

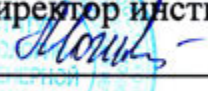
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт технологий и инженерной механики
Кафедра обработки металлов давлением и сварки

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

 Могильная Е.П.

« 18 » 04 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

По направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение

Профиль подготовки «Информационные технологии обработки металлов
давлением»

Луганск 2023

Лист согласования РПУД

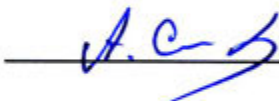
Рабочая программа учебной дисциплины «Имитационное моделирование технических систем» по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение. – __ с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Имитационное моделирование технических систем» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 9 августа 2021 года № 727.

СОСТАВИТЕЛЬ:

канд. техн. наук, доцент Стоянов А.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры обработки металлов давлением и сварки
«11» 04 2023 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой  А.А. Стоянов

Переутверждена: «__» _____ 20__ г., протокол № __

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики
«18» 04 2023 г., протокол № 3

Председатель учебно-методической
комиссии института технологий
и инженерной механики

 С.Н. Ясуник

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Целями изучения дисциплины являются: формирование у обучающихся системного подхода в вопросах реализации анализа технологических процессов, оснастки и оборудования для обработки давлением в рамках их рационального проектирования и совершенствования; обеспечение обучающихся необходимыми знаниями и умениями в области предпроектного имитационного моделирования профильных технических систем.

Задачами изучения дисциплины являются: изучение принципов и методов имитационного моделирования (математического, аналогового и, ограниченно, физического), применяемых при проектировании технических систем обработки давлением.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Имитационное моделирование технических систем» относится к модулю профессиональных дисциплин, части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплинам по выбору учебного плана по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение.

Основывается на базе дисциплин: «Физика», «Математика», «Информатика и информационные технологии», «Теоретическая механика».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Технологияковки и объемной штамповки», «Автоматизация кузнечно-штамповочного производства», «Кузнечно-штамповочное оборудование».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Студенты, завершившие изучение дисциплины «Имитационное моделирование технических систем», должны:

знать:

основные естественнонаучные законы и закономерности, используемые в процессе изготовления продукции и производства изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда; основные понятия и методы решения оптимизационных задач;

методы и правила проекционного черчения и оформления конструкторской документации; метод проекций, элементы геометрии деталей и виды изделий, основные понятия и методы решения оптимизационных задач, методы создания и исследования математических моделей технологических процессов с использованием компьютерной техники;

общие сведения о деталях машин и истории развития их конструкций, технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании;

уметь:

использовать физико-математический аппарат для решения задач,

возникающих в ходе профессиональной деятельности; уметь выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты; применять методы для решения задач проектирования современной технологии машиностроения;

использовать информацию компьютерных сетей в профессиональной деятельности, выполнять графические работы в соответствии с нормами ЕСКД с использованием компьютерных технологий, уметь выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты;

анализировать условия работы конкретных деталей, узлов и машин и обосновывать основные требования, которым они должны отвечать;

владеть:

навыками применения современного математического инструментария для решения задач в профессиональной деятельности, умением оценивать результаты измерений, математическими методами и программными средствами;

способами наглядного графического представления результатов исследования, оформления эскизов и чертежей деталей машин, изображения сборочных единиц, сборочного чертежа изделия, навыками формализации задач различных этапов технологического проектирования и уметь использовать прогрессивные методы разработки и эксплуатации САПР ТП;

методами анализа конкретных условий эксплуатации машины; умением формулировать требования, предъявляемые к деталям и машинам при их проектировании.

Перечисленные результаты образования являются основой для формирования следующей компетенции (*в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы (ОПОП)*):

профессиональной:

способен осуществлять разработку, проектирование и контроль штамповой оснастки и кузнечных инструментов (ПК-7).

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	108 (3,0 зач. ед)	144 (4,0 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	51	10
Лекции	34	6
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	17	4
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	57	134
Итоговая аттестация	зачет	зачет

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Анализ и синтез процессов и объектов обработки металлов давлением.

Определение понятия «система». Задачи анализа (прямые задачи). Задачи параметрического синтеза. Принципы структурно-параметрического подхода к совершенствованию технологических процессов.

