Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»
(КГУ)

Кафедра «Автоматизация производственных процессов»

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по образовательной
и международной деятельности
_____ / Кирсанкин А.А. /
«____»_____ 2026 г.

Рабочая программа учебной дисциплины **МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ 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 2026

Рабочая программа дисциплины «Моделирование нелинейных технологических 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 « 26 » 06 2026 года;
- для заочной формы обучения « 26 » 06 2026 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Автоматизация производственных процессов» «25» мая 2026 года, протокол №9.

Рабочую программу составила

Доцент Е.М. Кузнецова

Согласовано:

Заведующий кафедрой
«Автоматизация производственных процессов» И.А. Иванова

Специалист по учебно-
методической работе Г.В. Казанкова
Учебно-методического отдела

Начальник Управления
Образовательной деятельности И.В. Григоренко

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 3 зачетных единицы трудоемкости (108 академических часов)

Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		7
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов в том числе:	**20**	**20**
Лекции	10	10
Лабораторные работы	10	10
Самостоятельная работа, всего часов в том числе:	**88**	**88**
Подготовка к зачету	18	18
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	70	70
Вид промежуточной аттестации	**Дифференцированный зачет**	**Дифференцированный зачет**
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	**108**	**108**

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		9
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов в том числе:	**10**	**10**
Лекции	2	2
Лабораторные работы	8	8
Самостоятельная работа, всего часов в том числе:	**98**	**98**
Подготовка контрольной работы	18	18
Подготовка к зачету	18	18
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	62	62
Вид промежуточной аттестации	**Дифференцированный зачет**	**Дифференцированный зачет**
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	**108**	**108**

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Моделирование нелинейных технологических процессов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1. Является дисциплиной по выбору обучающегося.

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

- Математика;
- Физика;
- Информационные технологии;
- Моделирование технических систем;
- Теория автоматического управления.

Результаты обучения по дисциплине будут использоваться для выполнения разделов выпускной квалификационной работы в части моделирование подсистем управления техническими системами.

Требования к входным знаниям, умениям, навыкам и компетенциям:

- понимание устной (монологической и диалогической) речи на бытовые и общекультурные темы;
- владение методами математического анализа, компьютерного моделирование технологических процессов;
- знание математических методов исследования линейных процессов, методов решения дифференциальных уравнений;
- освоение следующих компетенций на уровне не ниже порогового: ОПК-13 (Способен применять стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств), ПК-13 (Способен настраивать управляющие средства и комплексы и осуществлять их регламентное эксплуатационное обслуживание с использованием соответствующих инструментальных средств).

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью освоения дисциплины «Моделирование нелинейных технологических процессов» является:

Обучение студентов основным понятиям, закономерностям нелинейных динамических систем и соответствующих им методикам расчета, необходимым при проектировании, исследовании, производстве и эксплуатации систем и средств автоматизации и управления.

Задачами дисциплины являются:

Формирование у студентов навыков построения и применения нелинейных моделей, возникающих в инженерной практике, и проведения расчетов по таким моделям. Освоение основных принципов построения систем управления нелинейными техническими системами, методов анализа и синтеза.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- Способен разрабатывать проектную документацию в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями (ПК-5);

- Способен проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций (ПК-20).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- Знать принципы качественного поведения нелинейных динамических систем (для ПК-5);

- Знать основные термины, определения теории нелинейных уравнений, теории хаоса, теории фракталов; общие принципы построения нормальных форм обыкновенных дифференциальных и разностных уравнений (для ПК-20);

- Знать основные математические методы исследования нелинейных динамических систем (для ПК-5);

- Знать физическую интерпретацию основных математических объектов нелинейной динамики; основные уравнения нелинейной динамики, физическую область их применения, их опытную основу, основные методы решения (для ПК-20);

- Уметь определять влияние нелинейных элементов на поведение технических систем (для ПК-5);

- Уметь моделировать работу нелинейных динамических систем на ЭВМ (для ПК-20);

- Владеть численными методами решения систем дифференциальных уравнений, описывающих работу нелинейных динамических систем (для ПК-5,ПК-20).

