ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - На обор. тит. л. авт. указаны как сост. - Текст : электронный.

2. Компьютерные технологии в машиностроении : учебное пособие / А. А. Кальченко ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Текст : электронный.

в) Методические указания:

1. Моделирование систем и процессов. Практикум : учебное пособие для вузов / В. Н. Волкова [и др.] ; под редакцией В. Н. Волковой. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 295 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01442-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <http://www.biblio-online.ru/bcode/451288> (дата обращения: 19.10.2020).

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
MathWorks MathLab v.2014 Classroom License	К-89-14 от 08.12.2014	бессрочно

Maple 14 Classroom License	К-113-11 от 11.04.2011	бессрочно
Autodesk Architecture 2011 Master Suite	К-526-11 от 22.11.2011	бессрочно
Autodesk AutoCad 2011 Master Suite	К-526-11 от 22.11.2011	бессрочно
АСКОН Компас 3D В.16	Д-261-17 от 16.03.2017	бессрочно
APM WinMachine 2010	Д-262-12 от 15.02.2012	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лаборатория резки и сварки: Программируемые станки (с ЧПУ).

Машины универсальные испытательные на растяжение, сжатие, скручивание.
Мерительный инструмент.

Приборы для измерения твердости по методам Бринелля и Роквелла.
Микротвердомер измерения твердости по Виккерсу.

Печи термические.

Микроскопы МИМ-6, МИМ-7.

Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

Компьютерные классы с соответствующим ПО.

Плакаты по первичным преобразователям (лаборатория каф. МиТОДиМ)

Датчики (лаборатория каф. МиТОДиМ).

Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации;
видеопроектор, экран настенный, компьютер; тестовые задания для текущего контроля успеваемости

Комплект печатных и электронных версий методических рекомендаций, учебное пособие, плакаты по темам «Автоматизация производственных процессов в машиностроении». Оборудование для обработки резкой. Образцы машиностроительных материалов и образцы из специальных сталей и сплавов

Комплект методических рекомендаций, учебное пособие, плакаты по темам «Автоматизация сварочных процессов»

1. Машины универсальные испытательные на растяжение, сжатие, скручивание.

2. Мерительный инструмент.

3. Приборы для измерения твердости по методам Бринелля и Роквелла.

4. Микротвердомер.

5. Печи термические.

Микроскопы МИМ-6, МИМ-7.

Доска, мультимедийный проектор, экран

Персональные компьютеры с пакетом MS Office и выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования

Инструменты для ремонта лабораторного оборудования

Приложение 1

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

По дисциплине «Моделирование и прототипирование сложных пространственных объектов» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся. Самостоятельная работа студентов предусматривает выполнение контрольных работ и курсовое проектирование.

Задания по самостоятельной работе для контрольных работ

Изучить сущность основных видов формоизменения металлов давлением и составить отчёт (по заданию преподавателя);

1. Изучить свойства материалов заготовок (механические, физические и др.) для формоизменения и составить отчёт (по заданию преподавателя);
2. Изучить методы формообразования штамповкой и составить отчёт (по заданию преподавателя);
3. Изучить формообразования прокаткой и составить отчёт (по заданию преподавателя);
4. Изучить технологию формообразования прессованием и составить отчёт (по заданию преподавателя);
5. Изучить комбинированные физико-механические методы формообразования прессованием и составить отчёт (по заданию преподавателя);
6. Предоставить отчет о патентном поиске – «Лучшие изобретения и перспективы технологического развития процессов прокатки», «Лучшие изобретения и перспективы технологического развития процессов волочения», «Лучшие изобретения в листовой штамповке и перспективы ее технологического развития».
7. Подготовить презентацию и выступить с докладом на практическом занятии с обзором лучших изобретений по одному из направлений ОМД.