Тема 2. Системный подход к анализу и синтезу процессов и объектов ОМД, как сложных систем. Структурные модели.

Основные понятия и определения. Этапы системного анализа и их детализация. Особенности системного анализа процессов и объектов в обработке металлов давлением. Выбор подхода к моделированию.

Тема 3. Определение и назначение моделирования. Классификация математических моделей.

Постановка цели моделирования. Построение модели. Классификация математических моделей в зависимости от оператора модели. Варианты описания неопределенности параметров. Разделение моделей на одномерные, двумерные и трехмерные.

Тема 4. Системные принципы построения математических моделей.

Подготовка к построению математической модели. Классический подход к построению модели.

Тема 5. Этапы построения математических моделей.

Обследование объекта моделирования. Концептуальная постановка задачи моделирования. Математическая постановка задачи моделирования. Выбор метода решения задачи. Реализация математической модели на ЭВМ. Проверка адекватности моделей.

Тема 6. Разработка структуры математических моделей функционирования технологических процессов ОМД.

Классификация технологических процессов и систем. Представления технологических процессов и систем.

Тема 7. Теоретические основы вычислительного эксперимента.

Этапы постановки вычислительного эксперимента. Основные достоинства имитационного моделирования. Недостатки имитационного моделирования. Вероятностное имитационное моделирование. Этапы методики статистического моделирования.

Тема 8. Обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов.

Основные положения метода наименьших квадратов. Точность обработки экспериментальных данных методом наименьших квадратов.

Тема 9. Численный анализ процессов и объектов ОМД. Проекционные методы решения задач ОМД.

Метод Ритца. Метод Галеркина.

Тема 10. Численный анализ процессов и объектов ОМД. Метод конечных элементов.

Понятие о методах конечных элементов. Этапы метода конечных элементов. Получение локальных матрицы жесткости и вектора нагрузок конечного элемента.

Тема 11. Численный анализ процессов и объектов ОМД. Стандартные пакеты прикладных программ для решения задач моделирования процессов и объектов ОМД.

Краткий обзор универсального математического процессора Mathcad. Расчетный комплекс Ansys Multiphysics с подключенным расчетным модулем LS-DYNA. Возможности программы Deform 3D. Пакеты программ MathLAB и MathCAD.

Тема 12. Общая постановка задач оптимизации.

Постановка и решение задачи принятия решения. Выбор критериев оптимальности. Понятие «целевая функция». Оценка решаемости задач оптимизации. Классификация численных методов решения задач нелинейного программирования.

Тема 13. Численные методы решения задач одномерной оптимизации.

Методы поиска экстремума функции одной переменной. Метод золотого сечения. Метод парабол.

Тема 14. Методы минимизации функций многих переменных.

Методы спуска. Метод покоординатного спуска. Метод Коши (наискорейшего спуска или крутого восхождения). Метод сопряженных градиентов.

Тема 15. Общие сведения о структуре и возможностях САПР в области прессования.

Система САПР INPRESS. Основные параметры системы САПР INPRESS.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Задачи анализа и синтеза процессов и объектов ОМД, как сложных систем	2	-
2	Системный подход к анализу и синтезу процессов и объектов ОМД, как сложных систем. Структурные модели	2	2
3	Определение и назначение моделирования. Классификация математических моделей	2	-
4	Системные принципы построения математических моделей	2	-
5	Этапы построения математических моделей	2	-
6	Разработка структуры математических моделей функционирования технологических процессов ОМД	2	-
7	Теоретические основы вычислительного эксперимента	2	-
8	Обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов	2	2
9	Численный анализ процессов и объектов ОМД. Проекционные методы решения задач ОМД	2	-
10	Численный анализ процессов и объектов ОМД. Метод конечных элементов	2	-
11	Численный анализ процессов и объектов ОМД. Стандартные	2	-

	пакеты прикладных программ для решения задач моделирования процессов и объектов ОМД		
12	Общая постановка задач оптимизации	2	-
13	Численные методы решения задач одномерной оптимизации	4	-
14	Методы минимизации функций многих переменных	4	-
15	Общие сведения о структуре и возможностях САПР в области прессования	2	2
Итого:		34	6

