

Рабочая программа
утверждена решением
Учёного совета
ВФ НИТУ «МИСИС»
от «15» мая 2025 г.
протокол № 8-25

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Компьютерное моделирование и проектирование машин и агрегатов

Закреплена за кафедрой Технологии и оборудования обработки металлов давлением

Направление подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль Инжиниринг технологического оборудования

Квалификация	бакалавр		
Форма обучения	заочная		
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ		
Часов по учебному плану	108	Формы контроля	в семестрах:
в том числе:		зачет	9
аудиторные занятия	10		
самостоятельная работа	96		

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	9 (5.1)			
Неделя	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	4	4	4	4
Практические	6	6	6	6
Контроль самостоятельной работы	2	2	2	2
В том числе в форме практ.подготовки	14	14	14	14
Итого ауд.	10	10	10	10
Контактная работа	12	12	12	12
Сам. работа	96	96	96	96
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

к.т.н., Доц., Ефремов Д.Б.

Рабочая программа

Компьютерное моделирование и проектирование машин и агрегатов

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование (приказ от 25.11.2021 г. № 465 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

15.03.02 Технологические машины и оборудование, МО-25 ЗО.plx Инжиниринг технологического оборудования, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ «МИСИС» 26.12.2024, протокол № 4-24

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Технологии и оборудования обработки металлов давлением

Протокол от 27.04.2025 г., №8

Зав. кафедрой Горбатьюк С.М.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ	
1.1	освоить основные программы твердотельного моделирования и компьютерного дизайна;
1.2	ознакомить со способами и методами моделирования технических объектов и технологических процессов, компьютерные программы моделирования отечественных и зарубежных производителей, применяемые при проектировании процессов и объектов оборудования трубного производства;
1.3	

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Научно-исследовательская работа
2.1.2	Инжиниринг технологических процессов металлургического производства
2.1.3	Научно-исследовательская работа
2.1.4	Технологии конструкционных материалов
2.1.5	Экспериментальные методы исследования машин
2.1.6	Метрология, стандартизация и сертификация
2.1.7	Механика
2.1.8	Материаловедение
2.1.9	Информатика
2.1.10	Информационные технологии
2.1.11	Компьютерная графика
2.1.12	Начертательная геометрия и инженерная графика
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Деформационные модули
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР
2.2.3	Преддипломная практика

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ	
ПК-1: Способен осуществлять обработку научно-технической информации и результатов исследований	
Знать:	
ПК-1-31 методы проведения исследований процессов производства и работы машин и агрегатов с помощью моделирования и проектирования с использованием соответствующих компьютерных программ	
ПК-1-31 отечественный и международный опыт в области компьютерного моделирования и проектирования машин и агрегатов	
Уметь:	
ПК-1-У1 применять методы проведения исследований процессов производства и работы машин и агрегатов с помощью моделирования и проектирования с использованием соответствующих компьютерных программ	
ПК-1-У1 применять компьютерные программы моделирования и проектирования машин и агрегатов	
Владеть:	
ПК-1-В1 методами проведения исследований процессов производства и работы машин и агрегатов с помощью моделирования и проектирования с использованием соответствующих компьютерных программ	
ПК-1-В1 навыками моделирования и проектирования машин и агрегатов с использованием ЭВМ	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература и эл. ресурсы	Примечание
	Раздел 1. Цели и задачи компьютерного моделирования и проектирования машин и агрегатов обработки металлов давлением, классификация и этапы построения математических моделей, их реализация на ЭВМ					

1.1	Цели и задачи компьютерного моделирования и проектирования машин и агрегатов ОМД, основные понятия и определения /Лек/	9	0,25	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.2 Э1	
1.2	Работа с литературой и конспектом лекций /Ср/	9	16	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.2 Э1	
	Раздел 2. Основы моделирования процессов упругой и пластической деформации на современных ЭВМ					
2.1	Основы механики твердого деформируемого тела, параметры напряженно-деформированного состояния металла, 2d- и 3d-задачи. /Лек/	9	0,5	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.2 Э1	
2.2	Базы реологических свойств материалов, граничных условий процессов пластической деформации и теплообмена /Лек/	9	0,25	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.2 Э1	
2.3	Основы метода конечных элементов, «матрица жесткости» и параметры настройки вычислительного процесса /Лек/	9	0,5	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.2	
2.4	Структура современных программ для моделирования процессов ОМД, НДС в деталях инструмента и оборудова-ния, твердотельное моделирование деталей технологической оснастки /Лек/	9	0,5	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.2	
2.5	Определение схем напряженно-деформированного состояния металла для специальных условий нагружения тел, расчет усредненных значений параметров деформаций, скоростей деформаций и напряжений /Пр/	9	0,25	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.2	
2.6	Физическое моделирование процесса осадки и расчет параметров напряженно-деформированного состояния при операциях осадки и изгиба, определение параметров напряженно-деформированного состояния /Пр/	9	0,25	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.2	
2.7	Основы моделирования реологических свойств металлов и сплавов при разных условиях нагружений /Пр/	9	0,25	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.2	
2.8	Изучение граничных условий процессов деформации металла и определение коэффициента контактного трения при пластической деформации /Пр/	9	0,25	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.2	
2.9	Создание эскизов твердых тел в вычислительной среде QDraft и выбор параметров процессов горячей пластической деформации /Пр/	9	0,25	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.2	
2.10	Основы метода конечных элементов, матрица жесткости и настройка параметров моделирования напряженно-деформированного состояния металла /Пр/	9	0,25	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.2	
2.11	Работа с литературой и конспектом лекций. Выполнение домашних заданий и расчётно-графических работ. /Ср/	9	40	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.2	
	Раздел 3. Моделирование процессов упругой и пластической деформации в среде QForm и Solid-works, проектирование деталей оснастки и деталей машин трубного производства					
3.1	Моделирование процессов ОМД в производстве проката, железнодорожных колес и труб, использование трассируемых точек, возможности программы QForm /Лек/	9	0,5	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Э1 Э2	

