



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

АКТУАЛИЗИРОВАНО
решением ученого совета ИТЭ
протокол №8 от 16.04.2024

УТВЕРЖДАЮ

Директор

института теплоэнергетики

_____ С.О. Гапоненко

«30» мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.01.02.03 Основы моделирования процессов и аппаратов

(Код и наименование дисциплины в соответствии с РУП)

Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов
и производств

(Код и наименование направления подготовки)

Направленность(и) *
(профиль(и))

Цифровые технологии машиностроения
(Наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

(Бакалавр / Магистр)

г. Казань, 2023

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
Теоретические основы теплотехники	Зав кафедрой, д.т.н., доцент	Дмитриев Андрей Владимирович

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	Теоретические основы теплотехники	05.05.2023	257	_____ Зав. кафедрой ТОТ, д.т.н., доцент Дмитриев Андрей Владимирович
Согласована	Теоретические основы теплотехники	05.05.2023	257	_____ Зав. кафедрой ТОТ, д.т.н., доцент Дмитриев Андрей Владимирович
Согласована	Учебно-методический совет ИТЭ	30.05.2023	9	_____ Директор ИТЭ, к.т.н., доцент Гапоненко С.О.
Одобрена	Ученый совет ИТЭ	30.05.2023	9	_____ Директор ИТЭ, к.т.н., доцент Гапоненко С.О.

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

(Цель и задачи освоения дисциплины, соответствующие цели ОП)

Целью освоения дисциплины «Основы моделирования процессов и аппаратов» является использование современных информационных технологий и методов математического моделирования при проектировании и анализе технологических процессов и аппаратов в машиностроении.

Задачами дисциплины являются:

- освещение принципов и методов моделирования процессов и аппаратов машиностроения;
- изучение моделирования на существующих методах анализа процессов;
- освоение путей модернизации современных процессов машиностроения путем моделирования;
- ознакомление с принципами взаимосвязи научных исследований с моделированием новых технологических процессов.
- создание новых конструктивных решений на основе моделей и многокритериальной оптимизации.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-1 Способен собирать и анализировать исходные информационные данные, проводить диагностику состояния, участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем	ПК-1.3 Проводит диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа
ПК-3 Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления	ПК-3.2 Демонстрирует умение контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий, в работах по моделированию продукции, технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования
ПК-4 Способен применять системы автоматизированного проектирования для построения конструкций изделий и расчета технологического оборудования	ПК-4.1 Знает классификацию современных систем автоматизированного проектирования

2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. Основы расчета и конструирования, Перспективное высокоэффективное теплообменное оборудование, Теоретические основы расчета технологического оборудования

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. Оптимизация технологических процессов и оборудования, Производственная практика (преддипломная)

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)	
			7	8
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	10	360	216	144
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	–	164	108	56
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	3,17	114	74	40
Лекции	0,67	24	14	10
Практические (семинарские) занятия	0,83	30	30	0
Лабораторные работы	1,67	60	30	30
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	6,83	246	142	104
Проработка учебного материала	3,83	138	70	68
Курсовая работа	1	36	36	0
Подготовка к промежуточной аттестации	2	72	36	36
Промежуточная аттестация:			Э	Э
			КР	-

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1	28	2	6	6	14	ТК1	ПК-1.3, ПК-4.3
Раздел 2	28	2	6	6	14	ТК1	ПК-1.В, ПК-3.У, ПК-4.3
Раздел 3	28	2	6	6	14	ТК2	ПК-3.В, ПК-4.3
Раздел 4	30	4	6	6	14	ТК2	ПК-1.3, ПК-4.В
Раздел 5	30	4	6	6	14	ТК3	ПК-1.В, ПК-3.В, ПК-4.У
Курсовая работа	36				36	ОМкр	ПК-1.В, ПК-3.У, ПК-4.3
Экзамен	36				36	ОМ 1	ПК-1.3, ПК-1.В, ПК-3.У, ПК-3.В, ПК-4.3, ПК-4.В, ПК-4.У
Итого за 7 семестр	216	14	30	30	142		
Раздел 6	26	2	8	-	16	ТК4	ПК-1.У, ПК-3.В, ПК-4.У
Раздел 7	26	2	8	-	16	ТК5	ПК-3.3, ПК-4.3
Раздел 8	30	4	8	-	18	ТК6	ПК-1.В, ПК-3.У, ПК-4.3
Раздел 9	26	2	6	-	18	ТК6	ПК-1.3, ПК-4.У
Экзамен	36				36	ОМ 2	ПК-1.3, ПК-1.У, ПК-1.В, ПК-3.3, ПК-3.У, ПК-3.В, ПК-4.3, ПК-4.У
Итого за 8 семестр	144	10	30	0	104		
ИТОГО	360	24	60	30	246		

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Основы моделирования процессов и аппаратов.
Тема 1.1. Общая характеристика физического моделирования.
Тема 1.2. Общая схема математического моделирования.
Раздел 2. Экспериментальный метод математического моделирования.
Тема 2.1. Сглаживание экспериментальных зависимостей.
Тема 2.2. Порядок формирования математической модели.
Раздел 3. Планирование эксперимента.
Тема 3.1. Алгебраический степенной полином как математическая модель объекта исследования.
Тема 3.2. Полином регрессии и система условных уравнений.
Тема 3.3. Проверка корректности проведения экспериментов.
Тема 3.4. Проверка адекватности уравнения регрессии.
Тема 3.5. Полный факторный эксперимент.
Тема 3.6. Центральная композиционная план эксперимента.
Раздел 4. Аналитический метод математического моделирования.
Тема 4.1. Виды аналитических математических моделей.
Тема 4.2. Уравнения основных технологических процессов машиностроения.
Тема 4.3. Дополнительные соотношения аналитических математических моделей.
Тема 4.4. Уравнения статики и динамики объектов технологии машиностроения.
Раздел 5. Экспериментально–аналитический метод математического моделирования.
Тема 5.1. Порядок составления экспериментально-аналитических математических моделей.
Тема 5.2. Методика проведения экспериментов и обработки результатов.
Тема 5.3. Область действия экспериментально-аналитических математических моделей.
Тема 5.4. Основные проблемы, возникающие при разработке и использовании математических моделей.
Раздел 6. Численные методы решения математических моделей.
Тема 6.1. Методы решения нелинейных уравнений.
Тема 6.2. Методы решения систем уравнений.
Тема 6.3. Формулы численного интегрирования.
Тема 6.4. Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.
Тема 6.5. Методы решения дифференциальных уравнений в частных производных.
Тема 6.6. Использование в математическом моделировании баз данных, баз знаний и экспертных оценок.
Раздел 7. Турбулентные течения.
Тема 7.1. Понятие турбулентности. Обзор методов расчета турбулентных течений.
Тема 7.2. Простые «канонические» течения.
Раздел 8. Уравнения Рейнольдса и модели турбулентности.
Тема 8.1. Осредненные по Рейнольдсу уравнения Навье-Стокса.

Замыкание уравнений: модели турбулентности.

Тема 8.2. Алгебраические модели турбулентности.

Тема 8.3. Дифференциальные модели турбулентности с одним уравнением.

Тема 8.4. Модели с двумя дифференциальными уравнениями.