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Математическая модель усилия и работы деформирования	2	2
2	Математическая модель прочности инструмента	2	-
3	Математическая модель стойкости рабочего инструмента	2	-
4	Математическая модель разрушения металла при обработке давлением	2	-
5	Математическая модель восстановления запаса пластичности в процессе отжига после холодной деформации	1	-
6	Оценка разрушения металла в условиях горячей деформации	1	-
7	Математическая модель устойчивости заготовки. Общие понятия об устойчивости	1	-
8	Математическая модель потери устойчивости. Критерии устойчивости	2	-
9	Математическая модель формирования геометрических и метрологических свойств изделия	1	-
10	Математическая модель формирования физико-механических свойств	1	2
11	Требования, предъявляемые к алгоритмическим моделям.	1	-
12	Требования, предъявляемые к машинным моделям	1	-
Итого:		17	4

4.5. Лабораторные работы. Учебным планом выполнение лабораторных работ не предусмотрено.

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	2	3	4	5
1	Задачи анализа и синтеза процессов и объектов ОМД, как сложных систем	Поиск, анализ, структурирование и изучение информации по темам. Подготовка к промежуточному контролю.	4	9
2	Системный подход к анализу и синтезу процессов и объектов ОМД, как сложных систем. Структурные модели		4	9
3	Определение и назначение моделирования. Классификация математических моделей		4	9
4	Системные принципы построения		4	9

	математических моделей	практическим лабораторным занятиям. Подготовка итоговому контролю.	и к		
5	Этапы построения математических моделей			4	9
6	Разработка структуры математических моделей функционирования технологических процессов ОМД			4	9
7	Теоретические основы вычислительного эксперимента			4	9
8	Обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов			4	9
9	Численный анализ процессов и объектов ОМД. Проекционные методы решения задач ОМД			4	9
10	Численный анализ процессов и объектов ОМД. Метод конечных элементов			4	9
11	Численный анализ процессов и объектов ОМД. Стандартные пакеты прикладных программ для решения задач моделирования процессов и объектов ОМД			4	9
12	Общая постановка задач оптимизации			4	9
13	Численные методы решения задач одномерной оптимизации			3	9
14	Методы минимизации функций многих переменных			2	8
15	Общие сведения о структуре и возможностях САПР в области прессования			4	9
Итого:				57	134

4.7. Курсовые проекты. Учебным планом выполнение курсового проекта не предусмотрено.

5. Образовательные технологии

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;
- использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям;
- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;
- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; самостоятельная работа; проблемное обучение.

6. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Вьюненко, Л. Ф. Имитационное моделирование : учебник и практикум для академического бакалавриата / Л. Ф. Вьюненко, М. В. Михайлов, Т. Н. Первозванская ; под редакцией Л. Ф. Вьюненко. - Москва : Издательство Юрайт, 2019. - 283 с. - (Бакалавр. Академический курс). - ISBN 978-5-534-01098-5. - Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. - URL: <https://biblio-online.ru/bcode/432159>.

2. Дреус, Ю. Г. Имитационное моделирование : учебное пособие для вузов / Ю. Г. Дреус, В. В. Золотарёв. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2020. - 142 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-11385-3. - Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. - URL: <https://biblio-online.ru/bcode/456381>.

3. Сторожев М. В. Теория обработки металлов давлением [Текст] : учебник / М. В. Сторожев, Е. А. Попов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1977. - 423 с.

б) дополнительная литература:

4. Боев, В. Д. Имитационное моделирование систем : учебное пособие для прикладного бакалавриата / В. Д. Боев. - Москва : Издательство Юрайт, 2019. - 253 с. - (Бакалавр. Прикладной курс). - ISBN 978-5-534-04734-9. - Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. - URL: <https://biblio-online.ru/bcode/438785>.

5. Советов, Б. Я. Моделирование систем : учебник для академического бакалавриата / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. - 7-е изд. - Москва : Издательство Юрайт, 2019. - 343 с. - (Бакалавр. Академический курс). - ISBN 978-5-9916-3916-3. - Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. - URL: <https://biblio-online.ru/bcode/425228>

6. Теория пластических деформация металлов / Унксов Е.П., Джонсон У., Колмогоров В.Л. и др.; Под ред. Унксова Е.П., Овчинникова А.Г. – М.: Машиностроение, 1983. – 598 с.

