

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В МАГИСТРАТУРУ ПО  
НАПРАВЛЕНИЮ**

**27.04.04 «Управление в технических системах»**

**ФАКУЛЬТЕТ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ И АВТОМАТИКИ**

Санкт-Петербург

# СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

## Раздел 1. Теория автоматического управления

**1. Основные понятия теории управления.** Основные задачи теории управления. Понятие об управлении и системах управления. Виды объектов управления. Основные структуры и принципы управления. Типовые законы управления.

**2. Линейные стационарные математические модели и характеристики непрерывных систем управления.** Модели вход-выход: дифференциальные уравнения  $n$ -го порядка; передаточные функции; временные и частотные характеристики. Взаимосвязь форм представления моделей.

Модели вход–состояние–выход. Уравнения динамической системы в форме переменных состояния: определения, формы записи уравнений. Передаточные матрицы динамической системы. Каноническая форма управляемости и ее определение по передаточной функции.

Частотная передаточная функция как характеристика установившегося гармонического режима. Частотные и временные характеристики динамических звеньев первого порядка. Частотные и временные характеристики динамических звеньев второго порядка. Логарифмические частотные характеристики специальных типов динамических звеньев (реального дифференцирующего, ПИ-, чистого запаздывания).

Передаточные функции типовых соединений звеньев. Логарифмические частотные характеристики последовательного соединения звеньев. Метод приближенного построения логарифмических частотных характеристик параллельных соединений звеньев.

Эквивалентные преобразования структурных схем. Формула Мэсона (Мейсона) (с необходимыми определениями).

Управляемость и наблюдаемость. Критерии управляемости и наблюдаемости.

**3. Анализ систем управления. Устойчивость систем управления.** Суждение об устойчивости линейной системы по корням характеристического полинома: основная теорема об асимптотической устойчивости. Необходимое условие устойчивости: критерий устойчивости Стодолы. Критерий устойчивости Гурвица. Критерий устойчивости Найквиста для амплитуднофазовых частотных характеристик. Критерий устойчивости Найквиста для логарифмических частотных характеристик.

Показатели качества переходной характеристики. Частотные оценки качества. Корневые оценки качества САУ. Стандартные полиномы.

Установившаяся ошибка и ее определение по теореме о конечном значении. Коэффициенты ошибок, способы их определения. Статические и астатические системы: определения, точность при постоянном и линейном входных воздействиях. Порядок астатизма: определение, способы нахождения. Добротность.

**4. Синтез систем управления.** Задачи синтеза систем управления.

Коррекция систем управления. Синтез последовательных и параллельных корректирующих устройств по ЛАХ. Типовые

последовательные корректирующие устройства, их влияние на качество системы. Влияние жестких и гибких обратных связей на свойства системы.

Системы подчиненного регулирования (СПР): общая структура, стандартная настройка на оптимум по модулю, достоинства СПР.

Модальное управление. Основная теорема. Методика синтеза модального регулятора.

Синтез следящих систем на основе требований к точности воспроизведения задающего воздействия: степенного, гармонического.

## **Раздел 2. Электроника**

Пассивные дифференцирующая и интегрирующая цепи.

Внутренняя структура, параметры и характеристики операционного усилителя. Инвертирующее и неинвертирующее включение операционного усилителя.

Активные дифференцирующая и интегрирующая цепи.

Логарифмический и антилогарифмический преобразователи.

Электронные ключи.

Компараторы (с одним и с двумя входами, регенеративный).

Ждущий мультивибратор на операционном усилителе.

Автоколебательный мультивибратор на операционном усилителе.

Триггеры (RS-, JK-, T-).

Двоичный счетчик.

Регистр.

Цифро-аналоговый преобразователь.

Аналого-цифровой преобразователь.

Линии задержки.

Общая характеристика электронных устройств и интегральных микросхем.  
Общая характеристика усилительных устройств.  
Обратные связи в электронных устройствах.  
Устойчивость электронных устройств с обратной связью.  
Схемотехника типовых функциональных узлов аналоговых электронных устройств.  
Интегральные операционные усилители и решающие усилители.  
Электронные устройства на базе интегральных операционных усилителей.  
Логические интегральные микросхемы.

### **Раздел 3. Моделирование систем управления**

#### **1. Модели и моделирование. Основные понятия и определения.**

Общие сведения о моделировании и подобии моделей. Методы получения математических моделей систем. Представление математических моделей систем управления. Модели сложных систем и процессов. Методы расчета статических (равновесных) режимов. Методы расчета динамических (переходных) режимов.

**2. Методы анализа статических (равновесных) и динамических (переходных) режимов моделей систем управления.** Методы расчета статических (равновесных) режимов. Методы расчета динамических (переходных) режимов.

Алгоритм и программа моделирования динамических систем (на примере использования метода Эйлера).

Многошаговые методы численного интегрирования систем дифференциальных уравнений, идея, точность, достоинства, недостатки.

Постановка задачи определения корней функции одной переменной, условие существования корня в интервале, метод половинного деления, алгоритм и программа.