Тема 8.5. Модели Рейнольдсовых напряжений.

Раздел 9. Вихреразрешающие методы.

Тема 9.1. Метод моделирования крупных вихрей.

Тема 9.2. Метод моделирования отсоединенных вихрей. Гибридные методы.

3.4. Тематический план практических занятий

Раздел 1. Моделирование контактных задач в программных комплексах.

Тема 1.1. Решение контактных задач: естественная конвекция, теплопроводность, теплообмен в пористых средах и т.д.

Тема 1.2. Решение контактных задач: моделирование уплотнений, процессов формообразования и формоизменения, зубчатых зацеплений и муфт, болтовых соединений и т.д.

Раздел 2. Моделирование течения жидкостей и газов, межфазных взаимодействий, течений с теплообменом методами вычислительной гидрогазодинамики.

Тема 2.1. Создание трехмерной модели вихревых аппаратов и проведение численного расчета движения газовой среды.

Тема 2.2. Создание трехмерной модели теплообменного оборудования и проведение численного расчета процесса теплообмена.

Раздел 3. Изучение системы автоматизированного проектирования для построения конструкций изделий и расчета технологического оборудования.

Тема 3.1. 3D-проектирование и моделирование процессов и аппаратов для оценки инженерных решений с использованием цифровых технологий.

Тема 3.2. Проектирование различных гидравлических и пневматических систем, инженерных коммуникаций, технологического оборудования (котельного, емкостного, теплообменного), опорных конструкций, мачт для химической и нефтехимической отраслей.

Раздел 4. Моделирование механики деформируемого твердого тела.

Тема 4.1. Определение напряженно-деформированного состояния (НДС) элементов конструкции и изделий.

Тема 4.2. Определение НДС конструкций, возникающего от тепловых деформаций.

Раздел 5. Моделирование процессов аддитивного производства.

Тема 5.1. Анализ усталостной долговечности. Анализ абсолютно твердых тел.

Тема 5.2. Многокритериальная параметрическая и топологическая оптимизация.

3.5. Тематический план лабораторных работ

1. Работа с программным комплексом: построение модели, сеток для разных моделей турбулентности, настройка решателя.
2. Построение трехмерной геометрии циклонного сепаратора.
3. Численное моделирование газодинамики внутри циклонного сепаратора.
4. Численное моделирование газодинамики внутри циклонного сепаратора с бункером.
5. Численный расчет движения частиц в циклонном сепараторе с бункером.
6. Численное моделирование термического анализа поршня компрессора.
7. Численное моделирование смесителя.
8. Численное моделирование двух задач: термический анализ поршня компрессора и смеситель.
9. Численное моделирование аэродинамической пули.
10. Численное моделирование горения распыленного жидкого топлива.
11. Численное моделирование теплообменника труба в трубе.
12. Моделирование анализа работоспособности модели конструкций и изделий при различных внешних воздействиях: расчет на распределение напряжений, перемещений, деформаций, коэффициента запаса.
13. Моделирование анализа работоспособности модели конструкций и изделий при различных внешних воздействиях: расчет на коэффициент запаса устойчивости и форма потери устойчивости.
14. Моделирование анализа работоспособности модели конструкций и изделий при различных внешних воздействиях: расчет на распределение температур.
15. Моделирование топологической оптимизации модели конструкции с заданными эксплуатационными характеристиками.

3.6. Курсовая работа

1. Статический расчет параметров работоспособности моделей конструкций и изделий при различных внешних воздействиях.
2. Усталостный расчет параметров работоспособности моделей конструкций и изделий при различных внешних воздействиях.
3. Расчет устойчивости параметров работоспособности моделей конструкций и изделий при различных внешних воздействиях.
4. Расчет собственных частот моделей конструкций и изделий с учетом предварительного нагружения.
5. Расчет стационарной теплопроводности и термоупругости моделей конструкций и изделий.

4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код	Код	Заплани-	Уровень сформированности
-----	-----	----------	--------------------------

компетенции	индикатора компетенции	рованные результаты обучения по дисциплине	индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-1	ПК-1.3	знать:				
		проведение диагностики состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа	знает проведение диагностики состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа	знает проведение диагностики состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа, может допустить несколько негрубых ошибок	плохо знает проведение диагностики состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа	уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки
уметь:						
		проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа	умеет проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов	умеет проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов	в целом демонстрирует умение проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием	не демонстрирует умение проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с

			методов и средств анализа	методов и средств анализа, допускает при этом ряд небольших ошибок	анием необходимых методов и средств анализа	использованием необходимых методов и средств анализа
		владеть:				
		навыками проведения диагностики состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа	владеет навыками проведения диагностики состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа	продемонстрированы базовые навыки проведения диагностики состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа	имеется минимальный набор навыков проведения диагностики состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа	Не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки
		знать:				
ПК-3	ПК-3.2	контроль соблюдения технологической дисциплины при изготовлении изделий, в работах по моделированию продукции, технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования	знает контроль соблюдения технологической дисциплины при изготовлении изделий, в работах по моделированию продукции, технологических процессов	знает контроль соблюдения технологической дисциплины при изготовлении изделий, в работах по моделированию продукции, технологических процессов	плохо знает контроль соблюдения технологической дисциплины при изготовлении изделий, в работах по моделированию продукции, технологических процессов	уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки

			использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования	использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, может допустить несколько негрубых ошибок	с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования	
		уметь:				
		контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий, в работах по моделированию продукции, технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования	умеет контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий, в работах по моделированию продукции, технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования	умеет контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий, в работах по моделированию продукции, технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, допускает при этом ряд небольших ошибок	в целом демонстрирует умение контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий, в работах по моделированию продукции, технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования	не демонстрирует умение контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий, в работах по моделированию продукции, технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования

		владеть:				
		<p>навыками контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий, в работах по моделированию продукции, технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования</p>	<p>владеет навыками контроля соблюдения технологической дисциплины при изготовлении изделий, в работах по моделированию продукции, технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования</p>	<p>продемонстрированы базовые навыки контроля соблюдения технологической дисциплины при изготовлении изделий, в работах по моделированию продукции, технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования</p>	<p>имеется минимальный набор навыков контроля соблюдения технологической дисциплины при изготовлении изделий, в работах по моделированию продукции, технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования</p>	<p>не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки</p>
		знать:				
ПК-4	ПК-4.1	<p>классификацию современных систем автоматизированного проектирования</p>	<p>знает классификацию современных систем автоматизированного проектирования</p>	<p>знает классификацию современных систем автоматизированного проектирования, может допустить несколько негрубых ошибок</p>	<p>плохо знает классификацию современных систем автоматизированного проектирования</p>	<p>уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки</p>

		уметь:				
		классифицировать современные системы автоматизированного проектирования	умеет классифицировать современные системы автоматизированного проектирования	умеет классифицировать современные системы автоматизированного проектирования, допускает при этом ряд небольших ошибок	в целом демонстрирует умение классифицировать современные системы автоматизированного проектирования	не демонстрирует умение классифицировать современные системы автоматизированного проектирования
		владеть:				
		навыками классифицировать современные системы автоматизированного проектирования	владеет навыками классифицировать современные системы автоматизированного проектирования	продемонстрированы базовые навыки классифицировать современные системы автоматизированного проектирования	имеется минимальный набор навыков классифицировать современные системы автоматизированного проектирования	не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Учебно-методическое обеспечение

5.1.1. Основная литература

1. Петров, А. В. Моделирование процессов и систем : учебное пособие / А. В. Петров. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1886-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212213>

2. Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов :

учебное пособие / Н. В. Голубева. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 192 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/168961>. - ISBN 978-5-8114-1424-6. - Текст : электронный.