Вопросы самоконтроля для студентов для подготовки к экзамену

1. Предмет и задачи курса.
2. Характеристика современного этапа развития моделирования средствами сканирования, ЭВМ и ПО.
3. Моделирование и основные алгоритмы создания моделей.
4. Особенности моделирования различных процессов и явлений.
5. Создание трехмерных и псевдотрехмерных поверхностей.
6. Особенности использования цифровых моделей объектов.
7. Программные средства для создания различных видов моделей.
8. Регулярные модели.
9. Общая схема создания по сканированным снимкам.
10. Области использования растровых и векторных моделей. Типовые задачи, решаемые с использованием различных моделей.
11. Сапр в 3д моделировании.
12. Рабочее поле SENSE сканера
13. Как работает сканер.
14. Примеры обработки изображений на ПО.
15. Построить модель пирамиды в 3д ПО.
16. Произвести конвертацию файлов для подготовки 3д печати.
17. Описание 3д сканера.
18. Сколько может быть эксудеров.
19. Какие материалы используются для 3д печати.
20. Объектно-ориентированное и параметрическое 3D моделирование.
21. Система твердотельного моделирования. Основные инструменты эскиза.
22. Геометрические взаимосвязи в эскизе.
23. Основные инструменты создания элементов 3D моделей.

24. Моделирование геометрических объектов.
25. Система твердотельного моделирования SolidWorks. Моделирование прямозубых зубчатых колес.
26. Система твердотельного моделирования. Работа со сборками. Виды сопряжений в сборках.
27. Быстрое прототипирование и изготовление изделий, преимущества и недостатки.
28. Процессы быстрого прототипирования и изготовления. Отверждение на твердом основании.
29. Процессы быстрого прототипирования и изготовления. Моделирование методом наплавления.
30. Функциональное проектирование в САПР. Математические модели. Классификация математических моделей. 11
31. Основные требования к ММ. Адекватность, точность, универсальность, экономичность.
32. Сущность метода конечных элементов в проекционной постановке. Метод взвешенных невязок. Метод Галеркина.
33. Типы конечных элементов. Классификация.
34. Основные принципы работы с программами анализа по методу конечных элементов.
35. Аналогии топологических уравнений в подсистемах различной физической природы.

Самостоятельная работа студентов построена таким образом, что в процессе работы студенты закрепляют знания, полученные в процессе теоретического обучения, тем самым формируют профессиональные умения и навыки.

В процессе изучения дисциплины осуществляется текущий и периодический контроль результатов освоения учебного курса. Текущий контроль осуществляется непосредственно в процессе усвоения, закрепления, обобщения и систематизации знаний, умений, владения навыками и позволяет оперативно диагностировать и корректировать, совершенствовать знания, умения и владение навыками студентов, обеспечивает стимулирование и мотивацию их деятельности на каждом занятии. Текущий контроль осуществляется в форме устного опроса (собеседования).

Периодический контроль, цель которого обобщение и систематизация знаний, проверка эффективности усвоения студентами определенного, логически завершенного содержания учебного материала осуществляется в форме защиты лабораторных и практических работ.

Задания на практике:

- «Спроектировать технический процесс производства уголка... по ГОСТ диаметром ... мм. Для чего:
- «Спроектировать технический процесс производства двутавра... по ГОСТ марки ... мм. Для чего:
- «Спроектировать технический процесс производства полосы... по ГОСТ толщиной, шириной ... мм. Для чего:

1. Определить требования к готовой продукции (в соответствии с действующей нормативно-технической документацией).
2. Выбрать и обосновать заготовку для изготовления уголка (размер, форма, марка стали, состояние поставки).
3. Выбрать и обосновать принципиальную структуру проектируемого технического процесса.
4. Определить и обосновать структуру технологического процесса (вид, назначение и последовательность основных и вспомогательных операций).
5. Рассчитать режимы подготовки структуры и поверхности металла к технологическому процессу.
6. Выбрать и обосновать способ ОМД.
7. Рассчитать маршруты получения деталей в машиностроении
8. Рассчитать геометрические параметры технологического инструмента, выбрать его конструкцию и материалы для изготовления.

