

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»
(КГУ)

Кафедра «Автоматизация производственных процессов»



УТВЕРЖДАЮ:

Ректор

/ Дубив Н.В. /

2020 г.

Рабочая программа учебной дисциплины
МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ

образовательной программы высшего образования –
программы бакалавриата

**15.03.04 – Автоматизация технологических
процессов и производств**

Направленность:

**Автоматизация технологических процессов и производств в
машиностроении**

Формы обучения: очная, заочная

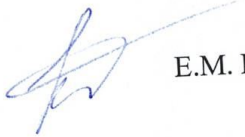
Курган 2020

Рабочая программа дисциплины «Моделирование систем и процессов» составлена в соответствии с учебными планами по программе бакалавриата по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств (направленность: «Автоматизация технологических процессов и производств в машиностроении»), утвержденными:
- для очной формы обучения «29» августа 2020 года;
- для заочной формы обучения «29» августа 2020 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Автоматизация производственных процессов» «29» августа 2020 года, протокол №1.

Рабочую программу составил

Старший преподаватель



Е.М. Кузнецова

Согласовано:

Заведующий кафедрой

«Автоматизация производственных процессов»



Е.К. Карпов

Специалист по учебно-методической работе
Учебно-методического отдела



Г.В. Казанкова

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 4 зачетных единицы трудоемкости (144 академических часов)

Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		7
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов	40	40
в том числе:		
Лекции	16	16
Лабораторные работы	24	24
Самостоятельная работа, всего часов	104	104
в том числе:		
Подготовка к экзамену	27	27
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	77	77
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	144	144

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		8
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов	10	10
в том числе:		
Лекции	2	2
Лабораторные работы	8	8
Самостоятельная работа, всего часов	134	134
в том числе:		
Подготовка контрольной работы	18	18
Подготовка к экзамену	27	27
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	89	89
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	144	144

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Моделирование систем и процессов» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1. Изучается студентами очной формы обучения в 7 семестре, заочной формы – в 8 семестре.

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

- математика;
- физика;
- теория автоматического управления;
- метрология и измерительная техника;
- теоретическая механика;
- электротехника и электроника;
- автоматизированный электропривод;
- программирование и алгоритмизация.

Дисциплина «Моделирование систем управления» является основой для последующего изучения специальных дисциплин: «Проектирование автоматизированных систем», «Автоматизация технологических процессов и производств», а также необходима для выполнения дипломной квалификационной работы и последующей инженерной деятельности.

Результаты обучения по дисциплине «Моделирование систем управления» необходимы для выполнения разделов курсового проекта по дисциплине «Автоматизация технологических процессов и производств», а также выполнение выпускной квалификационной работы.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью освоения дисциплины «Моделирование систем и процессов» является: обучение студентов основам математического моделирования, необходимым при проектировании, исследовании и эксплуатации объектов и систем автоматизации и управления.

Задачами освоения дисциплины «Моделирование систем и процессов» являются: формирование у студентов знания основ современных методов имитационного и математического моделирования производственных процессов и систем управления ими; освоение основных принципов и методов построения математических моделей объектов и систем управления; формирование навыков проведения вычислительных экспериментов.

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

- способность выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и

готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий (ПК-2);

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- Знать классификацию моделей систем и процессов, виды моделирования (для ПК-2);
- Знать методы построения математических моделей, их упрощение; технические и программные средства моделирования (для ПК-2);
- Уметь реализовывать алгоритмы математического моделирования (для ПК-2);
- Уметь работать с программными продуктами VISSIM, EWB (для ПК-2);
- Владеть навыками разработки математических моделей (для ПК-2);
- Владеть навыками работы в программных продуктах MATHCAD, VISSIM (для ПК-2).

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	Практич. занятия	Лабораторные работы
Рубеж 1	1	Введение. Классификация моделей и основные положения теории подобия.	1	-	-
	2	Теоретические и экспериментальные методы получения моделей	1	-	4
	3	Методы вычислительного моделирования систем и процессов.	2	-	16
		Рубежный контроль №1	-	-	1
Рубеж 2	4	Классические методы численного интегрирования.	2	-	-
	5	Этапы и алгоритмы моделирования систем.	2	-	-
	6	Цифровые интеграторы.	2	-	3
		Рубежный контроль №2	-	-	1
Рубеж 3	7	Имитационное моделирование систем	2	-	-
	8	Технические и программные средства моделирования.	2	-	-
	9	Методы упрощения моделей. Оценка точности моделирования.	2	-	-
		Итого	16	-	24