5.1.2. Дополнительная литература

1. Ильичева, В. В. Моделирование систем и процессов : учебное пособие / В. В. Ильичева. — Ростов-на-Дону : РГУПС, 2020. — 92 с. — ISBN 978-5-88814-894-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/147356>

2. Зинуров, В. Э., Дмитриев, А. В., Бадретдинова, Г. Р. Компьютерные технологии при проектировании технологических процессов : практикум / сост.: В. Э. Зинуров [и др.]. - Казань : КГЭУ, 2021. - 73 с. - URL: <https://lib.kgeu.ru/>. - Текст : электронный.

3. Зайцев, Виктор Александрович. Моделирование, оптимизация и расчёт тепловых процессов (Опыт использования ячеечных моделей) : монография / В. А. Зайцев, В. Е. Мизонов, Н. Н. Елин. - Иваново : ИГХТУ, ИГЭУ, ИГАСУ, 2012. - 200 с. - URL: <https://elib.ispu.ru/node/6651>. - ISBN 978-5-9616-0430-6. - Текст : электронный.

5.2. Информационное обеспечение

5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

1. Электронно-библиотечная система «Лань» (<https://e.lanbook.com/>)
2. Электронно-библиотечная система «ibooks.ru» (<https://ibooks.ru/>)
3. Электронно-библиотечная система «book.ru» (<https://www.book.ru/>)
4. Энциклопедии, словари, справочники (<http://www.rubricon.com>)
5. Портал «Открытое образование» (<http://npoed.ru>)
6. Единое окно доступа к образовательным ресурсам (<http://window.edu.ru>)
7. Сайт фирмы ANSYS с описанием пакета Fluent (<http://www.fluent.com>)
8. Сайт по пакетам CFD пакетам (<http://www.cfd-online.com>)
9. Математический образовательный сайт (<http://www.exponenta.ru>)
10. Электронная база научной литературы (<http://www.sciencedirect.com>)

5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

1. zbMATH (zbmath.org)
2. SpringerLink (www.link.springer.com)
3. Электронная библиотека диссертаций (РГБ) (diss.rsl.ru)
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<http://elibrary.ru>)

5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

1. Windows 7 Профессиональная (Starter)
2. ANSYS 13

3. Компас-3D V13
4. Scilab
5. KompasFlow v18
6. Компас-3D V18 Проектирование и конструирование в машиностроении
7. ANSYS Academic Research Mechanical and CFD (1task)

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
Лабораторные работы	Компьютерный класс с выходом в Интернет Б-302а	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), лицензионное программное обеспечение
	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение
	Учебная аудитория для выполнения курсовой работы Б-302а	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, программное обеспечение

7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www//kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время

занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок

личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ П/П	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

*Приложение к рабочей
программе дисциплины*



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине**

*Б1.В.ДЭ.01.02.03 Основы моделирования процессов и аппаратов
(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов
и производств
(Код и наименование направления подготовки)

Квалификация Бакалавр
(Бакалавр / Магистр)

г. Казань, 2023

Оценочные материалы по дисциплине Основы моделирования процессов и аппаратов, предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

1. Технологическая карта

Семестр 7

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели							
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого	Промежуточная аттестация
Раздел 1. «Основы моделирования процессов и аппаратов»	ТК1	15	0-15					15-30	15-30
Тест		2							
Защита лабораторной работы		2							
Отчет по самостоятельной работе		3							
Раздел 2. «Экспериментальный метод математического моделирования»									
Тест		2							
Защита лабораторной работы		2							
Выполнение индивидуальных заданий (рефератов)		4							
Раздел 3. «Планирование эксперимента»	ТК2			15	0-15			15-30	15-30
Тест				2					
Защита лабораторной работы				2					
Отчет по самостоятельной работе				3					
Раздел 4. «Аналитический метод математического моделирования»									
Тест				2					
Защита лабораторной работы				2					

Выполнение индивидуальных заданий (рефератов)				4					
Раздел 5. «Экспериментально–аналитический метод математического моделирования»	ТК3					25	0-15	25-40	25-40
Тест						5			
Защита лабораторной работы						6			
Отчет по самостоятельной работе						14			
Промежуточная аттестация (экзамен)	ОМ 1								0-45
Задание промежуточной аттестации									0-15
В письменной форме по билетам									0-30
Промежуточная аттестация (КР)	ОМ кр								60-100
Выполнение курсовой работы									60-100

Семестр 8

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели							
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого	Промежуточная аттестация
Раздел 6. «Численные методы решения математических моделей»	ТК4	15	0-15					15-30	15-30
Тест		4							
Защита лабораторной работы		4							
Отчет по самостоятельной работе		7							
Раздел 7. «Турбулентные течения»	ТК5			15	0-15			15-30	15-30
Тест				4					
Защита лабораторной работы				4					
Выполнение индивидуальных заданий (рефератов)				7					

Раздел 8. «Уравнения Рейнольдса и модели турбулентности»	ТК6					25	0-15	25-40	25-40
Тест						3			
Защита лабораторной работы						3			
Отчет по самостоятельной работе						6			
Раздел 9. «Вихреразрешающие методы»									
Тест						3			
Защита лабораторной работы						3			
Выполнение индивидуальных заданий (рефератов)						7			
Промежуточная аттестация (экзамен)	ОМ 2								0-45
Задание промежуточной аттестации									0-15
В письменной форме по билетам									0-30

2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-1	ПК-1.3	<p>знать:</p> <p>проведение диагностики состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа</p>	<p>знает проведение диагностики состояния и динамики производственных объектов производств с использованием</p>	<p>знает проведение диагностики состояния и динамики производственных объектов производств с использованием</p>	<p>плохо знает проведение диагностики состояния и динамики производственных объектов производств с использованием</p>	<p>уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки</p>

		необходимых методов и средств анализа	необходимых методов и средств анализа, может допустить несколько негрубых ошибок	анием необходимых методов и средств анализа	
	уметь:				
	проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа	умеет проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа	умеет проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа, допускает при этом ряд небольших ошибок	в целом демонстрирует умение проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа	не демонстрирует умение проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа
	владеть:				
	навыками проведения диагностики состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа	владеет навыками проведения диагностики состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых	продемонстрированы базовые навыки проведения диагностики состояния и динамики производственных объектов производств с использованием	имеется минимальный набор навыков проведения диагностики состояния и динамики производственных объектов производств с использованием	Не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки

			методов и средств анализа	необходимых методов и средств анализа	анием необходимых методов и средств анализа		
ПК-3	ПК-3.2	знать:					
		контроль соблюдения технологической дисциплины при изготовлении изделий, в работах по моделированию продукции, технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования	знает контроль соблюдения технологической дисциплины при изготовлении изделий, в работах по моделированию продукции, технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования	знает контроль соблюдения технологической дисциплины при изготовлении изделий, в работах по моделированию продукции, технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, может допустить несколько негрубых ошибок	плохо знает контроль соблюдения технологической дисциплины при изготовлении изделий, в работах по моделированию продукции, технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования	уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки	
		уметь:					
		контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий, в работах по моделированию продукции,	умеет контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовле	умеет контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовле	в целом демонстрирует умение контролировать соблюдение технологической	не демонстрирует умение контролировать соблюдение технологической	

		технологическими процессами с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования	нии изделий, в работах по моделированию продукции, технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования	нии изделий, в работах по моделированию продукции, технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, допускает при этом ряд небольших ошибок	дисциплины при изготовлении изделий, в работах по моделированию продукции, технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования	дисциплины при изготовлении изделий, в работах по моделированию продукции, технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования
владеть:						
		навыками контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий, в работах по моделированию продукции, технологическими процессами с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования	владеет навыками контроля соблюдения технологической дисциплины при изготовлении изделий, в работах по моделированию продукции, технологических процессов с использованием стандартных	продемонстрированы базовые навыки контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий, в работах по моделированию продукции, технологических процессов с использованием	имеется минимальный набор навыков контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий, в работах по моделированию продукции, технологических процессов с	не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки

			ых пакетов и средств автоматизированного проектирования	анием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования	использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования	
ПК-4	ПК-4.1	знать:				
		классификацию современных систем автоматизированного проектирования	знает классификацию современных систем автоматизированного проектирования	знает классификацию современных систем автоматизированного проектирования, может допустить несколько негрубых ошибок	плохо знает классификацию современных систем автоматизированного проектирования	уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки
		уметь:				
		классифицировать современные системы автоматизированного проектирования	умеет классифицировать современные системы автоматизированного проектирования	умеет классифицировать современные системы автоматизированного проектирования, допускает при этом ряд небольших ошибок	в целом демонстрирует умение классифицировать современные системы автоматизированного проектирования	не демонстрирует умение классифицировать современные системы автоматизированного проектирования
владеть:						
		навыками классифицировать современные системы автоматизированного проектирования	владеет навыками классифицировать современные системы автоматизированно	продемонстрированы базовые навыки классифицировать современные системы	имеется минимальный набор навыков классифицировать современные	не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки

			го проектир ования	автоматиз ированно го проектир ования	системы автоматиз ированно го проектир ования	
--	--	--	--------------------------	---	--	--

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение *рефератов и тестовых заданий; глубокое понимание технологических методов расчета, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);*

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение *рефератов и тестовых заданий; понимание технологических методов расчета, ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);*

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение *рефератов и тестовых заданий;*

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение *рефератов и тестовых заданий.*

3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Курсовая работа (КР)	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся	Темы работ
Реферат (Рфр)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы	Темы рефератов
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий

4. Перечень контрольных заданий или иные материалы,

необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Пример задания

Для текущего контроля ТК1:

Проверяемая компетенция: ПК-1, ПК-1.3

Тест

<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
<i>Математическое моделирование – это средство для</i>	<i>изучения свойств реальных объектов в рамках поставленной задачи</i>
	<i>упрощения поставленной задачи</i>
	<i>поиска физической модели</i>
	<i>принятия решения в рамках поставленной задачи</i>
<i>Какой модели быть не может</i>	<i>вещественной, физической</i>
	<i>идеальной, физической</i>
	<i>вещественной, математической</i>
	<i>идеальной, математической</i>
<i>По поведению математических моделей во времени их разделяют на</i>	<i>детерминированные и стохастические</i>
	<i>статические и динамические</i>
	<i>непрерывные и дискретные</i>
	<i>аналитические и имитационные</i>
<i>Как называется заметаемый моделью объект?</i>	<i>копия</i>
	<i>оригинал</i>
	<i>шаблон</i>
	<i>макет</i>
<i>Что такое математическая модель?</i>	<i>точное представление реальных объектов, процессов или систем, выраженное в математических терминах и сохраняющее существенные черты оригинала</i>
	<i>точное представление реальных объектов, процессов или систем, выраженное в физических терминах и сохраняющее существенные черты оригинала</i>
	<i>приближенное представление реальных объектов, процессов или систем, выраженное в математических терминах и сохраняющее существенные черты оригинала</i>
	<i>приближенное представление реальных объектов, процессов или систем, выраженное в физических терминах и сохраняющее существенные черты оригинала</i>
<i>Какие виды математических моделей получают при разделении их по принципам построения?</i>	<i>аналитические, имитационные</i>
	<i>детерминированные, стохастические</i>
	<i>стохастические, аналитические</i>
	<i>детерминированные, имитационные</i>
<i>На какой язык должна быть "переведена" прикладная задача для ее решения с использованием ЭВМ?</i>	<i>неформальный математический язык</i>
	<i>формальный математический язык</i>
	<i>формальный физический язык</i>
	<i>неформальный физический язык</i>
<i>Что такое линейное программирование?</i>	<i>это направление математического программирования, изучающее методы решения экстремальных задач, которые характеризуются линейной зависимостью между переменным и линейным критерием</i>
	<i>раздел математического программирования, изучающий подход к решению нелинейных задач оптимизации специальной структуры</i>
	<i>метод оптимизации, приспособленный, к задачам, в которых процесс принятия решения, может быть, разбит на отдельные этапы (шаги)</i>
	<i>это направление математического программирования, в котором целевой функцией или ограничением является нелинейная функция</i>

Какой метод относится к методам решения задач линейного программирования?	симплекс-метод
	метод множителей Лагранжа
	метод хорд
	метод половинного деления
Если в критериальной строке симплексной таблицы нет отрицательный коэффициентов, это означает, что	задача неразрешима
	найден оптимальный план на максимум
	найден оптимальный план на минимум
задача имеет бесконечно много решений	
Математическая модель не может быть полностью адекватна реальному явлению, поэтому для его исследования лучше использовать несколько моделей, для построения которых применены разные методы	математические
Неизвестными факторами в _____ моделях являются случайные величины, для которых известны функции распределения и различные статистические характеристики	стохастических
В _____ моделях неизвестные факторы не учитываются.	детерминированных
В _____ моделях реальный процесс разворачивается в машинном времени и прослеживаются результаты случайных воздействий на него.	имитационные
_____ задачи отвечают на вопрос: что будет, если в заданных условиях, примем какое - то решение $x \in X$.	прямые
_____ задачи отвечают на вопрос: как выбрать x для того, чтобы показатель эффективности обратился в максимум.	обратные
В _____ задачах все условия операции полностью известны заранее.	детерминированных
В задачах _____ условия операции содержат неизвестные факторы.	в условиях неопределенности
Решение _____ задачи осуществляется через построение математическая модель, позволяющая выразить один или несколько показателей эффективности	прямой