Приложение 2

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

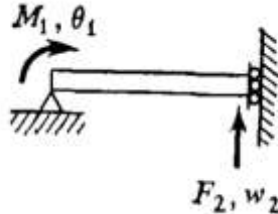
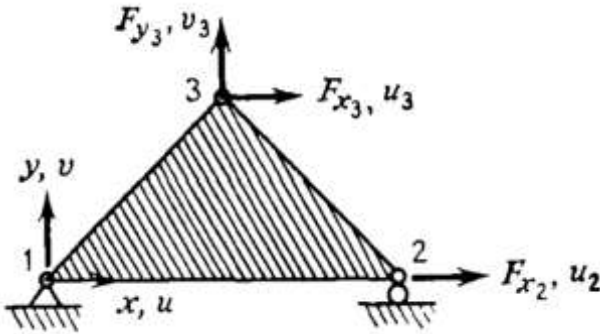
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-2 умением обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов		
Знать	- основные математические, физические, химические и др. положения, законы и т.п. сведения, необходимые для применения в области моделирования различных технических процессов. - основные положения теории подобия и моделирования; - классификацию и основные формы математических моделей (ММ); - требования к математическим моделям; - типовые задачи моделирования и способы их решения.	Вопросы к экзамену: Назовите основные этапы алгоритма построения аналитической модели. Назовите основные этапы алгоритма построения эмпирической модели. Расскажите о различиях в алгоритмах построения аналитической и эмпирической моделей. Назовите источники априорной информации. Что является результатом анализа априорной информации? Какие требования предъявляются к входным и выходным факторам? Что такое критерий оптимизации? Перечислите виды критериев оптимизации. Что такое ранг? Что такое формализация? Что такое интерпретация? Что такое эксперимент? Что такое планирование эксперимента? Обозначьте цели планирования эксперимента. Что такое опыт? Какие виды экспериментов существуют? Что такое план эксперимента? Что такое нулевой уровень фактора? Как он выбирается? Что такое интервал варьирования? Как он выбирается?

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		Что такое полный факторный эксперимент? Что такое матрица планирования эксперимента? Назовите свойства матрицы полного факторного эксперимента. Что такое дробная реплика? Что такое рандомизация? Какова цель проведения рандомизации? Что такое экстремальный эксперимент? Что такое интерполяционный эксперимент? Что такое многофакторная линейная регрессия? Как оценивается точность многофакторной линейной регрессионной модели? Как оценивается адекватность многофакторной линейной регрессионной модели? Какие значения может принимать множественный коэффициент корреляции? Что такое нелинейные модели с «внутренней линейностью»? Какие бывают нелинейные модели с «внутренней линейностью»? Что такое нелинейные модели с «внутренней нелинейностью»? Обозначьте основные этапы метода включения переменных. Что такое корреляционная матрица? Что такое частный критерий Фишера для входной переменной? Что он характеризует? Обозначьте основные этапы метода исключения переменных. 1. Что такое интерпретация модели? Для чего выполняется интерпретация модели? Обозначьте этапы интерпретации модели. Что такое градиент функции? Почему при отыскании максимума критерия оптимизации можно перемещаться по градиенту? Что делать, если не удалось решить задачу оптимизации для исследуемого объекта?
Уметь	- строить математические модели и проводить необходимый объём	Реферат. Подготовьте обзор на тему (примерные темы): Моделирование образования напряжений в прототипе полученном на 3D принтере.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	экспериментов для этого; - определять значимость тех или иных факторов при построении моделей; - проводить исследования объектов с помощью моделей.	Снижение размерности задач, на примере _____. Моделирование технологического процесса электродуговой сварки _____ и т.д. Аудиторные задания: Выведите из зависимостей критерии подобия для указанного процесса. Примените энергетический подход для составления модели в МКЭ для указанного процесса. Решить следующее одномерное дифференциальное уравнение В одномерном пространстве P1 определено следующее одномерное дифференциальное уравнение для нахождения функции u на промежутке от 0 до 1. На границах области, значение функции u равно 0: $P1 : \begin{cases} u''(x) = f(x) \text{ in } (0, 1), \\ u(0) = u(1) = 0, \end{cases}$ где f известная функция, u неизвестная функция от x. u'' вторая производная от u по x. Решение поставленной задачи методом конечных элементов разобьём на 2 этапа: Переформулировать граничную задачу в так называемую слабую (вариационную) форму. На этом этапе вычислений почти не требуется. Разобить слабую форму на конечные отрезки-элементы.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		Функция u с нулевыми значениями на концах (голубая), и аппроксимация этой функции отрезками (красная). Получите законы движения физической системы по заданным уравнениям . 1. В задании уравнения полных кинетической и потенциальной энергий. 2. Продифференцировать уравнения в символьном виде с помощью математического пакета. 3. Получить дифференциальные уравнения движения. 3. Решить дифференциальные уравнения движения с помощью математического пакета. 4. Представить результат в виде уравнения зависимости перемещений от времени и

