

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Костромской государственный университет»  
(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ**

Направление подготовки: 15.04.02 Технологические машины и оборудование

Направленность: Инновации и рынок машин и оборудования

Квалификация выпускника: Магистр

**Кострома  
2023**

Рабочая программа дисциплины **Математическое моделирование процессов в технологическом оборудовании и производстве** разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению 15.04.02 Технологические машины и оборудование, № 1026 от 14.08.2020 г.

Разработал: Лебедев Дмитрий Александрович, доцент кафедры ТММ, ДМ и ПТМ, к.т.н., доцент

Рецензент: Рудовский Павел Николаевич, профессор кафедры ТММ, ДМ и ПТМ, д.т.н., профессор

**ПРОГРАММА УТВЕРЖДЕНА:**

На заседании кафедры ТММ, ДМ и ПТМ

Протокол заседания кафедры № 5 от 31.01 2023 г.

Заведующий кафедрой ТММ, ДМ и ПТМ

Корабельников Андрей Ростиславович, д.т.н., профессор

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель дисциплины:** изучение видов математических моделей, приемов построения и исследования имитационных моделей для задач оптимизации и управления производственными процессами, объектами, с применением средств вычислительной техники.

Дисциплина нацелена на формирование ряда общих, общепрофессиональных и профессиональных компетенций выпускника согласно ООП по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование.

**Задачи дисциплины:** изучить методы создания и исследования математических моделей механических объектов и технических систем; изучить численные методы решения на ЭВМ инженерных задач различных типов.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать:** виды и содержание математических моделей; способы и методы реализации математических моделей на ЭВМ; теоретические основы численных методов математического моделирования; методы оптимизации математических моделей.

**уметь:** реализовывать методы математического моделирования, согласно поставленной задаче; подготавливать исходные данные в соответствии с требованиями выбранного численного метода; проводить анализ полученных результатов.

**владеть:** навыками самостоятельного решения инженерных задач моделирования; применения вычислительной техники и численных методов при расчетах и исследованиях; навыками построения и анализа моделей систем и процессов.

**освоить компетенции:**

**ПК-3** Способен исследовать, анализировать, проектировать, внедрять, совершенствовать процессы и производственные системы при производстве технологического оборудования

**Код и содержание индикаторов компетенции:**

ИПК-3.1 Способен проводить исследования и анализ процессов предприятия и производственных систем.

ИПК-3.2 Умеет проектировать, совершенствовать и внедрять, новые процессы предприятия и производственные системы.

ИПК-3.2 Владеет методами проектирования процессов на предприятии

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к вариативной части учебного плана (Б1.В.ОД.1). Изучается в 1 и 2 семестрах обучения.

Изучение дисциплины основывается на ранее освоенных дисциплинах (практиках): средства и методы измерений и контроля, основы научных исследований, организации и планирования эксперимента, компьютерные технологии в машиностроении и др.

Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплин (практик): методы создания и проектирования машин, системы автоматизированного проектирования, учебные и производственные практики и др.

## 4. Объем дисциплины (модуля)

### 4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических (астрономических) часов и виды учебной работы

Виды учебной работы,	Очная форма	Очно-заочная	Заочная
----------------------	-------------	--------------	---------

Общая трудоемкость в зачетных единицах	4		
Общая трудоемкость в часах	144		
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	36		
Лекции	18		
Практические занятия			
Лабораторные занятия	18		
Самостоятельная работа в часах	72		
Форма промежуточной аттестации	ЭКЗАМЕН		

#### 4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма	Очно-заочная	Заочная
Лекции	18		
Практические занятия			
Лабораторные занятия	18		
Консультации	1,7		
Зачет/зачеты	0,5		
Экзамен/экзамены			
Курсовые работы			
Курсовые проекты	4		
Всего	38,2		

### 5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

#### 5.1. Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего час	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекц.	Практ.	Лаб.	
1	Цели и задачи математического моделирования процессов и систем	14	4			10
2	Теоретические математические модели аналитического типа	112	4		8	80
	<b>Зачет</b>	18				18
3	Эмпирические математические модели	80	4		6	60
4	Математические модели теории принятия решений	52	4		4	40
	КП	38				38
	<b>экзамен</b>	36				36
	Итого:	144	18		18	72

#### 5.2. Содержание

1. Цели и задачи математического моделирования процессов и систем.

Понятие «математическая модель». Классификация математических моделей. Геометрическое представление математических моделей.

2. Теоретические математические модели аналитического типа.

Линейные математические модели. Нелинейные детерминированные модели. Полиномиальные модели. Поэномные модели. Математическая модель кратчайшего пути. Математическая модель в виде обыкновенных дифференциальных уравнений. Модели, заданные в виде уравнений в частных производных. Стохастические модели.

3. Эмпирические математические модели.

Идентификация эмпирических математических моделей. Использование метода наименьших квадратов. Статистические методы проверки адекватности математических моделей. Выбор оптимальной эмпирической модели. Использование критерия Фишера для проверки значимости высших степеней математической модели.

4. Математические модели теории принятия решений.

Общие сведения о теории принятия решений. Общая математическая модель формирования оптимальных решений. Построение и решение оптимизационной задачи принятия решения. Многокритериальные задачи принятия решений. Построение решений, оптимальных по Парето.

