




МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

**ИНСТИТУТ МИРОВОГО ОКЕАНА (ШКОЛА)**

«СОГЛАСОВАНО»

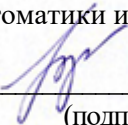
Руководитель ОП  
Мехатроника и робототехника

  
\_\_\_\_\_ Н.Т. Морозова  
(подпись)

«15» декабря 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента  
автоматики и робототехники

  
\_\_\_\_\_ В.Ф. Филаретов  
(подпись)

«15» декабря 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«СПЕЦИАЛЬНЫЕ ГЛАВЫ ТЕОРИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»**  
**направление 15.03.06 Мехатроника и робототехника**  
профиль Мехатроника и робототехника  
**Форма подготовки очная**

курс 4 семестр 8

лекции 33 час.

практические занятия 33 час.

лабораторные работы – не предусмотрено учебным планом

в том числе с использованием МАО лек. 11 час/пр. 11/лаб. 0 час.

всего часов аудиторной нагрузки 66 час.

в том числе с использованием МАО 22 час.

самостоятельная работа 78 час.

в том числе на подготовку к экзамену 27 час.

курсовая работа – не предусмотрено учебным планом

контрольные работы – не предусмотрено учебным планом

зачет – не предусмотрено учебным планом

экзамен семестр 8

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 августа 2020 г. № 1046.

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента автоматике и робототехники, протокол № 3 от «15» декабря 2021 г.

Директор департамента проф. В.Ф. Филаретов

Составитель доцент, к.т.н. А.А. Кацурин

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (В.Ф. Филаретов)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (В.Ф. Филаретов)

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина разработана для студентов, обучающихся по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, по профилю «Мехатроника и робототехника», является дисциплиной по выбору и входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, Блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы, 144 часа. Учебным планом предусмотрены: лекционные занятия (33 часа), практические занятия (33 часа) и самостоятельная работа студента (78 часов, в том числе 27 часов на подготовку к экзамену). Дисциплина реализуется на 4 курсе в 8 семестре. Форма контроля – экзамен.

Дисциплина «Специальные главы теории автоматического управления» опирается на уже изученные дисциплины, такие как «Высшая математика», «Физика» и «Математические основы теории автоматического управления». Дисциплина изучает особенности исследования устойчивости и качества систем с переменными параметрами, линейных и нелинейных дискретных (импульсных и цифровых) систем управления.

**Целью** дисциплины является изучение основных методов и подходов теории автоматического управления, необходимых при анализе и синтезе специальных (нестационарных, импульсных, цифровых, адаптивных) систем управления, а также развитие практических навыков в указанных областях.

**Задачи** дисциплины:

- изучение математических моделей специальных систем управления.
- изучение методов анализа и синтеза нестационарных, импульсных, цифровых, адаптивных систем.
- формирование основных преимуществ и областей применения различных типов специальных систем управления.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций:

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции выпускник	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Профессиональные навыки	ПК-3 Способен анализировать варианты компоновок мехатронных и робототехнических систем	ПК-3.1 Знает принципы работы и технические характеристики модулей мехатронных и робототехнических систем.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Специальные главы теории автоматического управления» применяются следующие методы активного обучения: лекция-беседа, лекция-диспут.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**(33 час.)**

**МОДУЛЬ 1. Системы автоматического управления с переменными, распределенными параметрами и с запаздыванием (16 час.).**

**Раздел I. Теория систем с переменными параметрами (8 час.)**

**Тема 1. Основные понятия теории систем с переменными параметрами. (4 час).**

Нестационарные дифференциальные уравнения. Переходная функция и функция веса. Нормальная и сопряженная функция веса. Нахождение функции веса и построение переходных процессов для уравнений первого и второго порядка. Метод последовательных приближений.

**Тема 2. Передаточные функции, процессы управления и некоторые методы синтеза систем с переменными параметрами (4 час).**

Вычисление и использование параметрических передаточных функций. Устойчивость и качество управления в системах с переменными параметрами. Нахождение вида переходного процесса с использованием нормальной функции веса и нормальной переходной функции. Точность воспроизведения задающего воздействия и коэффициенты ошибок. Метод

замороженных коэффициентов. Метод замороженных реакций. Пример синтеза системы угловой стабилизации ракеты по углу рыскания.