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		графиков перемещений. 5. Показать возможные примеры реальных систем с подобными уравнениями $Q_r = f(Q_r(T, U, Q_r, \dots, q_1, q_2, q_3, \dots, v_1, v_2, v_3, \dots, a_1, a_2, a_3, \dots, m_1, m_2, m_3, m_4, m_5, m_6, e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6))$ % Компоненты уравнения Лагранжа $dT_d_dqdt = \text{diff}(T, v_1) + \text{diff}(T, v_2) + \text{diff}(T, v_3)$ % При дифференцировании по скоростей dqdt по времени t получим ускорения % ddqdt, т.е. заменим скорости dqdt ускорениями ddqdt $ddT_d_dqdt_dt = \text{diff}(dT_d_dqdt, v_1) \cdot a_1 + \text{diff}(dT_d_dqdt, v_2) \cdot a_2 + \text{diff}(dT_d_dqdt, v_3) \cdot a_3$ $dT_dq = \text{diff}(T, q_1) + \text{diff}(T, q_2) + \text{diff}(T, q_3)$ $dU_dq = \text{diff}(U, q_1) + \text{diff}(U, q_2) + \text{diff}(U, q_3)$ $Q_r = ddT_d_dqdt_dt - dT_dq + dU_dq;$
Владеть	- общепринятыми методиками обработки результатов моделирования; - навыками интерпретации результатов исследований созданных моделей.	Задачи для самостоятельного решения. 1. Получите смешанную форму зависимостей между силами и перемещениями для балочного элемента (см. (2.3)). 2. Для заданной матрицы податливости балочного элемента проверьте, что величина дополнительной энергии деформации равна аналогичной энергии для свободно опертого элемента.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		$\begin{Bmatrix} F_2 \\ M_1 \end{Bmatrix} = \frac{L}{6EI} \begin{bmatrix} 2L^2 & -3L \\ -3L & 6 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} w_2 \\ \theta_1 \end{Bmatrix}.$  Рис. P2.2. 3. Ниже вписана матрица податливости для треугольного пластинчатого элемента, находящегося в плоском напряженном состоянии (рис. P2.3). Вычислите матрицу жесткости элемента и проверьте правильность полученного результата, сравнивая ее с матрицей жесткости, показанной на рис. 5.4. $\begin{Bmatrix} u_2 \\ u_3 \\ v_3 \end{Bmatrix} = \frac{2}{Et x_2 y_3} \begin{bmatrix} x_2^2 & x_2 x_3 & -\mu x_2 y_3 \\ x_2 x_3 & 2(1 + \mu)y_3^2 + x_3^2 & -\mu x_2 y_3 \\ -\mu x_2 y_3 & -\mu x_2 y_3 & y_3^2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} F_{x1} \\ F_{x3} \\ F_{y3} \end{Bmatrix}$  Рис. P2.3.