В рамках освоения дисциплины «Моделирование нелинейных технологических процессов» обучающиеся готовятся к решению следующих профессиональных задач:

- участие в работах по моделированию продукции, технологических процессов, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;

- участие в разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления; 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 «Моделирование нелинейных технологических процессов» обучающиеся готовятся к исполнению следующих трудовых функций профессионального стандарта:

- разработка моделей продукции на всех этапах ее жизненного цикла как объектов автоматизации и управления в соответствии с требованиями высокоэффективных технологий.

Индикаторы и дескрипторы части соответствующей компетенции, формируемой в процессе изучения дисциплины «Моделирование нелинейных технологических процессов», оцениваются при помощи оценочных средств.

Планируемые результаты обучения по дисциплине «Моделирование нелинейных технологических процессов», индикаторы достижения компетенций

ПК-5, ПК-20, перечень оценочных средств

№ п/п	Код индикатора достижения компетенции	Наименование индикатора достижения компетенции	Код планируемого результата обучения	Планируемые результаты обучения	Наименование оценочных средств
1.	ИД-$1_{ПК-5}$	Знать: принципы качественного поведения нелинейных динамических систем	З (ИД-$1_{ПК-5}$)	Знает: принципы качественного поведения нелинейных динамических систем	Вопросы для сдачи диф.зачета
2.	ИД-$2_{ПК-5}$	Уметь: определять влияние нелинейных элементов на поведение технических систем	У (ИД-$2_{ПК-5}$)	Умеет: определять влияние нелинейных элементов на поведение технических систем	Вопросы для сдачи диф.зачета
3.	ИД-$3_{ПК-5}$	Владеть: численными методами решения систем дифференциальных уравнений, описывающих работу нелинейных динамических систем	В (ИД-$3_{ПК-5}$)	Владеет численными методами решения систем дифференциальных уравнений, описывающих работу нелинейных динамических систем	Вопросы для сдачи диф.зачета
4.	ИД-$1_{ПК-20}$	Знать: основные термины, определения теории нелинейных уравнений, теории хаоса, теории фракталов; общие принципы построения нормальных форм обыкновенных дифференциальных и разностных уравнений	З (ИД-$1_{ПК-20}$)	Знает: основные термины, определения теории нелинейных уравнений, теории хаоса, теории фракталов; общие принципы построения нормальных форм обыкновенных дифференциальных и разностных уравнений	Вопросы для сдачи диф.зачета
5.	ИД-$2_{ПК-20}$	Уметь: моделировать работу нелинейных динамических систем на ЭВМ	У (ИД-$2_{ПК-20}$)	Умеет: моделировать работу нелинейных динамических систем на ЭВМ	Вопросы для сдачи диф.зачета
6.	ИД-$3_{ПК-20}$	Владеть: численными методами решения систем дифференциальных уравнений, описывающих работу нелинейных динамических си-	В (ИД-$3_{ПК-20}$)	Владеет численными методами решения систем дифференциальных уравнений, описывающих работу нелинейных динамических си-	Вопросы для сдачи диф.зачета

		стем		стем	

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	Основные понятия и определения методов нелинейной динамики.	0,5	-	-
	2	Фундаментальные эффекты, к которым приводит нелинейность.	0,5	-	-
	3	Теория автоколебаний.	1		
		Рубежный контроль № 1	0,5	-	-
Рубеж 2	4	Нелинейные диссипативные осциляторы в технических системах.	1	-	2
	5	Фазовый портрет, пространство состояний	1	-	-
	6	Динамическая система общего вида на фазовой плоскости.	1	-	-
		Рубежный контроль № 2	0,5	-	-
Рубеж 3	7	Самоорганизация в нелинейных системах.	1	-	2
	8	Моделирование нелинейной динамики технологических процессов механической обработки.	1		2
	9	Методы анализа нелинейной динамики технической системы на основе исследования эволюции фазового портрета.	1		4
		Рубежный контроль № 3	1	-	-
		Всего:	**10**	-	**10**

