

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«Курганский государственный университет»
(КГУ)

Кафедра «Автоматизация производственных процессов»


УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор
С.Н. Щербич
«30» августа 2019 г.

Дата дополнений и изменений

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«Математическое моделирование в инженерной и инновационной дея-
тельности»

образовательной программы высшего образования
программы бакалавриата

27.03.01 – Стандартизация и метрология

Направленность:

Стандартизация, метрология и управление качеством

Формы обучения: очная, заочная

Курган 2019

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование в инженерной и инновационной деятельности» составлена в соответствии с учебными планами по программе бакалавриата Стандартизация и метрология (Стандартизация, метрология и управление качеством), утвержденными:

- для очной формы обучения «29» августа 2019 года;
- для заочной формы обучения «29» августа 2019 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Автоматизация производственных процессов» «29» августа 2019 года, протокол № 1.

Рабочую программу составил
доцент, канд. техн. наук



В.Е. Овсянников

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Автоматизация
производственных процессов»
доцент, канд. техн. наук

Е.К. Карпов

Специалист по учебно-
методической работе
Учебно-методического отдела



Г.В. Казанкова

Начальник Управления
образовательной деятельности



С.Н. Синицын

1. Объем дисциплины

Всего: 6 зачетных единиц (216 академических часов)

Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		6
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов	56	56
в том числе:		
Лекции	32	32
Практические работы	24	24
Самостоятельная работа, всего часов	160	160
в том числе:		
Подготовка к экзамену	27	27
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	133	133
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	216	216

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		5
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов	18	18
в том числе:		
Лекции	8	8
Лабораторные занятия	-	-
Практические занятия	10	10
Самостоятельная работа, всего часов	198	198
в том числе:		
Подготовка к экзамену	27	27
Выполнение контрольной работы	18	18
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	153	153
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	216	216

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математическое моделирование в инженерной и инновационной деятельности» относится к учебным вариативным дисциплинам первого блока программы бакалавриата (ПБ) направления подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология», дисциплина по выбору.

Изучение дисциплины базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин:

- Математика;
- Информатика.

Результаты обучения по дисциплине необходимы как базовые для изучения дисциплин «Статистические методы контроля и управления качеством» и «Квалиметрия», а также выпускной квалификационной работы при рассмотрении вопросов, связанных с процессом вычислений.

3. Планируемые результаты обучения

Целью изучения дисциплины являются формирование способностей и готовности специалиста применять аппарат математического моделирования и средства его компьютерной реализации при решении задач различных сфер деятельности.

Задачами дисциплины являются: ознакомление студентов с основными методами построения математических моделей линейных и нелинейных объектов; изучение экономических моделей.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способностью выполнять работы по метрологическому обеспечению и техническому контролю, использовать современные методы измерений, контроля, испытаний и управления качеством (ПК-3).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- Знать: основные методы построения математических моделей объектов (ПК-3);
- Уметь: применять аппарат математического моделирования объектов в своей профессиональной деятельности (ПК-3);
- Владеть средствами компьютерной техники и программными продуктами реализации аппарата построения моделей объектов (ПК-3).

В рамках освоения дисциплины «Математическое моделирование в инженерной и инновационной деятельности» обучающиеся готовятся к решению следующих профессиональных задач:

- участие в работах по моделированию процессов и средств измерений, испытаний, контроля с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;

- проведение экспериментов по заданным методикам, обработка и анализ результатов, составление описаний проводимых исследований, подготовка данных для составления научных обзоров и публикаций;

В рамках освоения дисциплины «Математическое моделирование в инженерной и инновационной деятельности» обучающиеся готовятся к использованию следующих трудовых функций профессионального стандарта:

- Разработка и аттестация методик измерений и испытаний;
- Выполнение особо точных измерений для определения действительных значений контролируемых параметров.