через заданные условия и элементы решения	
Решение _____ задачи осуществляется через «простой перебор» для всех решений x , вычислением показателя, из которых нужно выбрать максимальный	обратной
Решение _____ задачи осуществляется нахождением максимума или минимума целевой функции при заданной системе ограничений	детерминированной
Решение задачи _____ осуществляется методом «экспертных оценок»	в условиях неопределенности
Задачи в условиях неопределенности решаются методом _____	«экспертных оценок»
_____ задачи решаются «простым перебором»	детерминированные
При решении _____ задач строится математическая модель, позволяющая выразить один или несколько показателей эффективности через заданные условия и элементы решения.	обратных
При решении _____ задач осуществляется нахождение максимума или минимума целевой функции при заданной системе ограничений.	прямых
Задачи _____ решаются выделением множества Парето.	в условиях неопределенности
_____ задачи решаются методом «последовательных уступок».	детерминированные
_____ задачи решаются методом «наложения ограничений на показатели эффективности»	прямые
Задачи _____ решаются с помощью «линейной свертки».	в условиях неопределенности
_____ методом нельзя решить многокритериальную задачу	выделение множества Парето
При решении метода Парето показатели расположены в порядке _____	убывающей

<i>важности</i>	
Решение методом осуществляется, если есть два решения среди множества таких, что все критерии одного решения больше либо равны критериям другого, тогда отбрасывается решение с меньшими показателями.	последовательных уступок
Решение методом осуществляется выделением одного главного показателя и стремлением обратить его в максимум, а на все остальные наложить ограничения, потребовав, чтобы они были не меньше каких-то заданных условий.	линейной свертки
Метод Парето, линейная свертка, наложение ограничений на показатели эффективности, направленный перебор – это методы решения задач	многокритериальных
Случайный процесс, протекающий в системе, где для любого момента времени t_0 вероятностные характеристики процесса в будущем зависят только от его состояния в данный момент t_0 и не зависят от того, и как система пришла в это состояние называется	Марковским
Процесс, в котором его возможные состояния S_1, S_2, S_3 можно заранее перечислить и переход системы из состояния в состояние происходит «скачком» практически мгновенно называется процессом с состояниями	дискретными
Геометрическая схема анализа случайных процессов с дискретными состояниями называется процессом состояний	графом
Процесс, в котором моменты возможных переходов из состояния в состояние не фиксированы заранее, а	непрерывным временем

неопределенны, случайны, если переход может осуществиться в любой момент называется процессом с _____	
Последовательность однородных событий, следующих одно за другим в какие-то случайные моменты времени, называется	поток событий
Среднее число событий, происходящих на единицу времени, называется	интенсивность
Дифференциальные уравнения, в которых неизвестными функциями являются вероятности состояний называется уравнениями _____	Колмогорова
_____ вероятности принимается как среднее относительное время пребывания системы в определённом состоянии.	финальные
Источник заявок (входящий поток), каналы обслуживания и выходящий поток – это показатели системы _____	массового обслуживания
Системы массового обслуживания, в которых заявка встаёт в очередь, если в момент её поступления все каналы были заняты называются системы с _____	неограниченным ожиданием
Понятие системы с _____ формулируется как системы, в которых при занятости всех каналов обслуживания заявка не встаёт в очередь и покидает систему не обслуженной	отказами
Понятие _____ системы формулируется как системы, в которых источник заявок находится вне системы	разомкнутые
Понятие _____ системы формулируется как системы, в которых источник находится в самой системе	замкнутые
_____ характеризуется тем, что вероятность поступления определенного количества требований (заявок) в течение некоторого промежутка	стационарность

<i>времени зависит только от длины этого промежутка</i>	
<i>_____ характеризуется тем что невозможно одновременное появление двух или более заявок.</i>	<i>ординарность</i>

Реферат

1. Теория математического моделирования. Концепция и основные подходы математического моделирования.

2. Основы и концептуальные подходы к физико-математическому моделированию процессов и систем. Системный анализ в задачах математического моделирования.

3. Основные этапы физико-математического моделирования. Основные принципы организации процесса математического моделирования в технологиях машиностроения.

4. Постановка задач, формализация моделей, допущения и ограничения моделей, реализация моделей на компьютерах, проверка адекватности моделей, идентификация параметров модели.

5. Классификация физико-математических моделей. Основания для классификации моделей.

6. Методы математического моделирования. Численные методы решения задач в цифровых технологиях машиностроения.

7. Моделирование процессов и систем на различных уровнях сложности. Одномерные, двумерные и трехмерные модели. Нестационарные модели.

8. Современные численные методы решения задач.

9. Компьютерная реализация математических моделей. Основные принципы и методы компьютерной реализации математических моделей.

10. Идентификация и обоснование моделей в цифровых технологиях машиностроения.

Для текущего контроля ТК2:

Проверяемая компетенция: ПК-3, ПК-3.2

Тест

<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
<i>В каком случае задача математического программирования является линейной?</i>	<i>если ее целевая функция линейна</i>
	<i>если ее ограничения линейны</i>
	<i>если ее целевая функция и ограничения линейны</i>
	<i>нет правильного ответа</i>
<i>Транспортная задача – это</i>	<i>математическая задача линейного программирования специального вида о поиске оптимального распределения однородных объектов из аккумулятора к приемникам с минимизацией затрат на перемещение</i>
	<i>математическая задача нелинейного программирования специального вида о поиске оптимального распределения однородных объектов из аккумулятора к приемникам с минимизацией затрат на перемещение</i>
	<i>математическая задача дробно-линейного программирования специального вида о поиске оптимального распределения</i>

	однородных объектов из аккумулятора к приемникам с минимизацией затрат на перемещение. нет правильного ответа
Транспортная задача линейного программирования называется закрытой, если:	суммарные запасы равны суммарным потребностям суммарные запасы больше суммарных потребностей суммарные запасы меньше суммарных потребностей целевая функция ограничена
В соответствии с основной теоремой теории транспортных задач всегда имеет решение	открытая транспортная задача закрытая транспортная задача транспортная задача с ограничениями типа равенств транспортная задача с ограничениями типа неравенств
При построении опорного плана транспортной задачи методом северо-западного угла первой подлежит заполнению	клетка, расположенная в левом верхнем углу таблицы планирования клетка, расположенная в правом верхнем углу таблицы планирования клетка с минимальным значением тарифа клетка с максимальным значением тарифа
При построении опорного плана транспортной задачи на минимум методом минимального элемента первой подлежит заполнению	клетка, расположенная в левом верхнем углу таблицы планирования клетка, расположенная в правом верхнем углу таблицы планирования клетка с минимальным значением тарифа клетка с максимальным значением тарифа
Первым шагом алгоритма потенциалов является:	нахождение первого псевдоплана нахождение первого условно-оптимального плана нахождение первого опорного плана нахождение первого базисного решения
Теория динамического программирования используется:	для решения задач оптимизации без ограничений для решения задач управления многошаговыми процессами для решения задач нелинейного программирования для решения задач линейного программирования
Для решения задачи динамического программирования используется:	принцип оптимальности Беллмана принцип максимума Понтрягина принцип симметрии принцип максимума правдоподобия
К задачам динамического программирования относится:	задача планирования замены оборудования задача о рации транспортная задача линейного программирования задача о назначениях
_____ характеризуется тем, что поступление заявки не зависит от того, когда и сколько заявок поступило до этого момента	отсутствие последствия
_____ поток обладает сразу тремя свойствами.	простейший
Среднее время ожидания обслуживания – это показатель эффективности систем массового обслуживания, который не относится к системам с _____	отказами
_____ пропускная способность определяет	абсолютная