Заочная форма обучения

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
		Лекции	Практич. занятия	Лабораторные работы
1	Основные понятия и определения методов нелинейной динамики.	0,5	-	-
4	Нелинейные диссипативные осциляторы в технических системах.	0,5		2
7	Самоорганизация в нелинейных системах.	0,5		2
8	Моделирование нелинейной динамики технологических процессов механической обработки.	0,5	-	2
9	Методы анализа нелинейной динамики технической системы на основе исследования эволюции фазового портрета.	-		2
	Всего:	**2**	-	**8**

4.2. Содержание лекционных занятий

Тема 1. Основные понятия и определения методов нелинейного моделирования.

Введение. Цели и задачи изучения дисциплины. Требования по изучению дисциплины. Типовые нелинейные системы. О предмете теории колебаний. Нелинейные элементы и нелинейные характеристики.

Тема 2. Фундаментальные эффекты, к которым приводит нелинейность.

Неизохронность. Ангармоничность колебаний и генерация гармоник. Комбинационные составляющие. Автоколебания. Бифуркации, мультистабильность и гистерезис. Динамический хаос.

Тема 3. Теория автоколебаний .

Автоколебательная система. Энергетика автоколебаний. Диаграммы работы. Статическая двузначность. Динамическая двузначность.

Тема 4. Нелинейные диссипативные осцилляторы в технологических системах.

Энергетика механических автоколебательных систем. Период колебаний нелинейного осциллятора.

Тема 5. Фазовый портрет, пространство состояний.

Виды колебаний, фазовый портрет, пространство состояний (фазовое пространство), консервативность и диссипативность, аттрактор, репеллер. Классификация особых точек фазовых траекторий.

Тема 6. Динамическая система общего вида на фазовой плоскости.

Методы анализа нелинейных систем. Особые точки и их классификация. Предельные циклы. Консервативность и диссипативность, аттрактор, репеллер.

Тема 7. Самоорганизация в нелинейных системах

Теория волн и динамика распределенных систем. Синергетика, теория диссипативных структур, фрактал.

Тема 8. Моделирование нелинейной динамики технологических процессов механической обработки

Моделирование нелинейного диссипативного осциллятора технологического процесса, на примере моделирования нелинейной динамики выглаживания в программной среде VisSim.

Тема 9. Методы анализа нелинейной динамики технической системы на основе исследования эволюции фазового портрета.

Геометрический метод исследования нелинейных динамических систем с использованием экспериментальных данных. Основой метода является качественный подход к анализу нелинейных имитационных моделей и построение аттракторов и предельных циклов динамических систем.

4.3. Лабораторные занятия

Номер раздела,	Наименование раздела, темы	Наименование лабораторной	Норматив времени, час.

темы		работы	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
4	Нелинейные диссипативные осцилляторы в технических системах.	Изучение статических и динамических характеристик нелинейных звеньев и объектов.	2	2
7	Самоорганизация в нелинейных системах.	Знакомство с моделью нелинейной динамики процесса выглаживания. Характеристики и идентификация нелинейных объектов	2	2
8	Моделирование нелинейной динамики технологических процессов механической обработки.	Построение многолистного фазового портрета нелинейной динамики процесса выглаживания	2	2
9	Методы анализа нелинейной динамики технической системы на основе исследования эволюции фазового портрета	Исследование эволюции бифуркационных границ нелинейной динамики процесса выглаживания	4	2
		Всего:	**10**	**8**

4.4. Контрольная работа

(для обучающихся заочной формы обучения)

Контрольная работа посвящена самостоятельному изучению некоторых разделов теории нелинейной динамики. Контрольная работа представляет собой реферат по тематике дисциплины. Примерные темы рефератов:

1. Детерминированный хаос и информационные технологии
2. Динамический хаос и синергетика
3. Хаос, фракталы и информация
4. Динамический хаос в квантовых системах
5. Фракталы, фрактальная размерность
6. Модель Лоренца
7. Фазовые траектории и портреты
8. Теория возмущений
9. Нелинейные резонансы
10. Простейшие бифуркации
11. Устойчивость
12. Хаос в квантовых системах
13. Фракталы и их свойства
14. Квантовые фракталы и ковры

В качестве отчета студенты, используя книги из основной и дополнительной литературы и источники Интернет, готовят презентацию по заданной теме и выполняют расчеты в пакете Vissim.