4. Содержание дисциплины

4.1. Учебно-тематический план

Очная форма обучения

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы
Рубеж 1	1	Понятие моделирования. Способы представления моделей	4	-	-
	2	Линейные регрессионные модели объектов.	4	4	-
	3	Нелинейные модели. Динамические системы.	4	4	-
		Рубежный контроль №1	1		
Рубеж 2	4	Статистический анализ выборок.	4	8	-
	5	Понятия математической модели эмпирического распределения.	4	4	-
	6	Экономические модели	4	4	-
	7	Методы оптимизации	4	-	-
	8	Методы прогнозирования	2	-	-
			Рубежный контроль №2	1	-
Всего:			32	24	-

Заочная форма обучения

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы
2	Линейные регрессионные модели объектов.	2	2	-
3	Нелинейные модели. Динамические системы.	2	2	-
4	Статистический анализ выборок.	2	4	-
5	Понятия математической модели эмпирического распределения.	2	2	-
6	Экономические модели	-	-	-
7	Методы оптимизации	-	-	-
8	Методы прогнозирования	-	-	-
Всего:		8	10	-

4.2. Содержание лекционных занятий

Тема 1. Понятие моделирования. Способы представления моделей

Моделирование. Целесообразность использования моделей. Процесс моделирования. Характер процесса моделирования. Инструменты построения моделей. Классификация моделей. Феноменологические и абстрактные модели. Статические и динамические модели. Детерминированные и стохастические модели.

Тема 2. Линейные регрессионные модели объектов

Задача регрессионного анализа. Модели типа белый, серый и черный ящик. Основные этапы построения регрессионной модели.

Метод наименьших квадратов. Адекватность линейных регрессионных моделей.

Тема 3. Нелинейные модели. Динамические системы.

Нелинейные регрессионные модели. Полиномиальная множественная регрессионная модель. Мультипликативная регрессионная модель. Обратная регрессионная модель. Экспоненциальная модель.

Понятие динамической системы. Параметры динамической системы.

Тема 4. Статистический анализ выборок и понятия математической модели эмпирического распределения

Случайная величина и ее численные типы. Основные характеристики случайной величины.

Описательная статистика и ее показатели. Параметры рассеяния, положения и формы распределения.

Оценка согласия статистического и эмпирического распределений. Оценка статистических параметров с учетом закона распределения.

Тема 6. Экономические модели

Применение математического моделирования при решении экономических задач и при управлении инновациями.

Тема 7. Методы оптимизации

Линейная и нелинейная оптимизация. Условная и безусловная. Методы оптимизации.

Тема 8. Методы прогнозирования

Методы построения математических прогнозов при решении задач экономики и инноватики.

4.3. Практические работы

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование лабораторной работы	Норматив времени, час.	
			Очная форма обучения	Заочная форма обучения
2	Линейные регрессионные модели объектов	Корреляционный анализ данных	2	1
		Парный регрессионный анализ	2	1
3	Нелинейные модели. Динамические системы.	Множественный регрессионный анализ	2	1
		Нелинейный регрессионный анализ	2	1
4	Статистический анализ выборок и понятия математической модели эмпирического распределения	Определение численных характеристик выборки	4	2
		Точечные и интервальные оценки нормально распределенной случайной величины	4	2
5	Экономические модели	Формирование портфеля ценных бумаг. Оптимальное распределение средств на рекламу.	4	2
6	Методы оптимизации	Модель размещения портфеля заказов. Решение транспортной задачи	4	-
Всего:			24	10

4.4. Контрольная работа

Изучение дисциплины предполагает выполнение контрольной работы студентами заочной формы обучения работы во 5 семестре. Задание и указания по выполнению контрольной работы приведены в методических указаниях в пункте 8.

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать наиболее важные моменты на которые обращает внимание преподаватель.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их обсуждения на дискуссии в конце лекции.

Залогом качественного выполнения практических работ является самостоятельная подготовка к ним путем повторения материала лекций.

Преподавателем запланировано применение на практических занятиях технологий развивающейся кооперации, коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций. Поэтому приветствуется групповой метод выполнения практических работ и защиты отчетов.