3.2	Интерпретация информации, полученной при моделировании, оптимизация технологических процессов и конструкций машин в металлургическом производстве на базе результатов моделирования /Лек/	9	0,5	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Э1 Э2	
3.3	Проектирование деталей сложной геометрии в вычислительной среде Solidworks, примеры использования программ с определением полей напряжений и деформаций под нагрузкой /Лек/	9	0,5	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
3.4	Оптимизация геометрии высоконагруженных деталей машин и создание сборок из деталей. Примеры проектирования деталей и узлов металлургического оборудования, заключение /Лек/	9	0,5	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
3.5	Моделирование предварительных операций штамповки железно-дорожных колёс, контроль изменения значений параметров НДС и температуры, контроль процесса с использованием трассируемых точек в программе QForm /Пр/	9	0,25	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
3.6	Расчёт упругих деформаций и напряжений в теле высоконагруженных деталей инструмента и оборудования /Пр/	9	0,25	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
3.7	Многооперационные модели процессов, их анализ и оптимизация деталей оснастки или оборудования по выбранным критериям /Пр/	9	0,5	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
3.8	Моделирование процессов прессования и прошивки труб на прессе /Пр/	9	0,5	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
3.9	Инструменты эскиза в программе SOLIDWORKS, создание проекций тел сложной геометрии /Пр/	9	0,5	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
3.10	Проектирование объёмных тел сложной формы, имитация деформаций и напряженного состояния деталей при наложении внешних усилий и напряжений, определение параметров НДС металла с использованием SOLIDWORKS SIMULATION и коррекция геометрии тел по дереву конструирования /Пр/	9	0,5	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
3.11	Проектирование деталей из листа в среде SOLIDWORKS, получение развёртки поверхности листовой детали /Пр/	9	0,5	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
3.12	Проектирование силовых деталей для приводов поступательного движения машин и агрегатов трубного производства с наложением внешних нагрузок, определение параметров НДС металла и оптимизация геометрии тел /Пр/	9	0,5	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
3.13	Проектирование силовых деталей прокатных станов с наложением внешних нагрузок, определение параметров НДС металла и оптимизация геометрии тел /Пр/	9	0,5	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
3.14	2 Создание сборок из отдельных деталей машин и агрегатов трубного производства, позиционирование деталей в пространстве /Пр/	9	0,5	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Э1 Э2 Э3	
3.15	Работа с литературой и конспектом лекций. Выполнение домашних заданий и расчётно-графических работ /Ср/	9	40	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.1 Э1 Э2 Э3	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

Вопросы к экзамену и текущему контролю (ПК-1.1, ПК-1.2):

1. Основы механики твердого деформируемого тела, параметры напряженно-деформированного состояния металла, 2d- и 3d-задачи, определение схем НДС при осадке, растяжении и изгибе.
2. Как использовать информацию об интенсивности напряжений и его изменения во времени, полученное в

трассируемой точке?

3. Как использовать информацию о поле напряжений «по Мизесу» для оценки работоспособности деталей оборудования или инструмента?

4. Как использовать информацию о поле средних напряжений и его изменение во времени, полученное в трассируемой точке?

5. От каких условий процесса зависит температура в конкретной точке деформируемого металла и ее изменение во времени, какое значение имеет температура деформации для качества металла?

6. Зависимость сопротивления деформации металла от степени, скорости деформации и температуры, содержание базы реологических свойств материалов,

7. Значение начальных и граничных условий процессов пластической деформации и теплообмена, основы метода конечных элементов, «матрица жесткости» и параметры настройки вычислительного процесса (на примерах изучаемых программ).