Заочная форма обучения

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
		Лекции	Практич. занятия	Лабораторные работы
1	Введение. Классификация моделей и основные положения теории подобия.	0,2	-	-
2	Теоретические и экспериментальные методы получения моделей	0,2	-	4
3	Методы вычислительного моделирования систем управления.	0,6	-	4
4	Классические методы численного интегрирования.	0,2	-	-
5	Этапы и алгоритмы моделирования систем.	0,2	-	-
6	Цифровые интеграторы.	-	-	-
7	Имитационное моделирование систем	0,6	-	-
8	Технические и программные средства моделирования.	-	-	-
9	Методы упрощения моделей. Оценка точности моделирования.	-	-	-
	Итого	2	-	8

4.2. Содержание лекционных занятий

Тема 1. Введение. Классификация моделей и основные положения теории подобия

Основные понятия. История развития моделирования. Примеры моделей сложных систем. Классификация моделей и виды моделирования. Геометрическое подобие. Моделирование с помощью критериев подобия.

Тема 2. Теоретические и экспериментальные методы получения моделей.

Принципы построения и основные требования к математическим моделям систем. Цели и задачи исследования математических моделей. Получение математических моделей теоретическими методами. Экспериментальные методы определения параметров объектов управления.

Тема 3. Методы вычислительного моделирования систем и процессов.

Математические модели теплового объекта и электромеханических систем. Формы представления математических уравнений. Форма Коши. Матричные методы записи уравнения состояния динамической системы. Методы решения матричных уравнений. Моделирование типовых систем автоматического управления.

Тема 4. Классические методы численного интегрирования

Интегрирование методом прямоугольников, трапеций и парабол. Методы численного интегрирования дифференциальных уравнений: одноступенчатые и методы прогноза и коррекции. Сравнительный анализ методов интегрирования.

Тема 5. Этапы и алгоритмы моделирования систем

Методы перехода от аналоговых моделей к цифровым. Экстраполяторы нулевого и первого порядков, их частотные характеристики. Получение разностных уравнений. Рекуррентные алгоритмы. Понятие о цифровых

фильтрах. Переход от передаточной функции к дискретной передаточной функции и получение моделирующих алгоритмов (разностных уравнений).

Тема 6. Цифровые интеграторы

Интегрирование с экстраполятором нулевого и первого порядков. Компенсация погрешностей интегрирования: непрерывная и дискретная компенсации. Настройка численного интегрирования. Методы подстановки. Метод Тастина. Z-формы и оценка точности интегрирования.

Тема 7. Имитационное моделирование систем

Сравнительный анализ языков имитационного моделирования. Случайные величины и функции. Метод статистического моделирования.

Тема 8. Технические и программные средства моделирования

Моделирование систем и процессов, языки программирования. Пакет программы VISSIM.

Тема 9. Методы упрощения моделей. Оценка точности моделирования

Точные и приближенные значения величин. Оценка точности физического моделирования. Точность моделирования на ЭВМ.

4.3. Лабораторные занятия

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование лабораторной работы	Норматив времени, часы	
			Очная форма	Заочная форма
2	Теоретические и экспериментальные методы получения моделей.	Определение передаточной функции объекта управления по его переходной характеристике.	2	2
		Определение передаточной функции объекта управления частотным методом.	2	2
3	Методы вычислительного моделирования систем и процессов.	Моделирование электромеханической системы станка с учетом упругости передач.	3	4
		Рубежный контроль 1	1	
		Моделирование оптимального по быстродействию системы автоматического управления.	4	-
		Моделирование одноконтурного электропривода с обратной связью по скорости.	4	-
		Моделирование электропривода постоянного тока с подчиненным регулированием.	4	-
6	Цифровые интеграторы.	Моделирование дискретных объектов в программном продукте «VISSIM».	3	-
		Рубежный контроль 2	1	-
Всего:			24	8

4.4 Контрольная работа

(для обучающихся заочной формы обучения)
Контрольная работа посвящена моделированию одноконтурной системы управления в программном продукте «ELECTRONIC WORK BENCH» (EWB) с различными видами корректирующих устройств: фильтром, ПИ- и ПИД-регуляторами. Вариант контрольной работы выбирается из таблицы, приведенной в методических рекомендациях по выполнению контрольной работы. Методические рекомендации указаны в разделе 8.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующих лабораторных работ.