среднее число заявок, обслуживаемых в единицу времени	
Среднюю долю заявок, обслуживаемых системой определяет _____ пропускная способность	относительная
Вероятность отказа определяет вероятность того, что заявка покинет _____ необслуженной	систему массового обслуживания
Определение _____ формулируется как попытка дублировать особенности, внешний вид и характеристики реальной системы.	имитации
Метод _____ прогнозирования не является количественным	Дельфи
Определение _____ формулируется как усредненная разность между прогнозом и наблюдаемой величиной, взятая в процентах к наблюдаемой величине	тренда
Упрощенное представление реального объекта, процесса или явления, которое используется для анализа, прогнозирования или управления ими называется	моделью
Процесс создания модели для изучения, анализа или управления объектом, процессом или явлением называется	моделированием
Существует физические, _____, компьютерные и концептуальные модели.	математические
_____ модели создаются на основе реальных объектов или процессов и используются для изучения их свойств и характеристик.	физические
_____ модели описываются уравнениями и используются для решения задач оптимизации, прогнозирования и управления.	математические
_____ модели создаются с помощью программных средств и используются для	компьютерные

моделирования сложных процессов и систем.	
_____ модели используются для описания общих принципов и закономерностей, которые могут быть применены к различным объектам и процессам.	концептуальные
Для построения моделей используются аналитические, _____ и экспериментальные методы.	численные
_____ методы основаны на использовании математических формул и уравнений для описания поведения объекта или процесса.	аналитические
_____ методы используют компьютеры для численного решения уравнений и расчета параметров модели.	Численные
_____ методы основаны на проведении экспериментов с реальными объектами или процессами для получения данных и построения модели.	Экспериментальные
Наиболее распространенными принципами моделирования процессов и аппаратов являются принципы _____, суперпозиции, стационарности, размерности и консервативности.	подобия
Принцип _____ гласит, что свойства объектов или процессов не зависят от их размеров и формы, а зависят только от их параметров.	подобия
Принцип _____ утверждает, что результат воздействия нескольких факторов равен сумме результатов воздействия каждого фактора в отдельности.	суперпозиции
Принцип _____ утверждает, что если объект или процесс находится в состоянии равновесия, то его свойства не изменяются со временем.	стационарности

_____ схема процесса – это графическое представление всех компонентов и связей между ними, которые участвуют в процессе.	структурная
_____ схема процесса – это схема, которая описывает работу процесса в целом, без учета деталей.	функциональная
Графическое изображение процесса, состоящее из блоков, соединенных линиями, называется	блок-схема
Последовательность действий, необходимых для выполнения задачи или достижения цели называется _____ процесса.	алгоритм
Статистический метод, который используется для определения зависимости между двумя или более переменными называется _____ анализ.	регрессионный
Регрессионный анализ используется при моделировании процессов для определения взаимосвязи между _____ и параметрами.	входными; выходными
Процесс предсказания будущих значений какой-либо переменной на основе текущих значений этой переменной и других факторов называется	прогнозирование
Процесс поиска наилучшего решения для какой-либо задачи называется	оптимизация
Математическая модель, которая описывает процессы и аппараты в терминах сетки, состоящей из узлов и связей между ними называется _____ модель	сеточная
Основным преимуществом сеточной модели является ее способность описывать сложные процессы и устройства, которые не могут быть описаны _____ методами.	аналитическими
Тип сеточной модели _____ используются для описания геометрических объектов и граничных	конечные элементы

<i>условий.</i>	
<i>Тип сеточной модели _____ используется для описания движения жидкости или газа.</i>	<i>метод конечных объемов</i>
<i>Тип сеточной модели _____ используются для решения уравнений в частных производных.</i>	<i>методы конечных разностей</i>
<i>Для решения сеточных уравнений используются различные методы, включая методы Гаусса, _____ и Крылова.</i>	<i>Ньютона</i>
<i>Метод _____ сетки позволяет автоматически изменять размер ячеек в зависимости от особенностей моделируемой системы.</i>	<i>адаптивной</i>
<i>Метод использования сглаживающих _____, позволяют улучшить гладкость поверхности сетки.</i>	<i>фильтров</i>

Реферат

1. Составления результатов компьютерного моделирования с известными теоретическими и расчетными данными.

2. Основы экспериментального обоснования и идентификации параметров в цифровых технологиях машиностроения.

3. Примеры математического моделирования в технической физике. Компьютерное моделирование систем. Математическое моделирование в гидродинамике. Гидродинамические модели. Прогнозные экономические модели.

4. Моделирование скважин и трубопроводов.

5. Модели квазиодномерного течения в трубопроводах. Моделирование параметров теплоносителя в системах отопления и газоснабжения.

6. Математические модели в физике. Моделирование тепломасоопереноса в ограждающих конструкциях. Тепловые режимы в помещениях.

7. Моделирование в энергетике. Моделирование теплоэнергетических установок (паровые, газотурбинные, парогазовые, газопаровые установки).

8. САЕ –проектирование. Возможности CFD пакетов в области машиностроения.

9. САЕ – проектирование: проектирование, моделирование и изготовление.

10. Этап моделирования. Организация CFD программ. Препроцессинг, решатель, постпроцессинг.

Для текущего контроля ТК5:

Проверяемая компетенция: ПК-4, ПК-4.1

Тест

Вопрос	Варианты ответа
В методе динамического программирования под управлением понимается:	совокупность решений, принимаемых на каждом этапе для влияния на ход развития процесса;
	совокупность решений, принимаемых на первом этапе процесса;
	совокупность решений, принимаемых на последнем этапе процесса;
	совокупность решений, принимаемых на предпоследнем этапе процесса;
При решении задачи динамического программирования строятся:	рекуррентные функциональные уравнения Беллмана
	функции Лагранжа
	штрафные функции
	сечения Гомори
В процессе динамического программирования раньше всех планируется:	первый шаг
	последний шаг
	как сказано в условии задачи
	предпоследний шаг
Метод динамического программирования применяется для решения:	задач, которые нельзя представить в виде последовательности отдельных шагов
	многошаговых задач
	только задач линейного программирования
	задач макроэкономики
Часть математического программирования, задачами которой является нахождение экстремума линейной целевой функции на допустимом множестве значений аргументов называется:	линейное программирование
	динамическое программирование
	квадратичное программирование
	дискретное программирование
Какая из задач не имеет аналитической модели?	поиск оптимального раскроя листа фанеры
	демодуляция аналогового сигнала
	расчет расхода топлива по заданной формуле
	распознавание текста
Какая математическая модель не относится к стохастическим?	идеальный газ
	квантовый осциллятор
	материальная точка
	ни одна из предложенных
Материальная точка это не только математическая, но и	натурная модель
	физическая модель
	наглядная модель
	знаковая модель
Какое максимальное количество моделей одного объекта можно составить?	любое количество
	1
	3
	7
Сколько классов моделей существует?	4
	2
	3
	нет правильного ответа
К классу вещественных относятся _____ и _____ модели.	физические; натурные
К классу мысленных моделей	натурные