7. Малинин, Н. Н. Прикладная теория пластичности и ползучести : учебник для бакалавриата и магистратуры / Н. Н. Малинин. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2019. - 402 с. - (Бакалавр и магистр. Академический курс). - ISBN 978-5-534-05330-2. - Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. - URL: <https://biblio-online.ru/bcode/438959>.

8. Малинин, Н. Н. Технологические задачи пластичности и ползучести : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / Н. Н. Малинин. — 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2019. - 121 с. - (Бакалавр и магистр. Академический курс). - ISBN 978-5-534-10115-7. - Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. - URL: <https://biblio-online.ru/bcode/438958>.

9. Зализняк, В. Е. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. - Москва :

Издательство Юрайт, 2020. - 133 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-12249-7. - Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. - URL: <https://biblio-online.ru/bcode/447100>.

10. Оленев В. Л. Моделирование систем [Текст] : учеб. пособие / В. Л. Оленев ; М-во образования и науки Рос. Федерации, С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : ГУАП, 2015. - 95 с.

11. Теория обработки металлов давлением (Вариационные методы расчета усилий и деформации) [Текст] / И. Я. Тарновский [и др.] ; под ред. И. Я. Тарновского. - М. : Машиностроение, 1988. - 496 с.

12. Евстратов В. А. Теория обработки металлов давлением [Текст] : сб. задач и упражнений : учеб. пособие для вузов по спец. "Машины и технология обработки металлов давлением" / В. А. Евстратов. - Харьков : Вища школа, 1984. - 104 с.

в) методические рекомендации:

1. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Моделирование объектов профессиональной деятельности» для бакалавров направления 15.03.01 Машиностроение профиль «Информационные технологии обработки металлов давлением» / Сост. А.А. Стоянов. – Луганск: изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2016. – 32 с.

г) Интернет-ресурсы:

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

2. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

3. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

4. Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

5. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

6. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

9. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

10. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

11. Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Имитационное моделирование технических систем» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет (при необходимости добавить специальное оборудование, которым оснащена академическая аудитория).

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Антивирус	Avast	http://www.avast.com/ru-ru/index
Браузер	FirefoxMozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	MozillaThunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	FarManager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Распознавание текста	CuneiForm	http://cognitiveforms.ru/products/cuneiform/
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Видеоплеер	MediaPlayerClassic	http://mpc.darkhost.ru/
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Имитационное моделирование технических систем»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п / п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-7	Способен осуществлять разработку, проектирование и контроль штамповой оснастки и кузнечных инструментов	ПК-7.1. Знает технические требования, предъявляемые к штамповой оснастке и кузнечным инструментам	Тема 1. Задачи анализа и синтеза процессов и объектов ОМД, как сложных систем	5
				Тема 2. Системный подход к анализу и синтезу процессов и объектов ОМД, как сложных систем. Структурные модели	5
				Тема 3. Определение и назначение моделирования. Классификация математических моделей	5
				Тема 4. Системные принципы построения математических моделей	5
				Тема 5. Этапы построения математических моделей	5
				Тема 6. Разработка структуры математических моделей функционирования технологических процессов ОМД	5
				Тема 7. Теоретические основы вычислительного эксперимента	5
				Тема 8. Обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов	5
				Тема 9. Численный анализ процессов и объектов ОМД. Проекционные методы решения задач ОМД	5
				Тема 10. Численный анализ процессов и объектов ОМД. Метод конечных элементов	5
				Тема 11. Численный анализ процессов и объектов ОМД. Стандартные пакеты прикладных программ для решения задач моделирования процессов и объектов ОМД	5
				Тема 12. Общая постановка задач оптимизации	5
				Тема 13. Численные методы решения задач одномерной оптимизации	5
				Тема 14. Методы минимизации функций многих переменных	5
				Тема 15. Общие сведения о структуре и возможностях САПР в области прессования	5
			ПК-7.2. Умеет разрабатывать	Тема 1. Задачи анализа и синтеза процессов и объектов ОМД, как сложных систем	5