Метод итераций для решения систем алгебраических уравнений. Условия сходимости, алгоритм.

**3. Математические модели технических средств систем управления.** Полная модель электрической машины. Получение частных моделей на примере двигателя постоянного тока независимого возбуждения. Применение законов электромагнетизма для построения математических моделей разветвленных магнитных цепей. Определение емкостного элемента. Математическая модель RC-цепи. Математическая модель RL-цепи с железным сердечником (насыщенным и ненасыщенным). Связь электрического тока и

магнитного поля. Закон полного тока. Математическая модель магнитной цепи катушки с железным сердечником. Математическая модель двухобмоточного трансформатора. Математическая модель генератора постоянного тока независимого возбуждения с активной нагрузкой; структурная схема. Основные законы гидравлики. Математическая модель силового цилиндра без учета сжимаемости жидкости.

## МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительное испытание проходит в форме теста из 50 вопросов. Шкала оценивания 100-балльная. Каждый правильный ответ оценивается в 2 балла. Тестирование проводится в дистанционном формате.

## ЛИТЕРАТУРА

### *К разделу 1*

1. Теория автоматического управления: Учебник для вузов / С. Е. Душин, Н. С. Зотов, Д. Х. Имаев, Н. Н. Кузьмин, В. Б. Яковлев; Под ред. В. Б. Яковлева. М.: Высшая школа, 2003, 2005, 2009. 567 с.
2. Имаев Д. Х. Синтез систем управления в среде MATLAB: Учеб.пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2010.
3. Бесекерский В. А., Попов Е. П. Теория автоматического регулирования. СПб: Профессия, 2004.
4. Востриков А. С., Французова Г. А. Теория автоматического регулирования. М.: Высшая школа, 2006. 368 с.
5. Ким Д. П. Теория автоматического управления. Учебник в 2-х томах. М.: Физматлит, 2007.
6. Мирошник И. В. Теория автоматического управления. Линейные системы. СПб.: Питер, 2005.
7. Мирошник И. В. Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы. СПб.: Питер, 2006. 272с.
8. Имаев Д. Х. Дискретные системы управления: Учеб.пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ, 2005.

9. Ким Д. П. Сборник задач по теории автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.
10. Певзнер Л. Д. Практикум по теории автоматического управления: учебное пособие для студентов ВУЗов. М.: Высшая школа. 2006. 590 с.
11. Второв В. Б. Примеры решения задач по теории автоматического управления (структурные и частотные методы): Учеб. пос. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2002.

### ***К разделу 2***

1. Электроника и микропроцессорная техника. Учебник / Под ред. В. И. Лачина. Ростов н/Д: Феникс, 2007.
2. Лачин В. И., Савелов Н. С. Электроника: Учеб.пособие. Ростов н/Д: Феникс, 2005.
3. Прянишников В. А. Электроника: Полный курс лекций. СПб.: КОРОНА, 2004. 416 с.
4. Погодин А. А., Филимонов Ю. Л., Шишкин А. Д. Синтез электронных схем в устройствах электрорадиоавтоматики. Учеб.пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ, 1994.
5. Бескид П. П., Погодин А. А., Филимонов Ю. Л. Электроника. Учеб.пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ, 1998.

### ***К разделу 3***

1. Душин С. Е., Красов А. В., Кузьмин Н. Н. Моделирование систем управления: Учеб.пособие. М.: ТИД «Студент», 2012.
2. Душин С. Е., Красов А. В., Кузьмин Н. Н., Пошехонов Л. Б. Численное моделирование систем управления: Учеб.пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2003.
3. Душин С. Е., Красов А. В., Литвинов Ю.В. Моделирование систем и комплексов: Учеб.пособие. СПб.: Изд-во СПбГУ ИТМО «ЛЭТИ», 2010.
4. Зарубин В. С. Математическое моделирование в технике: Учебник для вузов / Под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. М.: Изд-во МГТУ, 2003.
5. Рапопорт Э. Я. Структурное моделирование объектов и систем управления с распределёнными параметрами: Учеб.пособие. М.: Высш. шк., 2003.
6. Введение в математическое моделирование: Учеб. пособие / Под ред. П. В. Трусова. М.: Логос, 2005.

7. Бордовский Г. А., Кондратьев А. С., Чоудери А. Д. Р. Физические основы математического моделирования: Учеб.пособие. М.: Изд. центр «Академия», 2005.

8. Маликов Р. Ф. Основы математического моделирования: Учеб.пособие для вузов. М.: Горячая линия – Телеком, 2010.

9. Мирошников А. Н., Румянцев С. Н. Моделирование систем управления технических средств транспорта. СПб.: Элмор, 1999

10. Егоренков Д. Л., Фрадков А. Л., Харламов В. Ю. Основы математического моделирования с примерами на языке MATLAB: Учеб. пособие / Под ред. А. Л. Фрадкова. СПб.: Изд-во БГТУ, 1996.

**Председатель экзаменационной комиссии по направлению  
«Управление в технических системах»**

**к.т.н., доцент**

**В.В. Королев**