

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО

Директор института заочного обучения

  
М.Н. Нестеров

« 27 сентября » 2016 г.



УТВЕРЖДАЮ

Директор института технологического  
оборудования и машиностроения

  
д.т.н. проф. В.С. Богданов

2016 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины (модуля)**

Теория автоматического управления

Направление подготовки

15.03.05 - Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных  
производств

Профиль: Технология машиностроения

Квалификация

Бакалавры

Форма обучения

заочная

Институт: Институт технологического оборудования и машиностроения

Кафедра: Технология машиностроения

Белгород – 2016

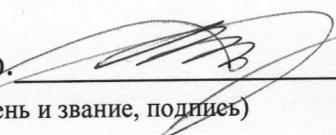
Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (уровень бакалавриата) №1000 от 11 августа 2016 г.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2016 году.

Составитель (составители): д.т.н., проф.  (Л.А.Рыбак)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

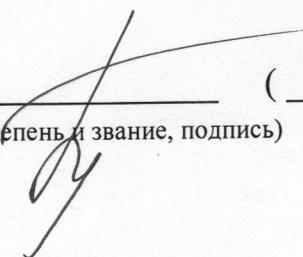
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

«\_8\_» сентября 2016 г., протокол № 2 \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (Т.А.Дююн)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«\_28\_» сентября 2016 г., протокол № 1 \_\_\_\_\_

Председатель: к.т.н. доцент  (В.Б. Герасименко)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
<b>Профессиональные</b>			
1	ПК-16	Способностью осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации.	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методологию и терминологию теории управления;</li> <li>- критерии устойчивости, качества переходных процессов и точности систем автоматического управления и регулирования;</li> <li>- типовые структуры систем управления и регулирования, методы расчета и преобразования структурных схем;</li> <li>- основные методы синтеза систем управления и регулирования, выбора и расчета автоматических управляющих устройств.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбрать в соответствии с заданными объектом и критерием качества управления структурную схему системы;</li> <li>- делать расчеты по определению устойчивости и качества систем автоматического управления;</li> <li>- выполнять построение переходных процессов и частотных характеристик систем управления и исследовать их на ЭВМ.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками самостоятельной работы с литературой для поиска информации при решении теоретических и практических задач, связанных с профессиональной деятельностью;</li> <li>- навыками выбора необходимых параметров управляющих устройств, определения устойчивости систем управления по алгебраическим и частотным графоаналитическим критериям, расчета параметров качества переходных процессов, оценки точности систем управления технологическими процессами.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Теоретические основы электротехники
2	Электроника

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Автоматизация производственных процессов
2	Автоматизированное проектирование технологических процессов и средств технологического оснащения
3	Автоматизированная подготовка управления программ для станков с ЧПУ

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет \_\_\_4\_\_\_ зач. единиц, \_\_\_144\_\_\_ часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	14	
лекции	4	4
лабораторные	10	10
практические		
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	130	
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание		7
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>		
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	36	экзамен

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 3 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1. Основные сведения об автоматических системах регулирования</b>					
1.1	Понятие автоматического управления; состав и структура автомата. Принципы автоматического управления. Проблемы современной теории автоматического управления. Значение и экономическая эффективность автоматического управления технологическими объектами. Классификация и определение отдельных устройств автоматического управления, типы систем автоматического управления (САУ).	0,25			3
1.2	Структурно-функциональная схема автоматической системы регулирования /АСР/. Понятия об установившихся режимах и переходных процессах. Статические и динамические характеристики элементов АСР	0,25		1	8
	<b>ВСЕГО</b>	0,5		1	11
<b>2. Уравнения и характеристики автоматических систем управления</b>					
2.1	Методы описания динамических линейных систем. Дифференциальные уравнения объектов, примеры вывода дифференциальных уравнений для автоматических систем регулирования технологических процессов. Получение дифференциального уравнения. Временные характеристики звеньев САУ и систем	0,25		1	10
2.2	Типовые динамические звенья САУ. Эквивалентные преобразования структурных схем. Преобразование Лапласа и передаточные функции замкнутой и разомкнутой систем. Частотные характеристики.	0,25		2	10
	<b>ВСЕГО</b>	0,5		3	20
<b>3. Устойчивость и точность линейных автоматических систем управления</b>					
3.1	Определение устойчивости динамической системы. Основные теоремы Ляпунова. Обоснование возможности суждения об устойчивости. Системы по линеаризованным уравнениям первого приближения. Критерии устойчивости.	0,5		1	10
3.2	Анализ точности САУ. Статическая и динамическая точность. Методы определения установившихся	0,5		1	10