Для текущего контроля успеваемости по очной форме обучения преподавателем используется бально-рейтинговая система контроля и оценки академической активности. Поэтому настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на практических занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к практическим работам, к рубежным контролям (для обучающихся очной формы обучения), подготовку к экзамену, выполнение контрольных работ (для заочной формы обучения).

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице.

Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

Рекомендуемый режим самостоятельной работы (6 семестр)

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.
	Очная форма обучения
Самостоятельное изучение тем дисциплины:	89
Линейные регрессионные модели объектов.	25
Нелинейные модели. Динамические системы.	15
Статистический анализ выборок.	19
Понятия математической модели эмпирического рас-	15

пределения.	
Экономическое моделирование	15
Подготовка к практическим занятиям (по 2 часа на каждое занятие)	24
Подготовка к рубежным контролям (по 10 часов на каждый рубеж)	20
Выполнение контрольной работы	-
Подготовка к экзамену	27
Всего:	160

Рекомендуемый режим самостоятельной работы заочной формы обучения (5 семестр)

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.
	Очная форма обучения
Самостоятельное изучение тем дисциплины:	133
Линейные регрессионные модели объектов.	30
Нелинейные модели. Динамические системы.	30
Статистический анализ выборок.	30
Понятия математической модели эмпирического распределения.	23
Экономическое моделирование	20
Подготовка к практическим занятиям (по 4 часа на каждое занятие)	20
Выполнение контрольной работы	18
Подготовка к экзамену	27
Всего:	198

Приветствуется выполнение разделов самостоятельной работы в лабораториях и компьютерном классе кафедры "Автоматизация производственных процессов".

6. Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине

6.1. Перечень оценочных средств

1. Бально-рейтинговая система контроля и оценки академической активности студентов в КГУ (для очной формы обучения).
2. Контрольная работа (для заочной формы обучения).
3. Отчеты студентов по практическим работам.
4. Банк тестовых заданий к рубежным контролям № 1 и № 2 (для очной формы обучения).
5. Банк заданий к экзамену.

6.2. Система бально-рейтинговой оценки работы студентов

по дисциплине

Наименование		Содержание					
Очная форма обучения		Распределение баллов за 6 семестр					
1.	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)	Вид учебной работы	Посещение лекций	Выполнение и защита отчетов по практическим заданиям	Рубежный контроль № 1	Рубежный контроль № 2	Экзамен
		Бальная оценка	До 8	До 48	До 7	До 7	До 30
		Примечания	16 тем лекций по 0.5 балла	До 4-х баллов за каждое практическое занятие	На 8-ой неделе	На 17-ой неделе	
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и экзамена	60 и менее баллов – неудовлетворительно ; 61-73 - удовлетворительно ; 74-90 – хорошо ; 91-100 - отлично					
3	Критерий допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	<p>Для допуска к промежуточной аттестации (экзамен) студент должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов, а также выполнить все практические задания, и контрольную работу (для заочной формы обучения).</p> <p>Студенту, допущенному к прохождению промежуточной аттестации с количеством баллов менее 61, и получившему на ней ноль баллов, в ведомости по дисциплине заносится оценка «неудовлетворительно» (независимо от количества набранных в семестре баллов), что является академической задолженностью. В этом случае студенту предоставляется возможность повторного прохождения итогового контрольного мероприятия после окончания сессии в период пересдач согласно Положению о промежуточной аттестации студентов Курганского государственного университета.</p> <p>Для получения экзамена «автоматом» студенту необходимо набрать в ходе текущей и рубежных аттестаций в семестре не менее 68 баллов с оценкой «удовлетворительно». Оценка, получаемая студентом «автоматом» определяется по соответствию количества баллов, набранных им в ходе текущей и рубежных аттестаций, оценке по шкале в соответствии с Положением о бально-рейтинговой системе контроля и оценки академической активности студентов в ФГБОУ ВО Курганский государственный университет (таблица 2).</p> <p>По согласованию с преподавателем студенту, набравшему минимум 68 баллов, могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за активное участие в научной и методической работе, оригинальность принятых решений в ходе выполнения практических работ, за участие в значимых учебных и внеучебных мероприятиях кафедры и выставлена за экзамен «автоматически» оценка «хорошо» или «отлично».</p>					