		технические и организационные решения, направленные на повышение работоспособности штамповой оснастки и кузнечных инструментов	Тема 2. Системный подход к анализу и синтезу процессов и объектов ОМД, как сложных систем. Структурные модели	5
			Тема 3. Определение и назначение моделирования. Классификация математических моделей	5
			Тема 4. Системные принципы построения математических моделей	5
			Тема 5. Этапы построения математических моделей	5
			Тема 6. Разработка структуры математических моделей функционирования технологических процессов ОМД	5
			Тема 7. Теоретические основы вычислительного эксперимента	5
			Тема 8. Обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов	5
			Тема 9. Численный анализ процессов и объектов ОМД. Проекционные методы решения задач ОМД	5
			Тема 10. Численный анализ процессов и объектов ОМД. Метод конечных элементов	5
			Тема 11. Численный анализ процессов и объектов ОМД. Стандартные пакеты прикладных программ для решения задач моделирования процессов и объектов ОМД	5
			Тема 12. Общая постановка задач оптимизации	5
			Тема 13. Численные методы решения задач одномерной оптимизации	5
			Тема 14. Методы минимизации функций многих переменных	5
			Тема 15. Общие сведения о структуре и возможностях САПР в области прессования	5
		ПК-7.3. Владеет навыками разработки рекомендаций по оптимизации эксплуатационных режимовковки и штамповки дляувеличения ресурса работоспособности штамповой оснастки и кузнечных инструментов	Тема 1. Задачи анализа и синтеза процессов и объектов ОМД, как сложных систем	5
			Тема 2. Системный подход к анализу и синтезу процессов и объектов ОМД, как сложных систем. Структурные модели	5
			Тема 3. Определение и назначение моделирования. Классификация математических моделей	5
			Тема 4. Системные принципы построения математических моделей	5
			Тема 5. Этапы построения математических моделей	5
			Тема 6. Разработка структуры математических моделей функционирования технологических процессов ОМД	5
			Тема 7. Теоретические основы вычислительного эксперимента	5
			Тема 8. Обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов	5
			Тема 9. Численный анализ процессов и	5

				объектов ОМД. Проекционные методы решения задач ОМД	
				Тема 10. Численный анализ процессов и объектов ОМД. Метод конечных элементов	5
				Тема 11. Численный анализ процессов и объектов ОМД. Стандартные пакеты прикладных программ для решения задач моделирования процессов и объектов ОМД	5
				Тема 12. Общая постановка задач оптимизации	5
				Тема 13. Численные методы решения задач одномерной оптимизации	5
				Тема 14. Методы минимизации функций многих переменных	5
				Тема 15. Общие сведения о структуре и возможностях САПР в области прессования	5

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п / п	Код контрол и-руемой компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ПК-7	ПК-7.1. Знает технические требования, предъявляемые к штамповой оснастке и кузнечным инструментам	<i>знать:</i> основные естественнонаучные законы и закономерности, используемые при моделировании технических систем; принципы структурно-параметрического подхода к совершенствованию технологических процессов обработки давлением; <i>уметь:</i> сформулировать задачи анализа и синтеза процессов и объектов обработки давлением, как сложных систем; <i>владеть:</i> навыками реализации системного подхода к анализу и синтезу процессов и объектов обработки давлением, как сложных систем	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9, Тема 10, Тема 11, Тема 12, Тема 13, Тема 14, Тема 15	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, рефераты, зачет.
		ПК-7.2. Умеет разрабатывать технические и организационные решения, направленные на повышение работоспособности штамповой оснастки и	<i>знать:</i> системные принципы построения математических моделей процессов и объектов обработки давлением; <i>уметь:</i> формулировать концептуальную и математическую постановку задач моделирования процессов и объектов обработки давлением; <i>владеть:</i> навыками разработки структуры математических	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9, Тема 10,	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, рефераты, зачет.

	кузнечных инструментов	моделей функционирования технологических процессов и поведения объектов обработки давлением	Тема 11, Тема 12, Тема 13, Тема 14, Тема 15	
	ПК-7.3. Владеет навыками разработки рекомендаций по оптимизации эксплуатационных режимовковки и штамповки для увеличения ресурса работоспособности штамповой оснастки и кузнечных инструментов	<i>знать:</i> основные положения методов численного анализа в обработке давлением и проекционных методов решения задач обработки давлением; <i>уметь:</i> применять численные методы решения задач одномерной оптимизации, методы поиска экстремума функции одной переменной, метод золотого сечения, метод парабол; <i>владеть:</i> методами обработки экспериментальных данных и решения задач оптимизации	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9, Тема 10, Тема 11, Тема 12, Тема 13, Тема 14, Тема 15	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, рефераты, зачет.

