

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

/ Змызгова Т.Р. /

«*Змызгова*» *сентябрь* 2021 г.

**Рабочая программа учебной дисциплины  
НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата

**27.03.04 – Управление в технических системах**

Направленность:

**Системы и технические средства автоматизации и управления**

Формы обучения: очная, заочная

Курган 2021

Рабочая программа дисциплины «Нелинейная динамика технических систем» составлена в соответствии с учебными планами по программе бакалавриата Управление в технических системах (системы и технические средства автоматизации и управления), утвержденными:

- для очной формы обучения «30» августа 2021 года;
- для заочной формы обучения «30» августа 2021 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Автоматизация производственных процессов» «10» сентября 2021 года, протокол №1.

Рабочую программу составил

Старший преподаватель

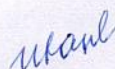


Е.М. Кузнецова

Согласовано:

Заведующий кафедрой

«Автоматизация производственных процессов»



И.А. Иванова

Специалист по учебно-методической работе

Учебно-методического отдела



Г.В. Казанкова

Начальник Управления  
Образовательной деятельности



С.Н. Синицын

## 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 3 зачетных единицы трудоемкости (108 академических часов)

### Очная форма обучения

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

### Заочная форма обучения

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

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Нелинейная динамика технических систем» 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 систем управления;
- 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-4 (Способен осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов), ОПК-7 (Способен производить необходимые расчёты отдельных блоков и устройств систем контроля, автоматизации и управления, выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники при проектировании систем автоматизации и управления), ОПК-9 (Способен выполнять эксперименты по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств).

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью освоения дисциплины «Нелинейная динамика технических систем» 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);

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- Знать принципы качественного поведения нелинейных динамических систем.

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

- Знать основные математические методы исследования нелинейных динамических систем;

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

- Уметь определять влияние нелинейных элементов на поведение технических систем;

- Уметь моделировать работу нелинейных динамических систем на ЭВМ;

- Владеть основами эксплуатации и наладки нелинейных технических систем.

- Владеть численными методами решения систем дифференциальных уравнений, описывающих работу нелинейных динамических систем.

В рамках освоения дисциплины «Нелинейная динамика технических систем» обучающиеся готовятся к решению следующих профессиональных задач:

- участие в работах по организации и проведению экспериментов на действующих объектах по заданной методике;

- обработка результатов экспериментальных исследований с применением современных информационных технологий и технических средств;

В рамках освоения дисциплины «Нелинейная динамика технических систем» обучающиеся готовятся к исполнению следующих трудовых функций профессионального стандарта:

- анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;

- проведение вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления;

#### 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 колебаний и нелинейная динамика. Рубежный контроль № 1	1 0,5	-	-
Рубеж 2	4	Нелинейные диссипативные осцилляторы в технических системах.	1	-	2
	5	Фазовый портрет, пространство состояний	1	-	-
	6	Самоорганизация в нелинейных системах. Рубежный контроль № 2	1 0,5	-	2 -
Рубеж 3	7	Понятие о многолистном фазовом портрете технической системы.	1	-	-
	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	-	-
<b>Всего:</b>			<b>10</b>	<b>-</b>	<b>10</b>

##### 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 осцилляторы в технических системах.	0,5	-	2
6	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
<b>Всего:</b>		<b>2</b>	<b>-</b>	<b>8</b>

## 4.2. Содержание лекционных занятий

### **Тема 1. Основные понятия и определения методов нелинейной динамики.**

Введение. Цели и задачи изучения дисциплины. Требования по изучению дисциплины. Типовые нелинейные системы, Нелинейные элементы и нелинейные характеристики.

### **Тема 2. Фундаментальные эффекты, к которым приводит нелинейность.**

Неизохронность. Ангармоничность колебаний и генерация гармоник. Комбинационные составляющие.

### **Тема 3. Теория колебаний и нелинейная динамика.**

Примеры всевозможных колебаний в технических системах абстрагируясь от их физической природы на основе аппарата дифференциального исчисления.