4	<p>Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстанавливающихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра</p>	<p>В случае если к промежуточной аттестации набрана сумма менее 50 баллов, студенту необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом следует изучить материал всех пропущенных практических занятий. Оценочные баллы берутся из таблицы.</p> <p>Формы дополнительных заданий назначаются преподавателем. Например, оформление конспектов лекций по пропущенным темам (до 2-х баллов за каждую тему); выполнение индивидуальных практических заданий (до 4-х баллов за задание).</p> <p>Ликвидация академических задолженностей, возникающих из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.</p>
---	---	--

6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежные контроли проводятся в форме письменного тестирования.

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает со студентами основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Варианты тестовых заданий для рубежных контролей № 1 – 7 вопросов, рубежного контроля №2 – 7 вопросов.

На каждое тестирование при рубежном контроле студенту отводится время не менее 30 минут.

Преподаватель оценивает в баллах результаты тестирования каждого студента по количеству правильных ответов и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

Экзамен проводится по билетам. Билет содержит два вопроса. Каждый вопрос оценивается по 15 баллов. Время подготовки студента для ответа на зачет 1.5 астрономических часа.

Результаты текущего контроля успеваемости и экзамена заносятся преподавателем в экзаменационную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день экзамена, а также выставляются в зачетную книжку студента.

6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и экзамена

Пример вопросов к рубежному контролю №1

1. Способ замещения реального объекта, используемый для его изучения.
 - а) Модель
 - б) Эксперимент
 - в) Формализация
 - г) Интерпретирование
2. Набор стандартных способов, приёмов, методов, позволяющий достичь результата гарантированного качества с помощью указанных инструментов за заранее известное время при заданных затратах
 - а) Среда
 - б) Инструмент

- в) Технология
- г) Программирование
- 3. Типовое средство, позволяющее достичь оригинальный результат и обеспечивающее сокращение затрат на выполнение промежуточных операций
 - а) Среда
 - б) Инструмент
 - в) Технология
 - г) Программирование
- 4. Вид линейной модели, когда об объекте моделирования известно все
 - а) Черный ящик
 - б) Белый ящик
 - в) Серый ящик
- 5. Вид линейно модели, когда известна структура объекта, неизвестны количественные значения параметров
 - а) Черный ящик
 - б) Белый ящик
 - в) Серый ящик
- 6. Какая из задач решается последней при проведении регрессионного анализа
 - а) Внесение гипотезы о структуре модели
 - б) Определение коэффициентов модели
 - в) Определение погрешности модели
 - г) Проверка адекватности модели
- 7. Выражение $Y = e^{B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + \dots + B_m X_m}$ соответствует
 - а) Полиномиальной множественной регрессионной модели
 - б) Мультипликативной регрессионной модели
 - в) Обратной регрессионной модели
 - г) Экспоненциальной модели

Пример вопросов к рубежному контролю №2

1. По формуле $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ определяется
 - а) Выборочное среднее
 - б) Дисперсия
 - в) Мода
 - г) Медиана
2. По формуле $s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$ определяется
 - а) Выборочное среднее
 - б) Стандартное отклонение
 - в) Мода
 - г) Медиана

3. По формуле $\hat{A} = \frac{\hat{\mu}_3}{\hat{\mu}_2^{3/2}}$ определяется

- а) Эксцесс
- б) Стандартное отклонение
- в) Асимметрия
- г) Медиана

4. Примерно, какая доля от суммарных затрат на качество приходится на инспекцию (контроль)?

- а) 5-10 %;
- б) 10-50 %;
- в) 25-40 %.
- г) 40-70 %.