## 6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

### 6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1	Цели и задачи математического моделирования процессов и систем	Подготовка к лекциям, лабораторным работам	10	СР выполняется с использованием материалов лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС	Текущий опрос, защита лабораторных работ
2	Теоретические математические модели аналитического типа	Подготовка к лекциям, лабораторным работам	80	СР выполняется с использованием материалов лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС	Текущий опрос, защита лабораторных работ
	<b>Подготовка к зачету</b>		18	СР выполняется с использованием материалов лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС	Зачет
3	Эмпирические математические модели	Подготовка к лекциям, лабораторным работам	60	СР выполняется с использованием материалов лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС	Текущий опрос, защита лабораторных работ
4	Математические модели теории принятия решений	Подготовка к лекциям, лабораторным работам	40	СР выполняется с использованием материалов лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС	Текущий опрос, защита лабораторных работ

	Выполнение КП		38	СР выполняется с использованием материалов лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС	Защита КП
	<b>Подготовка к зачету</b>		10	СР выполняется с использованием материалов лекций, основной и дополнительной литературы, ЭБС	Зачет

## **6.2. Методические рекомендации студентам, изучающим дисциплину**

Самостоятельная работа студента складывается из изучения материалов лекций и рекомендуемой литературы, подготовке к лабораторным работам (практическим занятиям) по вопросам и заданиям, выданным преподавателям в конце лекции, подготовке курсовой работы или проекта, если это предусмотрено рабочей программой дисциплины проекта.

Отчеты по лабораторным работам (практическим занятиям) должны быть оформлены с применением современных компьютерных технологий и программного обеспечения. Защита лабораторной работы проводится по результатам проверки отчета, самостоятельности, выполненного задания. Допуск студента к следующей работе возможен при получении положительной оценки при опросе на занятии и подготовке к лабораторной работе.

По итогам освоения дисциплины проводится зачет (экзамен), целью которого является проверка освоенности дисциплины и сформированности компетенций. Зачет (экзамен) преподавателем проводится для студентов, успешно освоивших дисциплину и защитивших все лабораторные (практические) работы.

## **6.3. Тематика и задания для практических занятий**

Не предусмотрено

## **6.4. Тематика и задания для лабораторных занятий**

1. Программирование в среде MathCAD.
2. Символьная математика в среде MathCAD.
3. Математические методы и модели в расчетах на ЭВМ.
4. Применение численных методов для решения математических моделей.
5. Метод простых итераций решения трансцендентного уравнения.
6. Решение нелинейных уравнений методом Ньютона.
7. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.
8. Метод прогонки решения систем линейных уравнений.
9. Модели систем в виде дифференциальных уравнений.
10. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений методами Эйлера и Рунге-Кутты.
11. Приближенное вычисление интегралов методом Симпсона.
12. Построение задачи по экспериментальным данным.
13. Задача интерполяции. Сплайн-интерполяция.
14. Аппроксимация функций. Применение метода наименьших квадратов для аппроксимации табличных данных.
15. Адекватность математической модели.
16. Планирование эксперимента. Полный факторный эксперимент.

## **6.5. Методические рекомендации для выполнения курсовых работ (проектов)**

Выполнение КП (КР) – творческий и самостоятельный процесс, показывающий и формирующий умение студента самостоятельно ставить, решать задачи, работать с литературой, проводить исследования, делать выводы. Необходимо обязательное посещение консультаций, так как студент получает индивидуальное задание вначале семестра обучения.

Использование компьютерных программ, применяемых в курсовом проекте (курсовой работе), позволяет интенсифицировать процесс обучения, наглядно представлять результаты, моделировать конструкцию механизмов. Использование данных методов позволит развить творческие способности, самостоятельность студентов, ставить и решать конкретные практические задачи.

Для организации самостоятельной работы студентов рекомендуется использование литературы и Internet-ресурсов, электронных учебников и специализированного программного обеспечения в процессе выполнения КП (КР), согласно перечню разделов 7, 8.

## **7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Основная литература:

1. Советов Б.Я., Яковлев С. А. Моделирование систем: учебник для бакалавров. Москва: Юрайт, 2012.
2. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем. Учебник. М.: Инфра-М, Новое знание, 2016.

Дополнительная литература:

1. Голубева Н.В. Математическое моделирование систем и процессов: учеб. пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2013.
2. Охорзин В.А. Компьютерное моделирование в среде MatchCAD: учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 2006.
3. Васильков Ю.В. Компьютерные технологии вычислений в математическом моделировании. – М.: Финансы и статистика, 2002.
4. Кузьмин В.В., Схиртладзе А. Г. Математическое моделирование технологических процессов сборки и механической обработки изделий машиностроения: учеб. пособие для вузов. Москва: Высш. шк., 2008.
5. Шуп Т. Решение инженерных задач на ЭВМ. М.: Мир, 1982.
6. Семенов М.Г. Математическое моделирование в MathCad. Москва: Альтекс-А, 2003.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Информационно-образовательные ресурсы:

1. Федеральный портал «Российское образование».
2. Официальный сайт министерства образования и науки Российской Федерации.
3. <http://fsapr2000.ru> – российский интернет-форум пользователей и разработчиков САПР и IT-технологий в проектировании и производстве.
4. [edu.ascon.ru](http://edu.ascon.ru).

Электронные библиотечные системы:

1. ЭБС «Лань».
2. ЭБС «Университетская библиотека online».
3. ЭБС «Znaniium.com».

## **9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническое обеспечение:

Б-315, лекционная аудитория, ПК, проектор, посадочные места.

Б-108, лабораторный класс, 50 кв. м., ПК (в комплекте) с подключением к сети Internet: монитор 23,6" Wide Acer V243H, с/блок Proxima MC 852 (15 шт.), посадочные места.

Необходимое программное обеспечение:

Autodesk Inventor; Компас-3D; MatchCAD; Microsoft Internet Explorer; Microsoft Office.