### **Тема 4. Нелинейные диссипативные осцилляторы в технических 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. Самоорганизация в нелинейных системах**

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

### **Тема 7. Понятие о многолистном фазовом портрете технической системы.**

Построение фазового портрета методом припасовывания нелинейных характеристик для замены сложной нелинейности несколькими линейными участками. Решения, соответствующие этим участкам, сшиваются.

### **Тема 8. Построение имитационной модели нелинейного диссипативного осциллятора**

Экспериментальные методы исследования реальных систем по имитационным моделям, которые объединяют особенности экспериментального подхода и специфические условия применения вычислительной техники.

### **Тема 9. Моделирование нелинейной динамики технологических процессов механической обработки**

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

### **Тема 10. 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, темы	Наименование раздела, темы	Наименование лабораторной работы	Норматив времени, час.	
			Очная форма обучения	Заочная форма обучения
4	Нелинейные диссипативные осцилляторы в технических системах.	Изучение статических и динамических характеристик нелинейных звеньев и объектов.	2	2
6	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
<b>Всего:</b>			<b>10</b>	<b>8</b>

### 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 обучающихся 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
<b>Самостоятельное изучение тем дисциплины:</b>	<b>56</b>	<b>54</b>
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
<b>Подготовка к лабораторным занятиям (по 2 часу на каждое занятие)</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
<b>Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубеж)</b>	<b>6</b>	<b>-</b>
<b>Выполнение контрольной работы</b>	<b>-</b>	<b>18</b>
<b>Подготовка к зачету</b>	<b>18</b>	<b>18</b>
<b>Всего:</b>	<b>88</b>	<b>98</b>

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-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 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 студентов по дисциплине Очная форма обучения

№	Наименование	Содержание						
		Распределение баллов						
		Вид учебной работы:	Посеще ние лекций	Выполнение и защита отчетов по лабораторны м работам	Рубежны й контроль №1	Рубежны й контроль №2	Рубежны й контроль №3	Диффе ренти рован ный зачет
1	Распределен ие баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения	Балльная оценка:	До 10	До 10	До 15	До 15	До 30	До 30

	студентов на первом учебном занятии)	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. 2 часовая)	На 2-й лекции	На 5-й лекции	На 8-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		<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 и контрольную работу (для студентов заочной формы обучения).</p> <p>Для получения экзаменационной оценки «автоматически» студенту необходимо набрать следующее минимальное количество баллов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 61 для получения «автоматически» «зачтено»</li> </ul> <p>По согласованию с преподавателем студенту, набравшему минимум 68 баллов, могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за активность на консультациях, активное участие в научной и методической работе, оригинальность принятых решений в ходе выполнения практических и лабораторных работ, за участие в значимых учебных и внеучебных мероприятиях кафедры.</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 (дифференцированному зачету) 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"> <li>- выполнение и защита пропущенной лабораторной работы (при невозможности дополнительного проведения лабораторной работы преподаватель устанавливает форму дополнительного задания по тематике пропущенной лабораторной работы самостоятельно) – до 8 баллов.</li> </ul> <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 письменного ответа на вопросы. Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает со студентами основную 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 3 балла для рубежного контроля №3.

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

Преподаватель оценивает в баллах результаты ответов каждого студента 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 студента.

#### **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-Кутты 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-Андропова-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. Ананьевский, С.А. Решмин. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 328 с.: 60x90 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/Жмудь В.А. - Новосибир.: 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.: 60x90 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 «Нелинейная 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**

При чтении лекций используются слайдовые презентации.

Для лабораторных работ необходим программный продукт Vissim V 8.0.

Минимальные требования к операционной системе и программному обеспечению компьютера, используемого при показе слайдовых презентаций: WindowsXP, FoxitReaderPro версия 1.3.

### **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Компьютерный класс, мультимедийное оборудование (переносной персональный компьютер, мультимедийный проектор, мультимедийный экран).

### **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.

Аннотация к рабочей программе дисциплины  
«Нелинейная динамика технических систем»

образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата

**27.03.04 – Управление в технических системах**

Направленность:

**Системы и технические средства автоматизации и управления**

Трудоемкость дисциплины: 3 ЗЕ (108 академических часов)

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.