ПК-13 способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
вводимое оборудование		
Знать	- современные конструкции и кинематические схемы 3D принтеров; - принципы синтеза основных технологических операций в процессе производстве металлопродукции; - существующие проектные и технические решения в области аддитивных технологических процессов; - передовой опыт разработки конкурентоспособных технологий.	Вопросы к экзамен: 1. Предмет и задачи курса. 2. Характеристика современного этапа развития моделирования средствами сканирования, ЭВМ и ПО. 3. Моделирование и основные алгоритмы создания моделей. 4. Особенности моделирования различных процессов и явлений. 5. Создание трехмерных и псевдотрехмерных поверхностей. 6. Особенности использования цифровых моделей объектов. 7. Программные средства для создания различных видов моделей. 8. Регулярные модели. 9. Общая схема создания по сканированным снимкам. 10. Области использования растровых и векторных моделей. Типовые задачи, решаемые с использованием различных моделей. 11.Сапр в 3д моделировании. 12.Рабочее поле SENSE сканера 13. Как работает сканер. 14. Примеры обработки изображений на ПО. 15. Построить модель пирамиды в 3д ПО. 16. Произвести конвертацию файлов для подготовки 3д печати. 17. Описание 3д сканера. 18. Сколько может быть эксудеров. 19.Какие материалы используются для 3д печати. 20.Объектно-ориентированное и параметрическое 3D моделирование. 21.Система твердотельного моделирования. Основные инструменты эскиза. 22.Геометрические взаимосвязи в эскизе. 23. Основные инструменты создания элементов 3D моделей. 24. Моделирование геометрических объектов. 25.Система твердотельного моделирования SolidWorks. Моделирование прямозубых зубчатых колес.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		26. Система твердотельного моделирования. Работа со сборками. Виды сопряжений в сборках. 27. Быстрое прототипирование и изготовление изделий, преимущества и недостатки. 28. Процессы быстрого прототипирования и изготовления. Отверждение на твердом основании. 29. Процессы быстрого прототипирования и изготовления. Моделирование методом наплавления. 30. Функциональное проектирование в САПР. Математические модели. Классификация математических моделей. 11 31. Основные требования к ММ. Адекватность, точность, универсальность, экономичность. 32. Сущность метода конечных элементов в проекционной постановке. Метод взвешенных невязок. Метод Галеркина. 33. Типы конечных элементов. Классификация. 34. Основные принципы работы с программами анализа по методу конечных элементов. 35. Аналогии топологических уравнений в подсистемах различной физической природы.
Уметь	- разрабатывать технические задания на проектирование и изготовление машин, приводов, систем, нестандартного оборудования и технологической оснастки машин, приводов, систем; - проводить проектно-конструкторские и технологические разработки; - разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты сложных изделий с использованием средств автоматизированного проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий; - разрабатывать методические и	Задания на практике: - «Спроектировать технический процесс производства уголка... по ГОСТ диаметром ... мм. Для чего: - «Спроектировать технический процесс производства двутавра... по ГОСТ марки ... мм. Для чего: - «Спроектировать технический процесс производства полосы... по ГОСТ толщиной, шириной ... мм. Для чего:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	нормативные документы, технической документации, а также предложений по реализации разработанных проектов и программ.	
Владеть	- навыками поиска оптимальных решений при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости.	1. Определить требования к готовой продукции (в соответствии с действующей нормативно-технической документацией). 2. Выбрать и обосновать заготовку для изготовления уголка (размер, форма, марка стали, состояние поставки). 3. Выбрать и обосновать принципиальную структуру проектируемого технического процесса. 4. Определить и обосновать структуру технологического процесса (вид, назначение и последовательность основных и вспомогательных операций). 5. Рассчитать режимы подготовки структуры и поверхности металла к технологическому процессу. 6. Рассчитать маршруты получения деталей в машиностроении 7. Рассчитать геометрические параметры технологического инструмента, выбрать его конструкцию и материалы для изготовления.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Моделирование и прототипирование сложных пространственных объектов» включает теоретические вопросы и тестирование, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, умений и владений, и проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в письменной форме по билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и один практический вопрос.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.