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

Залогом качественного выполнения лабораторных работ является самостоятельная подготовка к ним путем повторения материалов лекций. Рекомендуется подготовить вопросы по неясным моментам и обсудить их с преподавателем в начале лабораторной работы.

Преподавателем запланировано применение на лабораторных занятиях технологий коллективного взаимодействия. Лабораторные работы выполняются с использованием программного пакета VISSIM и MATHCAD.

Для текущего контроля успеваемости по очной форме обучения преподавателем используется балльно-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 лабораторных в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к лабораторным занятиям, к рубежным контролям (для очной формы обучения), выполнение контрольной работы (для заочной формы обучения) и подготовку к экзамену.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

Рекомендуемый режим самостоятельной работы

(доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)	Примечания:	8 лекций по 1 баллу	До 2 баллов за лабораторную работу	На 4-й лабораторной	На 12-й лабораторной	
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре	60 и менее баллов – неудовлетворительно; 61...73 – удовлетворительно; 74... 90 – хорошо; 91...100 – отлично				
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	<p>Для допуска к промежуточной аттестации (экзамену) студент должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов и должен выполнить все лабораторные работы.</p> <p>Для получения экзаменационной оценки (экзамена) «автоматически» студенту необходимо набрать за семестр следующее минимальное количество баллов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 68 для получения «автоматически» оценки «удовлетворительно»; <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 лабораторных работ, за участие в значимых учебных и внеучебных мероприятиях кафедры и выставлена за экзамен «автоматически» оценка «хорошо» или «отлично».</p>				
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра	<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 необходимо проработать материал всех пропущенных лабораторных работ.</p> <p>Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем):</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнение и защита пропущенных лабораторных работ (при невозможности дополнительного проведения лабораторной работы преподаватель устанавливает форму дополнительного задания по тематике пропущенной лабораторной работы самостоятельно) – до 4-х баллов; - прохождение рубежного контроля (баллы в зависимости от рубежа). <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших 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 выполнения задания.

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает со студентами основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии. Варианты заданий для рубежных контролей №1 и 2 состоят из составления моделирующих и наборных схем в программном продукте VISSIM, Matlab.

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

Преподаватель оценивает в баллах результаты каждого студента и заносит их в ведомость учета текущей успеваемости.

Экзаменационный билет состоит из 2 вопросов. Количество баллов за каждый правильный ответ до 15 баллов. Время, отводимое студенту на подготовку к ответу на вопросы экзаменационного билета, составляет 1 астрономический час.

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 задания для рубежного контроля 1

Составить алгоритм моделирования элементов системы управления с заданными передаточными функциями, используя типовые блоки, выполняющие математические операции: суммирования, деления, умножения, интегрирования, дифференцирования в программных продуктах VISSIM, Matlab.

Пример задания для рубежного контроля 2

Составить наборную схему для моделирования объекта (системы) в программном продукте VISSIM.

Составить наборную схему для дискретного моделирования объекта (системы) при использовании одного из методов подстановки (метод прямоугольников с недостатком и избытком, методом трапеций, Z-форм) в программном продукте VISSIM.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Основные понятия и задачи, решаемые при моделировании систем.
2. Классификация моделей и виды моделирования.
3. Методы моделирования и их особенности. Этапы математического моделирования
4. Математические модели элементов систем управления.
5. Понятие об имитационном моделировании.
6. Цели и задачи исследования математически моделей систем.
7. Теоретические методы получения моделей.
8. Модель теплового объекта и её уравнение.
9. Решение линейных дифференциальных уравнений первого порядка методом интегрирующего множителя
10. Экспериментальные методы получения моделей объектов управления.

11. Определение передаточных функций объекта по переходной характеристике.
12. Определение передаточной функции по частотным характеристикам.
13. Формы записи уравнений при моделировании линейных САУ.
14. Матричная форма записи уравнений линейных САУ.
15. Интегрирование функций. Аналоговое и цифровое интегрирование.
16. Интегрирование методом прямоугольников. Цифровой аналог.
17. Методы моделирования и их особенности.
18. Интегрирование методом трапеций и методом Симпсона.
19. Оценка точности интегрирования методом трапеций.
20. Интегрирование дифференциальных уравнений. Одноступенчатые и многоступенчатые методы.
21. Интегрирование методом Эйлера. Методы повышения точности интегрирования.
22. Интегрирование методом Рунге-Кутты.
23. Интегрирование дифференциальных уравнений методом прогноза и коррекции.
24. Моделирование систем управления на операционных усилителях.
25. Принцип построения аналоговых вычислительных машин.
26. Достоинства и недостатки моделирования аналоговыми методами.
27. Построение наборной схемы модели СУ (последовательная, параллельная и непосредственная схема).
28. Цифровые методы моделирования СУ. Пакет программы VISSIM.
29. Преобразование непрерывного сигнала в дискретный и построение дискретной модели.
30. Экстраполяторы нулевого и первого порядка, треугольный экстраполятор. Их передаточные функции и частотные характеристики.
31. Цифровые интеграторы. Формулы цифрового интегрирования.
32. Компенсация погрешности в цифровых интеграторах. Интеграторы Тастина.
33. Цифровые, дискретные и аналоговые компенсаторы.
34. Методы подстановки для цифровых интеграторов.