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 соответствующей лабораторной работы.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции. Залогом качественного выполнения лабораторных работ является самостоятельная подготовка к ним накануне 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 развивающейся кооперации, коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций. Поэтому приветствуется групповой метод выполнения лабораторных работ и защиты отчетов, а также взаимооценка и обсуждение результатов выполнения лабораторных работ. Лабораторные работы выполняются с использованием программного продукта Vissim. Рекомендуется повторить навыки использования указанной программы.

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 занятиях 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 обучающихся очной формы обучения), выполнение контрольной работы (для заочной формы обучения), подготовку к дифференцированному зачету.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	**Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.**	
	Очная форма обучения	**Заочная форма обучения**
Самостоятельное изучение тем дисциплины:	**56**	**54**
Детерминированный хаос и информационные технологии	8	8
Динамический хаос и синергетика	8	8
Хаос, фракталы и информация	8	8
Фракталы, фрактальная размерность	8	8
Нелинейные резонансы	8	8

Стационарные и периодические режимы, их устойчивость	8	8
Бифуркация Хопфа.	8	6
Подготовка к лабораторным занятиям (по 2 часу на каждое занятие)	**8**	**8**
Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубеж)	**6**	**-**
Выполнение контрольной работы	**-**	**18**
Подготовка к зачету	**18**	**18**
Всего:	**88**	**98**

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности обучающихся в КГУ (для очной формы обучения)
2. Контрольная работа (для заочной формы обучения)
3. Отчеты обучающихся по лабораторным работам
4. Банк заданий к рубежным контролям № 1, № 2, № 3 (для очной формы обучения)
5. Список вопросов к дифференцированному зачету

6.2. Система балльно-рейтинговой оценки Работы обучающихся по дисциплине

Очная форма обучения

№	Наименование	Содержание						
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы **(доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии)**	Распределение баллов						
		Вид учебной работы:	Посещение лекций	Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Рубежный контроль №3	Зачет
		Балльная оценка:	До 10	До 10	До 15	До 15	До 20	До 30
		Примечания:	5 лекций по 2 балла	До 2 баллов за 2 часовую и 4 баллов за 4 часовую (3 л.р. 2 часовых и 1 л.р. 4 часовая)	На 2-й лекции	На 3-й лекции	На 5-й лекции	
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	Для допуска к промежуточной аттестации по дисциплине за семестр (диф.зачету) обучающийся должен набрать по итогам текущего и рубежного контролей не менее 51 балла .В случае если обучающийся набрал менее 51 балла, то к аттестационным испытаниям он не допускается Для получения диф. зачета без проведения процедуры промежуточной аттестации обучающемуся необходимо набрать в ходе текущего и рубежных контролей не менее 61 балла. В этом случае итог балльной оценки, получаемой обучающимся без проведения процедуры промежуточной аттестации, определяется по количеству баллов, набранных им в ходе текущего и рубежных контролей. При этом, на усмотрение преподавателя, балльная оценка обучающегося может быть повышена за счет получения дополнительных баллов за академическую активность. Обучающийся, имеющий право на получение оценки без проведения процедуры промежуточной аттестации, может повысить ее путем сдачи аттестационного испытания. В случае получения обучающимся на аттестационном испытании 0 баллов итог балльной оценки по дисциплине не снижается. За академическую активность в ходе освоения дисциплины , участие в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности обучающемуся могут быть начислены дополнительные баллы. Максимальное количество дополнительных баллов за академическую активность по одной дисциплине составляет 30. Основанием для получения дополнительных баллов являются: - выполнение дополнительных заданий по дисциплине дополнительные баллы начисляются преподавателем; - участие в течение семестра в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности КГУ.
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) обучающихся для получения недостающих баллов в конце семестра	В случае если к промежуточной аттестации (диф.зачету) набрана сумма менее 51 балла, обучающемуся необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах пр переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем

6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежные контроли проводятся в форме письменного ответа на вопросы. Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Варианты заданий для рубежных контролей № 1, 2, 3 состоят из 10 вопросов. Каждый вопрос оценивается в 1,5 балла для рубежных контролей 1 и 2, и в 2 балла для рубежного контроля №3. На каждый рубежный контроль студенту отводится время не менее 30 минут.

На каждый рубежный контроль обучающемуся отводится время не менее 30 минут.

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

Дифференцированный зачет проводится в традиционной форме. Билет на зачет состоит из 2 вопросов. Каждый вопрос оценивается в 15 баллов. Количество баллов по результатам зачета соответствует количеству правильных ответов и объему раскрытия темы каждого вопроса билета. Время, отводимое студенту на экзаменационный билет, составляет 1 астрономический час.

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

6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и дифференцированного зачета

Пример задания для рубежного контроля 1.

1. Назовите типовые нелинейные системы, их элементы.
2. Характеристики нелинейных систем.
3. Какие методы применяются при численном решении дифференциальных уравнений?
4. Приведите примеры колебаний в технических системах.
5. Что такое автоколебательная система?
6. Функция в Vissim, реализующая колебательную систему.
7. Для каких систем характерно неограниченно долгое сохранение «памяти» о начальном состоянии?
8. Какая функция графопостроителя (plot) определяет разрешенное количество последовательно выводимых графиков?
9. Какие стандартные блоки в программном пакете VisSim позволяют создать нелинейность с неоднозначной характеристикой силы?
10. Как называется множество точек в фазовом пространстве диссипативной системы, посещаемых в установившемся режиме?

Пример задания для рубежного контроля 2.

1. Какие нелинейные диссипативные осцилляторы существуют в технических системах?
2. Классификация особых точек фазовых траекторий.
3. Что такое «предельные циклы»?
4. Основные понятия динамического хаоса.
5. Какие бывают виды бифуркаций?
6. Устойчивость в точках бифуркации.
7. Для каких систем характерна «потеря памяти» о начальном состоянии?
8. Общая схема автоколебательной системы.

9. Силы, которые зависят от обобщенных координат динамических систем.

10. В каком случае затухание колебаний в нелинейном диссипативном осцилляторе технологического процесса называют критическим?

Пример задания для рубежного контроля 3.

1. Что представляет собой синергетика в технических системах.
2. Многолистный фазовый портрет технической системы.
3. Каким образом строятся имитационные модели реальных систем?
4. Моделирование нелинейного диссипативного осциллятора технологического процесса в программной среде VisSim.
5. Что является основой геометрического метода исследования нелинейных динамических систем?
6. Как влияет метод интегрирования на результаты моделирования в Vissim?
7. Построение многолистного фазового портрета в Vissim?
8. Как период колебаний нелинейного диссипативного осциллятора связан с шагом интегрирования имитационной модели?
9. Как определить, что шаг интегрирования выбран правильно?
10. Как в модели нелинейного диссипативного осциллятора определить время затухания и амплитуду колебаний выходной переменной?

Примерный список вопросов к зачету

1. Типовые нелинейные системы, нелинейные элементы и нелинейные характеристики.
2. Неизохронность.
3. Ангармоничность колебаний и генерация гармоник.
3. Комбинационные составляющие.
4. Численное решение дифференциальных уравнений.
5. Метод Эйлера.
6. Метод Рунге-Кутта 4-го порядка и другие методы.
7. Примеры численного решения нелинейных дифференциальных уравнений.
8. Нелинейные диссипативные осцилляторы в технических системах.
9. Энергетика механических автоколебательных систем.
10. Фазовый портрет, пространство состояний.
11. Классификация особых точек фазовых траекторий.
12. Предельные циклы.
13. Консервативность и диссипативность, аттрактор, репеллер.
14. Бифуркации, мультистабильность и гистерезис.
15. Динамический хаос.
16. Тангенциальная бифуркация.
17. Бифуркация удвоения.
18. Бифуркация Пуанкаре-Андронова-Хопфа.
19. Синергетика, процессы упорядочения элементов одного уровня.