нельзя отнести _____ и _____	
В состав идеальных математических моделей входят аналитические, функциональные, имитационные и	комбинированные
В зависимости от характера исследуемых реальных процессов и систем математические модели могут быть разделены на	детерминированные; стохастические
Математические модели по виду входной информации можно разделить на	дискретные; непрерывные
Математические модели по степени их соответствия реальным объектам, процессам или системам можно разделить на	изоморфные; гомоморфные
Модель, между которой и реальным объектом, процессом или системой существует полное поэлементное соответствие называется	изоморфная
Модели, в которых предполагается отсутствие всяких случайных воздействий и их элементы (элементы модели) достаточно точно установлены называются	детерминированные
Функционирование объектов, процессов или систем описывается набором алгоритмов в _____ моделировании	имитационном
Характеристиками объекта, процесса или системы, которые устанавливаются на этапе выбора математической модели являются	линейность, стационарность
Посредством _____ конструкций, математические модели описывают основные свойства объекта, процесса или системы, его параметры, внутренние и внешние связи	логико-математических
В предмет математического моделирования не входит построение _____ модели	натурной
Только _____ зависимости изучаются	количественные

между величинами, описывающими процессы, при их моделировании	
В процессах, где натурный эксперимент опасен для жизни и здоровья людей, вычислительный эксперимент является единственно _____	возможным
_____ характер носят выводы, полученные в результате исследования гипотетической модели	условный
При исследовании гипотетической модели выводы получаются _____ характера	условного
Методом, неприменяемым для компьютерного моделирования является _____ анализ	экспериментальный
На основе математической модели с помощью ЭВМ проводится серия вычислительных экспериментов, т.е. исследуются свойства объектов или процессов, находятся их оптимальные параметры и режим работы, уточняется _____	модель
_____ эксперимент наиболее выгодно применять для исследования большого числа вариантов проектируемого объекта или процесса для различных режимов его эксплуатации	вычислительный
_____ методами следует решать системы, состоящие из смешанных (линейных и нелинейных) уравнений	приближенными
К существующим группам решения математических задач относятся	численные, точные
_____ физические нелинейные процессы, протекающие в реальных объектах должны отражать математические модели в задачах проектирования или исследования поведения реальных объектов, процессов или систем	реальные
Результаты проверки адекватности	корректировки

<p>математической модели и реального объекта, процесса или системы могут применяться для _____ математической модели или для решения вопроса о применимости построенной математической модели</p>	
<p>Результаты исследований на ЭВМ при проверке адекватности математической модели и реального объекта, процесса или системы сравниваются с результатами эксперимента на опытном образце</p>	<p>натурном</p>
<p>Короткие сроки и минимальные материальные затраты имеет вычислительный эксперимент по сравнению с _____ экспериментом</p>	<p>натурным</p>
<p>Точное решение в виде формул и _____ решение имеют приближенный характер</p>	<p>численное</p>
<p>Научная дисциплина, занимающаяся разработкой и практическим применением методов наиболее эффективного управления различными организационными системами называется исследование _____</p>	<p>операций</p>
<p>Система математических соотношений, приближенно, в абстрактной форме описывающих изучаемый процесс или систему называется _____ модель</p>	<p>математическая</p>
<p>Достаточно точное описание операции с помощью математического аппарата называется модель</p>	<p>операции</p>
<p>Цель исследования операций – это _____ обоснование принимаемых решений по организации управления</p>	<p>количественное</p>
<p>Степень приспособленности операции к выполнению задачи – количественно выражается в виде критерия операции</p>	<p>эффективность</p>
<p>Любое управляемое мероприятие, направленное</p>	<p>операция</p>

<i>на достижение цели – это</i>	
<i>Всякий определенный выбор параметров называется</i>	<i>решением</i>
<i>Решение, которое предпочтительнее других называется _____ решением</i>	<i>оптимальным</i>
<i>Основной задачей исследования операций является предварительное количественное обоснование _____ решений</i>	<i>оптимальных</i>
<i>Количественный критерий сравнения между собой по эффективности разных решений – это _____ эффективности</i>	<i>показатель</i>
<i>К основным _____ построения математических моделей относится цель, параметры модели, формирование управляющих переменных, _____ область допустимых решений.</i>	<i>этапам</i>
<i>Графические модели, линейные модели, нелинейные модели, динамические модели – это _____ модели</i>	<i>детерминированные</i>
<i>Модели теории игр, имитационные модели – это модели с элементами _____</i>	<i>неопределенности</i>
<i>Модели стохастического программирования, модели теории случайных процессов, модели теории массового обслуживания – это _____ модели</i>	<i>стохастические</i>

Реферат

1. Общая постановка и виды задач принятия решений. Математическая постановка и разрешимость задач оптимизации.
2. Графо – аналитический метод решения задач математического программирования.
3. Методы решения задач линейного программирования.
4. Численные методы решения задач нелинейного программирования (поиск экстремума функции n – переменных).
5. Методы решения многокритериальных задач оптимизации.
6. Основы теории массового обслуживания.
7. Математические модели простейших систем массового обслуживания.
8. Оперативно – календарное планирование в технологических системах на основе теории расписаний.

9. Прикладные программы по моделированию процессов и аппаратов в машиностроении.

10. САПР. Возможности САД пакетов в области машиностроения. Преимущества в использовании САПР для цифровых технологий в машиностроении.

Для текущего контроля ТК6:

Проверяемая компетенция: ПК-4, ПК-4.1

Тест

<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
<i>В методе динамического программирования под управлением понимается:</i>	<i>совокупность решений, принимаемых на каждом этапе для влияния на ход развития процесса;</i>
	<i>совокупность решений, принимаемых на первом этапе процесса;</i>
	<i>совокупность решений, принимаемых на последнем этапе процесса;</i>
	<i>совокупность решений, принимаемых на предпоследнем этапе процесса;</i>
<i>При решении задачи динамического программирования строятся:</i>	<i>рекуррентные функциональные уравнения Беллмана</i>
	<i>функции Лагранжа</i>
	<i>штрафные функции</i>
	<i>сечения Гомори</i>
<i>В процессе динамического программирования раньше всех планируется:</i>	<i>первый шаг</i>
	<i>последний шаг</i>
	<i>как сказано в условии задачи</i>
	<i>предпоследний шаг</i>
<i>Метод динамического программирования применяется для решения:</i>	<i>задач, которые нельзя представить в виде последовательности отдельных шагов</i>
	<i>многошаговых задач</i>
	<i>только задач линейного программирования</i>
	<i>задач макроэкономики</i>
<i>Часть математического программирования, задачами которой является нахождение экстремума линейной целевой функции на допустимом множестве значений аргументов называется:</i>	<i>линейное программирование</i>
	<i>динамическое программирование</i>
	<i>квадратичное программирование</i>
	<i>дискретное программирование</i>
<i>Какая из задач не имеет аналитической модели?</i>	<i>поиск оптимального раскроя листа фанеры</i>
	<i>демодуляция аналогового сигнала</i>
	<i>расчет расхода топлива по заданной формуле</i>
	<i>распознавание текста</i>
<i>Какая математическая модель не относится к стохастическим?</i>	<i>идеальный газ</i>
	<i>квантовый осциллятор</i>
	<i>материальная точка</i>
	<i>ни одна из предложенных</i>
<i>Материальная точка это не только математическая, но и</i>	<i>натурная модель</i>
	<i>физическая модель</i>
	<i>наглядная модель</i>
	<i>знаковая модель</i>
<i>Какое максимальное количество моделей одного объекта можно составить?</i>	<i>любое количество</i>
	<i>1</i>
	<i>3</i>

