

Рабочая программа утверждена

решением Учёного совета  
ВФ НИТУ МИСиС  
от «26» мая 2022г.  
протокол № 7-22

## 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	<b>бакалавр</b>
Форма обучения	<b>заочная</b>
Общая трудоемкость	<b>3 ЗЕТ</b>
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)		Итого	
	уп	рп	уп	рп
Неделя	19			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	4	4	4	4
Практические	6	6	6	6
Контроль самостоятельной работы	2	2	2	2
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-22 ЗО.plx Инжиниринг технологического оборудования, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСиС" 25.02.2022, протокол № 5-22

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Технологии и оборудования обработки металлов давлением**

Протокол от 20.05.2022 г., №9

Зав. кафедрой Горбатюк 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
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
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	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
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

<b>ПК-1: Способен осуществлять обработку научно-технической информации и результатов исследований</b>	
<b>ПК-1.2: Применяет методы исследования с дальнейшей обработкой полученной информации, интерпретирует результаты и делать выводы</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-1.2-31 методы проведения исследований процессов производства и работы машин и агрегатов с помощью моделирования и проектирования с использованием соответствующих компьютерных программ	
<b>ПК-1.1: Осуществляет анализ и обобщение передового отечественного и международного опыта в соответствующей научной области исследований</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-1.1-31 отечественный и международный опыт в области компьютерного моделирования и проектирования машин и агрегатов	
<b>ПК-1.2: Применяет методы исследования с дальнейшей обработкой полученной информации, интерпретирует результаты и делать выводы</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-1.2-У1 применять методы проведения исследований процессов производства и работы машин и агрегатов с помощью моделирования и проектирования с использованием соответствующих компьютерных программ	
<b>ПК-1.1: Осуществляет анализ и обобщение передового отечественного и международного опыта в соответствующей научной области исследований</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-1.1-У1 применять компьютерные программы моделирования и проектирования машин и агрегатов	
<b>ПК-1.2: Применяет методы исследования с дальнейшей обработкой полученной информации, интерпретирует результаты и делать выводы</b>	
<b>Владеть:</b>	
ПК-1.2-В1 методами проведения исследований процессов производства и работы машин и агрегатов с помощью	

моделирования и проектирования с использованием соответствующих компьютерных программ						
<b>ПК-1.1: Осуществляет анализ и обобщение передового отечественного и международного опыта в соответствующей научной области исследований</b>						
<b>Владеть:</b>						
ПК-1.1-В1 навыками моделирования и проектирования машин и агрегатов с использованием ЭВМ						
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ</b>						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература и эл. ресурсы	Примечание
	<b>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</b>					
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	
	<b>Раздел 2. Основы моделирования процессов упругой и пластической деформации на современных ЭВМ</b>					
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 оборудования, 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	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 расчетно-графических работ. /Ср/	9	40	ПК-1.1 ПК-1.2	Л1.2	
	<b>Раздел 3. Моделирование процессов упругой и пластической деформации в среде QForm и Solid-works, проектирование деталей оснастки и деталей машин трубного производства</b>					
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 пятибалльной 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 «Отлично» - Компетенция сформирована.

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, составители	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	<a href="https://dwg.ru/dnl/1441">https://dwg.ru/dnl/1441</a>
Э2	Научная электронная библиотека МИСиС. Компьютерное моделирование технологических процессов ОМД: лаб. практикум/С.М. Крискович [и др.], 2019	<a href="http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=12059">http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=12059</a>
Э3	Научная электронная библиотека МИСиС. Информационные технологии при проектировании процессов: лаб. практикум/М.М. Скрипаленко, М.Н., 2013	<a href="http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=9545">http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=9545</a>

#### 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: <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
И.2	Научная электронная библиотека МИСиС - URL: <a href="http://elibrary.misis.ru/login.php">http://elibrary.misis.ru/login.php</a>
И.3	Электронная библиотечная система (ЭБС) – «Университетская библиотека онлайн» открытый круглосуточный доступ через интернет с регистрацией в библиотеке и вводом пароля.- URL: <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>

**7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Ауд.	Назначение	Оснащение
2	Компьютерное моделирование и проектирование машин и агрегатов	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска
5	Компьютерное моделирование и проектирование машин и агрегатов	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска

**8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

1. Посещать все виды занятий.
  2. Своевременно регистрироваться на рекомендованные электронные ресурсы -LMS Canvas и MS Teams.
  3. При возникновении любых вопросов по содержанию курса и организации работы своевременно обращаться к преподавателю (в часы очных консультаций, через MS Teams или LMS Canvas).
  4. Активно работать с нормативно-правовыми базами сайтов, находящимся в открытом доступе в сети Интернет.
  5. 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)