	ошибок.				
	<b>ВСЕГО</b>	1		2	20
<b>4. Качество линейных автоматических систем управления</b>					
4.1	Основные показатели качества. Прямые методы оценки качества и построение переходных процессов. Корневые критерии качества САУ. Оценка качества по распределению нулей и полюсов передаточных функций. Интегральные оценки качества. Частотные критерии качества САУ. Приближенные методы построения переходных процессов.	0,5		1	10
4.2	Типовые звенья регулирования промышленных регуляторов - П, ПИ, ПИД,... . Динамические характеристики регуляторов и их структурная реализация. Особенности переходных процессов в САУ с различными типами регуляторов.	0,5			10
	<b>ВСЕГО</b>	1		1	20
<b>5. Импульсные и цифровые системы управления, нелинейные системы</b>					
5.1	Классификация дискретных систем. Квантование сигналов. Виды квантования. Разностные уравнения, передаточные функции и частотные характеристики импульсных систем. Z-преобразование. Устойчивость импульсных систем	0,5		1	8
5.2	Дифференциальные уравнения и структуры нелинейных систем. Типовые нелинейные характеристики элементов систем управления.	0,5		1	8
	<b>ВСЕГО</b>	1		2	16
	<b>ВСЕГО</b>	4		10	88

## 4.2. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы	К-во часов
1	Основные сведения об автоматических системах регулирования	Формирование описания моделей аналоговых динамических систем	1
2	Уравнения и характеристики автоматических систем управления	Исследование временных характеристик типовых динамических звеньев и их соединений	1
3		Исследование частотных характеристик динамических звеньев и систем	2
4	Устойчивость и точность линейных автоматических систем управления	Исследование устойчивости линейной САУ по алгебраическим критериям	1
5		Исследование устойчивости линейной САУ по частотным критериям	1
6		Анализ установившихся ошибок в САУ при типовых воздействиях	1
7	Качество линейных автоматических систем управления	Определение качества переходных процессов САУ	1

8	Импульсные и цифровые системы управления, нелинейные системы	Исследование и моделирование дискретных систем управления	1
9		Исследование нелинейных систем управления	1
		Всего:	10

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основные сведения об автоматических системах регулирования	Понятие об управлении. Виды систем автоматического регулирования (САУ стабилизации, программного управления, следящие)
2		Структурные и функциональные схемы САУ. Назначение основных элементов САУ
3		Принципы автоматического управления. Разомкнутые и замкнутые САУ
4		Классификация САУ по характеру внутренних динамических процессов
5	Уравнения и характеристики автоматических систем управления	Виды типовых внешних воздействий
6		Временные характеристики САУ
7		Дифференциальные уравнения движения САУ. Составление уравнений
8		Операционный метод решения уравнений движения. Преобразование Лапласа
9		Частотная передаточная функция. Модуль и аргумент частотной передаточной функции
10		Частотные характеристики САУ (АЧХ, ФЧХ, АФЧХ)
11		Логарифмические и асимптотические частотные характеристики
12		Типовые динамические звенья статического типа, их характеристики и свойства
13		Типовые динамические звенья интегрирующего типа, их характеристики и свойства
14		Типовые динамические звенья дифференцирующего типа, их характеристики и свойства
15		Структурные схемы САУ. Типы соединений звеньев
16		Эквивалентные преобразования структурных схем
17		Передаточная функция типовой замкнутой одноконтурной САУ. Передаточная функция по ошибке
	Устойчивость и точность линейных автоматических систем управления	Понятие об устойчивости, определение и условие устойчивости. Теоремы Ляпунова
		Алгебраические критерии устойчивости САУ
		Частотный критерий устойчивости Михайлова
		Частотный критерий устойчивости Найквиста

18		Определение статической точности САУ
19		Точность в установившемся динамическом режиме. Метод коэффициентов ошибок
20	Качество линейных автоматических систем управления	Прямые показатели качества
21		Частотные и корневые критерии качества САУ
22		Интегральные критерии качества САУ
23		Законы регулирования. Пропорциональное, дифференциальное и интегральное регулирование
24		Типы промышленных регуляторов (П-, И-, ПИ-, ПД-, ПИД-регуляторы)
	Импульсные и цифровые системы управления, нелинейные системы	Дискретные системы. Характеристики и методы описания.
		Структура и уравнения нелинейных систем.

## **5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем**

Не предусмотрено рабочим планом.

## **5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий**

Тема ИДЗ: Синтез системы управления объектом с типовыми регуляторами П, ПД, ПИ.ПИД.

Цель ИДЗ: приобретение навыков проектирования и настройки регуляторов для управления объектом.