	7
Сколько классов моделей существует?	4
	2
	3
	нет правильного ответа
К классу вещественных относятся _____ и _____ модели.	физические; натурные
К классу мысленных моделей нельзя отнести _____ и _____	натурные
В состав идеальных математических моделей входят аналитические, функциональные, имитационные и	комбинированные
В зависимости от характера исследуемых реальных процессов и систем математические модели могут быть разделены на	детерминированные; стохастические
Математические модели по виду входной информации можно разделить на	дискретные; непрерывные
Математические модели по степени их соответствия реальным объектам, процессам или системам можно разделить на	изоморфные; гомоморфные
Модель, между которой и реальным объектом, процессом или системой существует полное поэлементное соответствие называется	изоморфная
Модели, в которых предполагается отсутствие всяких случайных воздействий и их элементы (элементы модели) достаточно точно установлены называются	детерминированные
Функционирование объектов, процессов или систем описывается набором алгоритмов в _____ моделировании	имитационном
Характеристиками объекта, процесса или системы, которые устанавливаются на этапе выбора математической модели являются	линейность, стационарность
Посредством _____ конструкций, математические модели	логико-математических

описывают основные свойства объекта, процесса или системы, его параметры, внутренние и внешние связи	
В предмет математического моделирования не входит построение _____ модели	натурной
Только _____ зависимости изучаются между _____ величинами, описывающими процессы, при их моделировании	количественные
В процессах, где натурный эксперимент опасен для жизни и здоровья людей, вычислительный эксперимент является единственно _____	возможным
_____ характер носят выводы, полученные в результате исследования гипотетической модели	условный
При исследовании гипотетической модели выводы получают _____ характера	условного
Методом, неприменяемым для компьютерного моделирования является _____ анализ	экспериментальный
На основе математической модели с помощью ЭВМ проводится серия вычислительных экспериментов, т.е. исследуются свойства объектов или процессов, находят их оптимальные параметры и режим работы, уточняется _____	модель
_____ эксперимент наиболее выгодно применять для исследования большого числа _____ вариантов проектируемого объекта или процесса для различных режимов его эксплуатации	вычислительный
_____ методами следует решать системы, состоящие из смешанных (линейных и нелинейных) уравнений	приближенными
К существующим группам решения математических задач относятся _____	численные, точные
_____ физические	реальные

нелинейные процессы, протекающие в реальных объектах должны отражать математические модели в задачах проектирования или исследования поведения реальных объектов, процессов или систем	
Результаты проверки адекватности математической модели и реального объекта, процесса или системы могут применяться для _____ математической модели или для решения вопроса о применимости построенной математической модели	корректировки
Результаты исследований на ЭВМ при проверке адекватности математической модели и реального объекта, процесса или системы сравниваются с результатами эксперимента на опытном образце	натурном
Короткие сроки и минимальные материальные затраты _____ имеет вычислительный эксперимент по сравнению с _____ экспериментом	натурным
Точное решение в виде формул и _____ решение _____ имеют приближенный характер	численное
Научная дисциплина, занимающаяся разработкой и практическим применением методов _____ наиболее эффективного управления различными организационными системами _____ называется исследование _____	операций
Система математических соотношений, приближенно, в абстрактной форме описывающих изучаемый процесс или систему называется _____ модель	математическая
Достаточно точное описание операции с помощью математического аппарата называется модель	операции
Цель исследования операций –	количественное

это _____ обоснование принимаемых решений по организации управления	
Степень приспособленности операции к выполнению задачи – количественно выражается в виде критерия операции	эффективность
Любое управляемое мероприятие, направленное на достижение цели – это	операция
Всякий определенный выбор параметров называется _____	решением
Решение, которое предпочтительнее других называется _____ решением	оптимальным
Основной задачей исследования операций является предварительное количественное обоснование _____ решений	оптимальных
Количественный критерий сравнения между собой по эффективности разных решений – это _____ эффективности	показатель
К основным _____ построения математических моделей относится цель, параметры модели, формирование управляющих переменных, область допустимых решений.	этапам
Графические модели, линейные модели, нелинейные модели, динамические модели – это _____ модели	детерминированные
Модели теории игр, имитационные модели – это модели с элементами _____	неопределенности
Модели стохастического программирования, модели теории случайных процессов, модели теории массового обслуживания – это _____ модели	стохастические

Реферат

1. Классификация математических моделей процессов и аппаратов.
2. Методы и алгоритмы моделирования процессов и аппаратов в машиностроении.
3. Использование моделей в проектировании производств

машиностроения.

4. Прикладное математическое моделирование технологий машиностроения и смежных областях.

5. Методология моделирования процессов и аппаратов технологий машиностроения.

6. Компьютерное моделирование процессов и аппаратов производств машиностроения.

7. Теория подобия и моделирование процессов технологии машиностроения.

8. Теория планирования эксперимента и математическое моделирование.

9. Основные принципы и методы математического моделирования технологических процессов.

10. Математическое моделирование процессов массопереноса в технологических системах.

Для промежуточной аттестации:

Вопросы:

1. Общие определения моделирования процессов и аппаратов.

2. Определение понятия турбулентности течения.

3. Сущность экспериментального метода математического моделирования объектов машиностроения. Какие модели называют регрессионными?

4. Организация эксперимента на объекте исследования, основания для выбора входной и выходной характеристики. Виды экспериментов.

5. Сущность аналитического метода построения математических моделей объектов машиностроения, последовательность построения аналитической модели.

6. Понятия объекта с сосредоточенными и распределенными параметрами, модели статики и динамики объекта, соответствие этих понятий виду математического описания объекта.

7. Способы проверки адекватности аналитических математических моделей.

8. Сущность экспериментально-аналитического метода построения математических моделей.

9. Провести моделирование движения тела в жидкости. Масса тела $m = 1$ кг. Плотность жидкости $\rho = 1000$ кг/м³. Коэффициент сопротивления тела $c = 0,1$. Начальное расстояние от точки старта до тела $L_0 = 5$ м. Скорость точки старта $v_0 = 0$ м/с. Рассчитать траекторию движения тела. Рассчитать время движения тела до точки остановки.

10. Провести моделирование процесса нагрева и охлаждения металла в печи. Температура воздуха в помещении $T_0 = 20^\circ\text{C}$. Время нагрева металла $t = 30$ минут. Начальная температура металла $T_m = 0^\circ\text{C}$. Определить температуру металла в процессе нагрева. Определить время, необходимое для достижения заданной температуры.