8. Классификация современных программ для моделирования процессов ОМД, значение понятия «напряженно-деформированное состояние» металла деталей инструмента и оборудования, современные программы твердотельного моделирования деталей технологической оснастки.

9. Моделирование процессов ОМД в производстве проката, железнодорожных колес и труб, использование трассируемых точек, построение силовой характеристики процесса, возможности программы QForm.

10. Какие распределенные параметры технологических процессов позволяют визуализировать такие программы, как QForm и Deform, как можно эти данные использовать?

11. На основе каких критериев и каким образом можно улучшить технологический процесс или конструкцию машины в металлургическом производстве на базе результатов моделирования?

12. Провести моделирование производства детали заданной геометрии и из заданного металла за несколько переходов горячей объёмной штамповки.

13. Как спроектировать деталь сложной геометрии в вычислительной среде Solidworks, дать пример использования инструментов Эскиза, Авторазмера, Элементов.

14. Провести диагностику детали силового оборудования с определением полей напряжений и деформаций металла детали под нагрузкой.

15. Оптимизация геометрии высоконагруженных деталей машин и создание сборок из деталей, на примере проектирования деталей и узлов металлургического оборудования.

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.

Домашнее задание разделы 2,3 (ПК-1.1, ПК-1.2)

Контрольная работа разделы 1, 2 (ПК-1.1, ПК-1.2)

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

По курсу в седьмом семестре предусмотрен экзамен. (ПК-1.1, ПК-1.2)

Билет включает один теоретический вопрос и решение задач, разбираемых на практических занятиях.

Билеты хранятся на кафедре.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине предусмотрена в форме экзамена.

Для допуска к экзамену необходимо выполнение следующих условий:

1. Регулярное посещение лекционных и практических занятий
2. Выполнение всех предусмотренных по дисциплине контрольных мероприятий

При сдаче домашнего задания предусмотрена система оценивания по пятибальной системе.

Для успешной сдачи домашнего задания необходимо грамотно и верно ответить на 2 теоретических вопроса или 1 теоретический вопрос и решить задачу.

Шкала оценивания знаний обучающихся на экзамене:

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

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

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

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

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

Возможно проставление оценки за экзамен на основе оценок контрольных мероприятий семестра

Результат освоения компетенций (частей компетенций) устанавливается следующим образом:

Оценка «Хорошо» - Компетенция сформирована.
 Оценка «Удовлетворительно» - Компетенция сформирована.
 Оценка «Неудовлетворительно» - Компетенция не сформирована.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Большаков В.П., Бочков А.П.	Основы 3 D-моделирования. Изучаем работу в AutoCAD, КОМПАС- 3, SolidWorks Inventor: учебник	Электронный каталог	СПб Питер, 2013
Л1.2	Леушин И.О. Леушин И.О.	Моделирование процессов и объектов в металлургии: учебник	Электронный каталог	Москва ФОРУМ, ИНФРА-М, 2013

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	А.А. Алямовский SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике М.: ДМК – 432 с. 2007	https://dwg.ru/dnl/1441
Э2	Научная электронная библиотека МИСИС. Компьютерное моделирование технологических процессов ОМД: лаб. практикум/С.М. Крискович [и др.], 2019	http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=12059
Э3	Научная электронная библиотека МИСИС. Информационные технологии при проектировании процессов: лаб. практикум/М.М. Скрипаленко, М.Н., 2013	http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=9545

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	- MS Office
П.2	- LMS Canvas
П.3	- MS Teams
П.4	- ОС Windows
П.5	- QForm

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru – URL: https://elibrary.ru/
И.2	Научная электронная библиотека МИСИС - URL: http://elibrary.misis.ru/login.php
И.3	Электронная библиотечная система (ЭБС) – «Университетская библиотека онлайн» открытый круглосуточный доступ через интернет с регистрацией в библиотеке и вводом пароля.- URL: http://biblioclub.ru/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
2	Компьютерное моделирование и проектирование машин и агрегатов	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к интернету
5	Компьютерное моделирование и проектирование машин и агрегатов	Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест с компьютерами, проектор, экран, интерактивная доска

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

- Посещать все виды занятий.
- Своевременно зарегистрироваться на рекомендованные электронные ресурсы -LMS Canvas и MS Teams.
- При возникновении любых вопросов по содержанию курса и организации работы своевременно обращаться к преподавателю (в часы очных консультаций, через MS Teams или LMS Canvas).
- Активно работать с нормативно-правовыми базами сайтов, находящимся в открытом доступе в сети Интернет.
- Иметь доступ к компьютеру, подключенному к сети Интернет.

Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации на LMS Canvas.

Дополнительная литература (с литературой можно работать на кафедре в часы консультации и СР)