Система управления включает изменяемую часть системы, включающую регулятор 2-х типов – П, ПД, ПИ или ПИД (согласно варианту) и неизменяемую часть системы – исполнительное устройство и объект управления, заданные соответствующими передаточными функциями. Система управления должна удовлетворять следующим требованиям; система должна быть устойчивой, что предлагается проверить по одному из критериев устойчивости Гурвица или Михайлова, ошибка в режиме статики должна отсутствовать, переходный процесс необходимо настроить из условия минимума заданного функционала качества. Моделирование работы системы с разными типами регуляторов необходимо выполнить в одном из программных комплексов, например МАТЛАБ, проанализировать полученные результаты.

## **5.4. Перечень контрольных работ**

Не предусмотрено рабочим планом.

# **6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

## **6.1. Перечень основной литературы**

1. Рубанов В.Г. Теория автоматического управления (статистическая динамика систем управления) : учеб. пособие / В. Г. Рубанов. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2010. - 125 с.
2. Мартяков А.И. Теория автоматического управления : сб. задач и упражнений / А. И. Мартяков ; МГИУ. - М. : МГИУ, 2008. - 148 с.
3. Рубанов, В. Г. Проектирование непрерывных и дискретных систем автоматического управления : учеб. пособие для студентов специальностей 220201, 220301 / В. Г. Рубанов, А. Г.

Филатов, Е. М. Паращук ; БГТУ им. В. Г. Шухова . - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2008. - 61 с.

4. Корнеев, Н. В. Теория автоматического управления с практикумом : учеб. пособие / Н. В. Корнеев, Ю. С. Кустарев, Ю. Я. Морговский. - М. : Академия, 2008. - 219 с.

5. Первозванский, А. А. Курс теории автоматического управления : учеб. пособие / А. А. Первозванский. - 2-е изд., стер. - М. ; СПб. ; Краснодар : Лань, 2010. - 615 с.

## **6.2. Перечень дополнительной литературы**

1. Рубанов В.Г. Теория автоматического управления (математические модели, анализ и синтез линейных систем) : учеб. пособие для студентов вузов. Ч. 1 / В. Г. Рубанов ; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2009. - 198 с

2. Коновалов Б.И. Теория автоматического управления : учеб. пособие / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. - 3-е изд., доп. и перераб. - СПб. : Лань, 2010. - 219 с.

3. Рубанов В.Г. Теория линейных систем автоматического управления : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Автоматизация технол. процессов и пр-в" / В. Г. Рубанов. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015. - 207 с..

## **6.3. Перечень интернет ресурсов**

1. <http://tau-predmet.narod.ru/>
2. <http://www.novsu.ru/file/143723>

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

1. Специализированная лаборатория кафедры «Технология машиностроения»,
2. Специализированная лаборатория мехатроники и робототехники.
2. Компьютерный класс – ауд. 313-МО
3. Программный комплекс для исследования элементов и систем автоматического управления
3. Компьютерный видеофильм – презентация «Интеллектуальная система управления в машиностроении»
4. Расчетная компьютерная программа MathLAB
5. Расчетная компьютерная программа Vissim
6. Электронные версии методических указаний

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2017 /2018 учебный год.  
Протокол № 17 заседания кафедры от «27» 06 2014.

Заведующий кафедрой



Т.А. Дююн

подпись, ФИО

Директор института



В.С.Богданов

подпись, ФИО

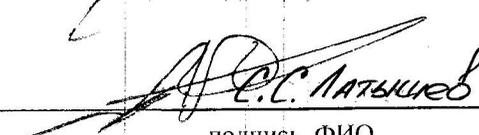
## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы с изменениями, дополнениями

Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 2018 /2019 учебный год.

Протокол № 11 заседания кафедры от «16» 05 2018г.

Заведующий кафедрой  Т.А. Дююн  
подпись, ФИО

Директор института  А.С. Палыкин  
подпись, ФИО

Убрать:

### 6.ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

#### 6.1.Перечень основной литературы

1. Рубанов В.Г. Теория автоматического управления (статистическая динамика систем управления) : учеб. пособие / В. Г. Рубанов. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2010. - 125 с.
2. Мартяков А.И. Теория автоматического управления : сб. задач и упражнений / А. И. Мартяков ; МГИУ. - М. : МГИУ, 2008. - 148 с.
3. Рубанов, В. Г. Проектирование непрерывных и дискретных систем автоматического управления : учеб. пособие для студентов специальностей 220201, 220301 / В. Г. Рубанов, А. Г. Филатов, Е. М. Паращук ; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2008. - 61 с.
4. Корнеев, Н. В. Теория автоматического управления с практикумом : учеб. пособие / Н. В. Корнеев, Ю. С. Кустарев, Ю. Я. Морговский. - М. : Академия, 2008. - 219 с.
5. Первозванский, А. А. Курс теории автоматического управления : учеб. пособие / А. А. Первозванский. - 2-е изд., стер. - М. ; СПб. ; Краснодар : Лань, 2010. - 615 с.