**Фонды оценочных средств по дисциплине
«Имитационное моделирование технических систем»**

**Вопросы для комбинированного контроля усвоения
теоретического материала (устно или письменно):**

1. Задачи анализа и синтеза процессов и объектов ОМД, как сложных систем.
2. Определение понятия «система».
3. Задачи анализа (прямые задачи).
4. Задачи параметрического синтеза.
5. Принципы структурно-параметрического подхода к совершенствованию технологических процессов.
6. Системный подход к анализу и синтезу процессов и объектов ОМД, как сложных систем. Структурные модели.
7. Этапы системного анализа и их детализация.
8. Особенности системного анализа процессов и объектов в обработке металлов давлением.
9. Выбор подхода к моделированию.
10. Определение и назначение моделирования. Классификация математических моделей.
11. Постановка цели моделирования. Построение модели.
12. Классификация математических моделей в зависимости от оператора модели.

13. Варианты описания неопределенности параметров.
14. Разделение моделей на одномерные, двумерные и трехмерные.
15. Системные принципы построения математических моделей.
16. Подготовка к построению математической модели.
17. Классический подход к построению модели.
18. Этапы построения математических моделей.
19. Обследование объекта моделирования.
20. Концептуальная постановка задачи моделирования.
21. Математическая постановка задачи моделирования.
22. Выбор метода решения задачи.
23. Реализация математической модели на ЭВМ.
24. Проверка адекватности моделей.
25. Разработка структуры математических моделей функционирования технологических процессов ОМД.
26. Классификация технологических процессов и систем.
27. Представления технологических процессов и систем.
28. Теоретические основы вычислительного эксперимента.
29. Этапы постановки вычислительного эксперимента.
30. Основные достоинства имитационного моделирования.
31. Недостатки имитационного моделирования.
32. Вероятностное имитационное моделирование.
33. Этапы методики статистического моделирования.
34. Обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов.
35. Основные положения метода наименьших квадратов.
36. Точность обработки экспериментальных данных методом наименьших квадратов.
37. Численный анализ процессов и объектов ОМД. Проекционные методы решения задач ОМД.
38. Метод Ритца.
39. Метод Галеркина.
40. Численный анализ процессов и объектов ОМД. Метод конечных элементов.
41. Понятие о методах конечных элементов.
42. Этапы метода конечных элементов.
43. Получение локальных матрицы жесткости и вектора нагрузок конечного элемента.
44. Численный анализ процессов и объектов ОМД. Стандартные пакеты прикладных программ для решения задач моделирования процессов и объектов ОМД.
45. Основные характеристики универсального математического процессора Mathcad.
46. Расчетный комплекс Ansys Multiphysics с подключенным расчетным модулем LS-DYNA.
47. Возможности программы Deform 3D.

48. Пакеты программ MathLAB и MathCAD.
49. Общая постановка задач оптимизации
50. Постановка и решение задачи принятия решения.
51. Выбор критериев оптимальности.
52. Понятие «целевая функция».
53. Оценка решаемости задач оптимизации.
54. Классификация численных методов решения задач нелинейного программирования.
55. Численные методы решения задач одномерной оптимизации
56. Методы поиска экстремума функции одной переменной.
57. Метод золотого сечения. Метод парабол.
58. Методы минимизации функций многих переменных
59. Методы спуска. Метод покоординатного спуска.
60. Метод Коши (наискорейшего спуска или крутого восхождения).
61. Метод сопряжённых градиентов.
62. Общие сведения о структуре и возможностях САПР в области прессования.
63. Система САПР INPRESS. Основные параметры системы.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «комбинированный контроль усвоения теоретического материала»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Темы практических занятий

Практическое занятие 1. Математическая модель усилия и работы деформирования.

Практическое занятие 2. Математическая модель прочности инструмента.

Практическое занятие 3. Математическая модель стойкости рабочего инструмента.

Практическое занятие 4. Математическая модель разрушения металла при обработке давлением.