5. Примерно, какая доля от суммарных затрат на качество приходится на внутренний брак?

- а) 0,5-5 %;
- б) 10-50 %;
- в) 25-40 %;
- г) 40-70 %.

6. Примерно, какая доля от суммарных затрат на качество приходится на внешний брак?

- а) 0,5-5 %;
- б) 40-60 %;
- в) 25-40 %.
- г) 40-70 %.

Перечень вопросов к экзамену

1. Понятие моделирования.
2. Способы представления моделей.
3. Моделирование. Целесообразность использования моделей.
4. Процесс моделирования.
5. Характер процесса моделирования.
6. Инструменты построения моделей.
6. Классификация моделей.
7. Феноменологические и абстрактные модели.
8. Статические и динамические модели.
9. Детерминированные и стохастические модели.
10. Линейные регрессионные модели объектов.
11. Задача регрессионного анализа.
12. Модели типа белый, серый и черный ящик.
14. Основные этапы построения регрессионной модели. Метод наименьших квадратов.
15. Адекватность линейных регрессионных моделей.
16. Нелинейные модели. Динамические системы.
16. Нелинейные регрессионные модели.

17. Полиномиальная множественная регрессионная модель.
18. Мультипликативная регрессионная модель.
19. Обратная регрессионная модель.
20. Экспоненциальная модель.
21. Понятие динамической системы.
22. Параметры динамической системы.
23. Статистический анализ выборок и понятия математической модели эмпирического распределения.
24. Случайная величина и ее численные типы.
25. Основные характеристики случайной величины.
26. Описательная статистика и ее показатели.
27. Параметры рассеяния, положения и формы распределения.
28. Оценка согласия статистического и эмпирического распределений.
29. Линейное программирование и анализ временных рядов. Задачи линейного программирования.
30. Методы оптимизации. Условная и безусловная оптимизация. Элементы анализа временных рядов.

6.5. Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

7. Основная и дополнительная учебная литература

7.1. Основная учебная литература

1. Губанов В.Ф. Инноватика: базовые математические модели [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Ф. Губанов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Курганский государственный университет. - Электрон. текстовые дан. (тип файла: pdf ; размер: 1,36 Mb). - Курган : Издательство Курганского государственного университета, 2012. - 45, [1] с.: табл. - Библиогр.: с. 45. - ISBN 978-5-4217-0154-5.

7.2. Дополнительная литература

1. Губанов В.Ф. Инноватика. Базовые математические модели. – Курган: изд-во КГУ, 2013.

8. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

1. Методические указания по контрольной работе:

- Инженерное и управленческое моделирование в компьютерной системе [Электронный ресурс]: лабораторный практикум для студентов, обучающихся по направлениям 221700.62 «Стандартизация и метрология» и 222000.62 «Инноватика» / Министерство образования и науки Российской Федерации, Курганский государственный университет, Кафедра «Инноватика и менеджмент качества»; [сост.: В.Е. Овсянников]. - Электрон. текстовые дан. (тип файла: pdf; размер: 890 Kb). - Курган: Издательство Курганского государственного университета, 2013. - 39 с.: рис., табл. - Библиогр.: с. 39.

9. Материально-техническое обеспечение **дисциплины**

Особых требований к выбору помещений не предъявляется. Занятия проводятся в обычной аудитории.

Аннотация к рабочей программе дисциплины
«Математическое моделирование в инженерной и инновационной деятельности»
образовательной программы высшего образования –
программы бакалавриата

27.03.01. – Стандартизация и метрология

Направленность:

Стандартизация, метрология и управление качеством

Трудоемкость дисциплины 6 ЗЕ (216 академических часов)

Семестр: 6 (очная форма обучения), 5 (заочная форма обучения)

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Содержание дисциплины

Моделирование. Виды математических моделей. Линейные модели. Нелинейные модели. Основы статистической обработки данных. Искусственные нейронные сети. Метод конечных элементов.