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. Моделирование систем управления с применением Matlab: Учебное пособие / А.Н. Тимохин, Ю.Д. Румянцев. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 256

с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-010185-9

2. Аверченков В.И. Основы математического моделирования технических систем: Учебное пособие/ В.И. Аверченков, В.П.Федоров, М.Л.Хейфец – 2-е изд. – М.: ФЛИНТА, 2011. – 271с.

7.2. Дополнительная учебная литература

1. Замятина О.М. Моделирование систем: Учебное пособие – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. - 204с.

2. ЖмудьВ.А. Моделирование и численная оптимизация замкнутых систем автоматического управления в программе VisSim/ЖмудьВ.А. - Новосибир.: НГТУ, 2016. - 124 с.: ISBN 978-5-7782-2103-1

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Лебединский Б.П. Определение передаточной функции объекта управления по его переходной характеристике. - Курган: Изд-во Курганского государственного университета, 2016-10с.

2. Лебединский Б.П. Определение передаточной функции объекта управления частотным методом. - Курган: Изд-во Курганского государственного университета, 2016-7с.

3. Лебединский Б.П. Моделирование электромеханической системы станка с учетом упругости передач (электронный вариант).

4. Лебединский Б.П. Моделирование САУ с использованием программного пакета «ELECTRONIC WORK BENCH» (EWB). - Курган: Изд-во Курганского государственного университета, 2012-15с.

5. Лебединский Б.П. Моделирование оптимального по быстродействию системы автоматического управления. - Курган: Изд-во Курганского государственного университета, 2016-11с.

6. Лебединский Б.П. Моделирование дискретных объектов в программном продукте «VISSIM» (электронный вариант)

7. Лебединский Б.П. Моделирование одноконтурного электропривода с обратной связью по скорости. - Курган: Изд-во Курганского государственного университета, 2016-9с.

8. Лебединский Б.П. Моделирование электропривода постоянного тока с подчиненным регулированием. - Курган: Изд-во Курганского государственного университета, 2016-10с.

9. Лебединский Б.П. Моделирование двухконтурного электропривода с широтно-импульсным преобразователем. - Курган: Изд-во Курганского государственного университета, 2016-14с.

10. Методические указания к выполнению контрольной работы студентами дневного и заочного отделений по направлению «Автоматизация технологических процессов и производств» -Курган: Изд-во Курганского государственного университета, 2013.

**9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»,
НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. dist.kgsu.ru - Система поддержки учебного процесса КГУ;
2. www.mylect.ru - Лекции онлайн по дисциплине Теория автоматического управления.

**10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ
СИСТЕМЫ**

1. ЭБС «Лань»
2. ЭБС «Консультант студента»
3. ЭБС «Znanium.com»
4. «Гарант» - справочно-правовая система

**11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение по реализации дисциплины осуществляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данной образовательной программе.

Аннотация к рабочей программе дисциплины
«Моделирование систем и процессов»

образовательной программы высшего образования –
программы бакалавриата

**15.03.04 – Автоматизация технологических
процессов и производств**

Направленность:

**Автоматизация технологических процессов и производств
в машиностроении**

Трудоемкость дисциплины: 4 ЗЕ (144 академических часа)
Семестр: 7 (очная форма обучения), 8 (заочная форма обучения)
Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Содержание дисциплины

Классификация моделей и основные положения теории подобия. Теоретические и экспериментальные методы получения моделей. Методы вычислительного моделирования систем и процессов. Классические методы численного интегрирования. Этапы и алгоритмы моделирования систем. Цифровые интеграторы. Имитационное моделирование систем. Технические и программные средства моделирования. Методы упрощения моделей. Оценка точности моделирования.