## **Раздел II. Системы с запаздыванием и системы с распределенными параметрами (8 час.)**

### **Тема 1. Основные положения теории систем с запаздыванием. (4 час).**

Основные понятия и определения. Математические модели линейных систем с запаздыванием, исследование устойчивости и качества регулирования систем с запаздыванием.

### **Тема 2. Основы теории систем с распределенными параметрами (4 час).**

Основные понятия и определения. Уравнения линейных систем с распределенными параметрами, исследование устойчивости и качества регулирования систем с распределенными параметрами.

## **МОДУЛЬ 2. Дискретные системы управления (14 час.)**

### **Раздел I. Теория импульсных систем автоматического управления (6 час.)**

#### **Тема 1. Общие сведения об импульсных системах и математические модели импульсных систем. Устойчивость и показатели качества импульсных систем, нелинейные дискретные системы (2 час).**

Понятие импульсного элемента. Обобщенная структурная схема и примеры импульсных систем. Амплитудно-импульсная и широтно-импульсная модуляция. Разностные уравнения. Решение однородных и неоднородных разностных уравнений. Дискретное преобразование Лапласа и  $z$ -преобразование. Свойства  $z$ -преобразования. Изображения основных функций. Передаточные функции импульсных систем. Уравнения состояния. Критерий Шур-Кона. Особенности применения критериев Гурвица и Найквиста при исследовании устойчивости импульсных систем. Оценка качества импульсных систем. Построение кривой переходного процесса,

запасы устойчивости, точность, коэффициенты ошибок. Переходные процессы конечной длительности. Особенности математических моделей нелинейных дискретных систем. Анализ нелинейных систем с амплитудно-импульсной и широтно-импульсной модуляцией.

## **Раздел II. Цифровые системы автоматического управления (8 час.)**

### **Тема 1. Основные положения теории цифровых систем. (4 час.)**

Основные понятия и определения. Функциональная и структурная схема цифровой системы. Цифровые вычислительные машины, аналогово-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. Учет запаздывания в цифровых системах. Квантование сигнала по времени и по уровню.

### **Тема 2. Алгоритмы управления в цифровых системах и особенности их синтеза. (4 час.)**

Дискретные алгоритмы управления и дискретная коррекция. Комбинированное управление в цифровых системах. Логарифмическая амплитудная характеристика цифровой системы. Пример расчета цифровой следящей системы. Синтез непрерывных корректирующих устройств. Пример синтеза системы с астатизмом первого порядка.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (33 час.)**

### **Практические занятия (30 час.)**

#### **Занятие 1. Исследование систем управления с запаздыванием. (10 час.)**

1. Составление математических моделей систем с запаздыванием.
2. Исследование устойчивости линейных систем с запаздыванием.

#### **Занятие 2. Анализ импульсных систем управления. (10 час.)**

1. Нахождение изображений для заданных решетчатых и непрерывных функций с использованием  $z$ -преобразования и решение разностных уравнений.

2. Построение кривой переходного процесса, исследование устойчивости и качества импульсной системы с амплитудно-импульсной модуляцией.

### **Занятие 3. Синтез и исследование цифровых систем. (10 час.)**

1. Составление, преобразование и анализ структурных схем цифровых систем управления.

2. Синтез и расчет цифровой следящей системы.

## **III. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

### **Вопросы к экзамену**

1. Основные понятия теории систем с переменными параметрами. Переходная функция и функция веса. Метод последовательных приближений.

2. Методы нахождения функции веса и построения переходных процессов для уравнений первого и второго порядка.

3. Передаточные функции систем с переменными параметрами.

4. Устойчивость и качество управления в системах с переменными параметрами. Коэффициенты ошибок.

5. Методы синтеза систем с переменными параметрами.

6. Основные понятия и определения теории систем с запаздыванием. Исследование устойчивости и качества регулирования систем с запаздыванием.

7. Системы с распределенными параметрами. Основные определения. Исследование устойчивости и качества систем с запаздыванием.

8. Общие сведения теории импульсных систем автоматического управления. Понятие импульсного элемента. Обобщенная структурная схема и примеры импульсных систем. Амплитудно-импульсная и широтно-импульсная модуляция.