Практическое занятие 5. Математическая модель восстановления запаса пластичности в процессе отжига после холодной деформации.

Практическое занятие 6. Оценка разрушения металла в условиях горячей деформации.

Практическое занятие 7. Математическая модель устойчивости заготовки. Общие понятия об устойчивости.

Практическое занятие 8. Математическая модель потери устойчивости. Критерии устойчивости.

Практическое занятие 9. Математическая модель формирования геометрических и метрологических свойств изделия.

Практическое занятие 10. Математическая модель формирования физико-механических свойств.

Практическое занятие 11. Требования, предъявляемые к алгоритмическим моделям.

Практическое занятие 12. Требования, предъявляемые к машинным моделям.

Вопросы для контроля усвоения материала по темам практических занятий:

1. Принципы структурно-параметрического подхода к совершенствованию технологических процессов.
2. Системный подход к анализу и синтезу процессов и объектов ОМД, как сложных систем. Структурные модели.
3. Особенности системного анализа процессов и объектов в обработке металлов давлением.
4. Выбор подхода к моделированию.
5. Определение и назначение моделирования. Классификация математических моделей.
6. Классификация математических моделей в зависимости от оператора модели.
7. Разделение моделей на одномерные, двухмерные и трехмерные.
8. Системные принципы построения математических моделей.
9. Классический подход к построению модели.
10. Обследование объекта моделирования.
11. Концептуальная постановка задачи моделирования.
12. Выбор метода решения задачи.
13. Реализация математической модели на ЭВМ.
14. Разработка структуры математических моделей функционирования технологических процессов ОМД.
15. Представления технологических процессов и систем.
16. Теоретические основы вычислительного эксперимента.
17. Этапы постановки вычислительного эксперимента.
18. Недостатки имитационного моделирования.
19. Вероятностное имитационное моделирование.

20. Обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов.
21. Основные положения метода наименьших квадратов.
22. Точность обработки экспериментальных данных методом наименьших квадратов.
23. Численный анализ процессов и объектов ОМД. Проекционные методы решения задач ОМД.
24. Численный анализ процессов и объектов ОМД. Метод конечных элементов.
25. Понятие о методах конечных элементов.
26. Получение локальных матрицы жесткости и вектора нагрузок конечного элемента.
27. Численный анализ процессов и объектов ОМД. Стандартные пакеты прикладных программ для решения задач моделирования процессов и объектов ОМД.
28. Общая постановка задач оптимизации
29. Постановка и решение задачи принятия решения.
30. Выбор критериев оптимальности.
31. Оценка решаемости задач оптимизации.
32. Классификация численных методов решения задач нелинейного программирования.
33. Численные методы решения задач одномерной оптимизации
34. Метод золотого сечения. Метод парабол.
35. Методы спуска. Метод покоординатного спуска.
36. Общие сведения о структуре и возможностях САПР в области прессования.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «контроль усвоения материала по темам практических занятий»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Темы рефератов:

1. Статистические модели в технологии кузнечно-штамповочного

производства.

2. Разработка статистических моделей методом парного регрессионного анализа.

3. Применение электронных таблиц MS Excel для разработки регрессионных моделей.

4. Построение математических моделей технологических процессов кузнечно-штамповочного производства на основе анализа формоизменения металла в моделируемых процессах.

5. Моделирование процесса объёмной штамповки поковок типа шестерён с использованием вариационного метода.

6. Применение метода конечных разностей для математического моделирования процесса нагрева.

7. Сущность метода граничных элементов применительно к задачам математического моделирования процессов штамповки.

8. Разработка математических моделей процессов ОМД методом расчетного планируемого эксперимента.

9. Прямое и обратное моделирование процессов штамповки

10. Применение метода математического моделирования для управления процессом листовой штамповки.

11. Сущность аналогового моделирования применительно к задачам ОМД.

12. Физическая сущность поляризационно-оптического моделирования.

13. Проектирование штампового инструмента с учётом данных поляризационно-оптического моделирования.

14. Особенности физического моделирования процессов ОМД.

15. Основные условия физического моделирования технологических процессов кузнечно-штамповочного производства.

16. Подobie деформационно-силовой схемы, температурно-скоростного режима, механического режима, контактных условий и их реализация в конкретных технологических процессах.