Добавить:

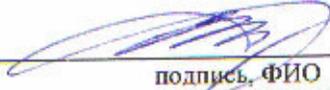
### 6.ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

#### 6.1.Перечень основной литературы

1. Теория автоматического управления : учеб. для вузов / ред. В. Б. Яковлев. - Москва : Высшая школа, 2003. - 566 с.
2. Мартяков А.И. Теория автоматического управления : сб. задач и упражнений / А. И. Мартяков ; МГИУ. - М. : МГИУ, 2008. - 148 с.
3. Теория автоматического управления с практикумом : учеб. пособие / Н. В. Корнеев, Ю. С. Кустарев, Ю. Я. Морговский. - Москва : Академия, 2008. - 219 с. - (Высшее профессиональное образование).
4. Теория автоматического управления : учеб. пособие / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. - 3-е изд., доп. и перераб. - Санкт-Петербург : Лань, 2010. - 219 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2019 /2020 учебный год.  
Протокол № 13 заседания кафедры от « 07 » 06 2019 г.

Заведующий кафедрой  (Т.А. Дююн)  
подпись, ФИО

Директор института  (С.С. Латышев)  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры от «25» МАЯ 2020 г.

Заведующий кафедрой



Дуюн Т.А.

Директор института



Латышев С.С.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021/2022 учебный год.

Протокол № 11/1 заседания кафедры от «14» МАЯ 2021 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Дуюн Т.А.

Директор института \_\_\_\_\_ Латышев С.С.

Курс «Теория автоматического управления» представляет собой неотъемлемую составную часть подготовки бакалавра.

Целью изучения курса является формирование у студентов представления о системах автоматического управления различными объектами, состоящих из двух основных частей: управляющего устройства и объекта управления. После изучения дисциплины студент должен владеть методами анализа линейных систем автоматического управления, включая методы их описания, а также синтеза высококачественных систем управления. Знания, полученные в процессе изучения дисциплины, позволяет студенту самостоятельно рассчитывать основные параметры и синтезировать управляющие алгоритмы.

Занятия проводятся в виде лекций и практических и лабораторных занятий. Важное значение для изучения курса имеет самостоятельная работа студентов. Проверка усвоения основных понятий и навыков осуществляется в форме опросов на лекциях. Формой итогового контроля является зачет. Распределение материала дисциплины по темам и требования к ее освоению содержатся в рабочей программе дисциплины, которая определяет содержание и особенности изучения курса. По каждой теме приводятся методические указания и вопросы для самопроверки, что способствует более глубокому изучению материала.

Самостоятельная работа является главным условием успешного освоения изучаемой учебной дисциплины и формирование высокого профессионализма будущих бакалавров.

Исходный этап изучения курса предполагает ознакомление с рабочей программой, характеризующей границы и содержание учебного материала, который подлежит освоению. Изучение отдельных тем курса необходимо осуществлять в соответствии с поставленными в них целями, их значимостью, основываясь на содержании и вопросах, поставленных в лекции преподавателем и приведенных в планах и заданиях, а также методических указаниях для студентов. В учебниках и учебных пособиях, представленных в списке рекомендуемой литературы, содержатся возможные ответы на поставленные вопросы. Инструментами освоения учебного материала являются основные термины и понятия, составляющие суть дисциплины. Их осмысление, запоминание и практическое использование являются обязательным условием овладения курсом. Для обеспечения систематического контроля над процессом усвоения тем курса следует пользоваться перечнем контрольных вопросов для проверки знаний по дисциплине. Если при ответах на сформулированные в перечне вопросы возникнут затруднения, необходимо очередной раз вернуться к изучению соответствующей темы, либо обратиться за консультацией к преподавателю.

Раздел 1. Основные сведения об автоматических системах регулирования

В данном разделе следует обратить внимание обучающихся на основополагающие принципы автоматического управления, а также классификацию и определение отдельных устройств автоматического управления, типы систем автоматического управления (САУ).

Раздел 2. Уравнения и характеристики автоматических систем управления

При изучении данного раздела особое внимание следует уделить методам математического описания САУ: дифференциальные уравнения движения, временные и частотные характеристики

Раздел 3. Устойчивость и точность линейных автоматических систем управления.

Основное внимание следует обратить на методы анализа устойчивости и точности САУ при типовых воздействиях.

Раздел 4. Качество линейных автоматических систем управления.

В данном разделе следует обратить внимание обучающихся на методы оценки качества САУ, включая прямые, частотные и корневые показатели качества, а также интегральные показатели.

Раздел 5. Импульсные и цифровые системы управления, нелинейные системы.

В данном разделе следует обратить внимание особенности дискретных и нелинейных систем, а также методы их математического описания.

Успешное освоение дисциплины возможно лишь при систематической работе, требующей глубокого осмысления и повторения пройденного материала, поэтому необходимо делать соответствующие записи по каждой теме