9. Разностные уравнения. Дискретное преобразование Лапласа и  $z$ -преобразование. Изображения основных функций.

10. Передаточные функции импульсных систем. Уравнения состояния.

11. Устойчивость и оценка качества импульсных систем. Критерии устойчивости.

12. Особенности нелинейных импульсных систем с широтно-импульсной модуляцией.

13. Цифровые системы автоматического управления. Основные элементы, функциональная и структурная схема цифровой системы. Квантование сигнала по времени и по уровню.

14. Дискретные алгоритмы управления и дискретная коррекция в цифровых системах.

15. Особенности синтеза цифровых систем управления.

#### **IV. ТЕМАТИКА И ПЕРЕЧЕНЬ КУРСОВЫХ РАБОТ И РЕФЕРАТОВ**

Курсовая работа и рефераты не предусмотрены учебным планом.

#### **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **Основная литература**

1. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2012. – 831 с.

2. <http://e.lanbook.com/view/book/538/page1/> Коновалов Б.И., Лебедев Ю. М. Теория автоматического управления. СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 224 с.

3. <http://e.lanbook.com/view/book/38841/page2/> Певзлер Л.Д. Теория систем управления. СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 424 с.

4. <http://e.lanbook.com/view/book/40006/> Предко М. Устройства управления роботами. – М. ДМК Пресс, 2010. – 404 с.

5. <http://znanium.com/bookread.php?book=188363> Управление техническими системами. Е.Б. Бунько, К.И. Меша, Е.Г. Мурачев и др.; Под ред. В.И. Харитоновой. - М.: Форум, 2010. - 384 с.

6. <http://znanium.com/bookread.php?book=430323> Современная автоматика в системах управления технологическими процессами: Учебное пособие / В.П. Ившин, М.Ю. Перухин. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 400 с.



### Дополнительная литература

1. Востриков А.С., Французова Г.А. Теория автоматического регулирования: учеб. пособие для вузов. – Москва: Высшая школа, 2004.– 365 с.
2. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы: учеб. пособие для вузов. – СПб.: Питер, 2006. – 271 с.
3. Ерофеев А.А. Теория автоматического управления. – СПб.: Политехника, 2005. – 302 с.
4. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. – СПб.: Профессия, 2003. – 752 с.
5. Теория автоматического управления: Учебник для вузов в 2-х томах / Под ред. акад. А.А.Воронова. М.: Высшая школа, 2001.
6. Андриевский Б.Р., Фрадков А.Л. Избранные главы теории автоматического управления с примерами на языке MATLAB. СПб.: Наука, 1999.
7. Мирошник И.В., Никифоров В.О., Фрадков А.Л. Нелинейное и адаптивное управление сложными динамическими системами. - СПб.: Наука, 2000.
8. Попов Е.П. Теория нелинейных систем автоматического регулирования и управления: Учеб. пособие для студентов вузов. М.: Наука, 1979.
9. Цыпкин Я.З. Основы теории автоматических систем. Учеб. пособие для вузов. М.: Наука, 1977.
10. Первозванский А.А. Курс теории автоматического управления: Учеб. пособие для студентов вузов. М.: Наука, 1986.
11. Солодовников В.В., Плотников В.Н., Яковлев А.В. Основы теории и элементы систем автоматического регулирования: Учебное пособие для вузов. М.: Машиностроение, 1985.

12. Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления / Под ред. В.А.Бесекерского. М.: Наука, 1972.
13. Задачник по теории автоматического управления / Под ред. А.С.Шаталова. М.: Энергия, 1971.
14. Топчеев Ю.И., Цыпляков А.П. Задачник по теории автоматического регулирования. Учеб. пособие для вузов. М.: Машиностроение, 1977.
15. <http://window.edu.ru/resource/737/24737> Туманов М.П. Теория управления. Теория импульсных, дискретных и нелинейных САУ: Учебное пособие. – М.: МГИЭМ., 2005. – 63 с.
16. <http://window.edu.ru/resource/439/73439> Григорьев В.В., Быстров С.В., Бойков В.В., Болтунов Г.И., Мансурова О.К. Цифровые системы управления: Учебное пособие. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2011. – 133 с.