17. Константы, критерии и законы подобия; геометрическое, механическое и физическое подобие в ОМД.

18. Применение законов подобия в обработке металлов давлением применительно к моделированию процессов холодного и горячего деформирования.

19. Разработка рациональных технологических процессов кузнечно-штамповочного производства по данным физического моделирования.

20. Физическое моделирование, выполняемое с целью изучения кинематики течения металла в процессах ОМД.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «реферат»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Реферат представлен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.). Оформлен в соответствии с требованиями предъявляемыми к данному виду работ.
4	Реферат представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.). В оформлении допущены некоторые неточности в соответствии с требованиями предъявляемыми к данному виду работ.
3	Реферат представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.). В оформлении допущены ошибки в соответствии с требованиями предъявляемыми к данному виду работ.
2	Реферат представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет)

1. Понятие математической модели и математического моделирования.
2. Разновидности математических моделей в ОМД.
3. Общая характеристика статистических моделей в технологии кузнечно-штамповочного производства.
4. Методика разработки статистических моделей по данным планируемого эксперимента.
5. Разработка статистических моделей методом парного регрессионного анализа.
6. Применение электронных таблиц MS Excel для разработки регрессионных моделей.
7. Построение математических моделей технологических процессов кузнечно-штамповочного производства на основе анализа формоизменения металла в моделируемых процессах.
8. Сущность и применяемые расчетные методы. Моделирование процесса объёмной штамповки поковок типа шестерён с использованием вариационного метода.
9. Применение метода конечных разностей для математического моделирования процесса нагрева.
10. Моделирование процесса штамповки методом конечных элементов и методом верхней оценки.
11. Сущность метода граничных элементов применительно к задачам

математического моделирования процессов штамповки.

12. Разработка математических моделей процессов ОМД методом расчетного планируемого эксперимента.

13. Параметрическая идентификация расчетных моделей: сущность, технологическая эффективность.

14. Сущность прямого и обратного моделирования процессов штамповки.

15. Методы расчета формоизменения при прямом и обратном моделировании процессов штамповки.

16. Применение метода математического моделирования для управления процессами листовой штамповки.

17. Сущность аналогового моделирования применительно к задачам ОМД.

18. Принцип электрического моделирования.

19. Применение электрического моделирования в задачах калибровки волоочильного инструмента.

20. Физическая сущность поляризационно-оптического моделирования.

21. Особенности моделирования поляризационно-оптическим методом неупругих задач.

22. Применение поляризационно-оптического моделирования для решения технологической задачи совершенствования формы бойков при протяжке.

23. Проектирование штампового инструмента с учётом данных поляризационно-оптического моделирования.

24. Поляризационно-оптическое моделирование влияния характера заполнения ручья на напряжения в штампе и поковке.

25. Особенности физического моделирования процессов ОМД.

26. Задачи физического моделирования процессов ковки и штамповки.

27. Факторы, обеспечивающие реализацию возможностей физического моделирования.

28. Геометрический фактор в физическом моделировании процессов ОМД.

29. Влияние формы и размеров заготовок на заполнение ручья, формирование структуры и свойств поковок при физическом моделировании.

30. Основные условия физического моделирования технологических процессов кузнечно-штамповочного производства.

31. Подobie деформационно-силовой схемы, температурно-скоростного режима, механического режима, контактных условий и их реализация в конкретных технологических процессах.

32. Константы, критерии и законы подобия.

33. Геометрическое, механическое и физическое подобие в ОМД.

34. Требования первой и второй теории подобия.

35. Применение законов подобия в обработке металлов давлением

применительно к моделированию процессов холодного и горячего деформирования.

36. Условия приближенного моделирования в ОМД.

37. Выбор модельных материалов и конкретизация особенностей моделирования на примере процесса вытяжки детали.

38. Разработка рациональных технологических процессов кузнечно-штамповочного производства по данным физического моделирования.

39. Физическое моделирование, выполняемое с целью изучения кинематики течения металла в процессах ОМД.

40. Методы, цели, практическое применение физического моделирования с целью изучения кинематики течения металла.

41. Физическое моделирование процессовковки и штамповки с целью назначения рациональных режимов деформирования.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «промежуточный контроль (зачет)»

Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено
Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	
Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.	не зачтено

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)