20. Построение фазового портрета методом припасовывания нелинейных характеристик.

21. Построение имитационных моделей.

22. Экспериментальные методы исследования реальных систем.

23. Моделирование нелинейной динамики.

24. Методы анализа нелинейной динамики технической системы

25. Геометрический метод исследования нелинейных динамических систем.

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. Методы управления нелинейными механическими системами / Ф.Л. Черноусько, И.М. Ананьвский, С.А. Решмин. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 328 с.: 60х90 1/16. (переплет) ISBN 5-9221-0678-3

2. Нелинейная теория управления : динамика, управление, оптимизация / под ред. В.М. Матросова, С.С. Васильева, А.И. Москаленко. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 350 с. ISBN 5-9221-0421-7

3. Кузнецов В.П., Горгоц В.Г. Моделирование нелинейной динамики технологических процессов механической обработки: учебное пособие. Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2013. - 64 с.

7.2. Дополнительная учебная литература

1. Управление информационным взаимодействием в распределенных технических системах: конечно-автоматный подход : монография / Ю.К. Апраксин. — М. : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2018. — 184 с

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

3. Моделирование систем управления с применением Matlab: Учебное пособие / А.Н. Тимохин, Ю.Д. Румянцев. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 256 с.: 60х90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-010185-9

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Горгоц В.Г., Кузнецова Е.М. Исследования нелинейной динамики технологических систем в программном пакете VisSim. Методические указания к выполнению комплекса лабораторных работ по дисциплине «Нелиней-

ная динамика технических систем» для студентов очной и заочной форм обучения направления 220700.62 «Автоматизация технологических процессов и производств».

2. Кузнецова Е.М. «Нелинейная динамика технических систем». Методические указания к выполнению контрольной работы для студентов заочной формы обучения направлений 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», 27.03.04 «Управление в технических системах».

3. Кузнецова Е.М. Моделирование динамики процесса выглаживания. Методические указания к выполнению комплекса лабораторных работ по дисциплине «Нелинейная динамика технических систем» для студентов всех форм обучения направлений 15.03.04, 27.03.04

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.

12. ДЛЯ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 6.2 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Аннотация к рабочей программе дисциплины

«Моделирование нелинейных технологических 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: 3 ЗЕ (108 академических часа)
Семестр: 7 (очная форма обучения), 9 (заочная форма обучения)
Форма промежуточной аттестации: Дифференцированный зачет

Содержание дисциплины

Математические модели нелинейных динамических систем. Основные определения. Классификация поведения нелинейных динамических систем. Хаос в нелинейных динамических системах. Фракталы: определения и свойства. Самоорганизация в нелинейных системах.

ЛИСТ
регистрации изменений (дополнений) в рабочую программу
учебной дисциплины
«Моделирование нелинейных технологических процессов»

Изменения / дополнения в рабочую программу
на 20___ / 20___ учебный год:

_____
_____
_____
_____
_____
_____

Ответственный преподаватель _____ / Ф.И.О. /

Изменения утверждены на заседании кафедры «___»_____20___ г.,
Протокол № ___

Заведующий кафедрой _____ «___»_____20___ г.

Изменения / дополнения в рабочую программу
на 20___ / 20___ учебный год:

_____
_____
_____
_____
_____
_____

Ответственный преподаватель _____ / Ф.И.О. /

Изменения утверждены на заседании кафедры «___»_____20___ г.,
Протокол № ___

Заведующий кафедрой _____ «___»_____20___ г.