

МИНОБРНАУКИ РФ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ

ПРОГРАММА

ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ

(специальность 05.13.01 - «Системный анализ, управление и

обработка информации (по отраслям)»

Воронеж 2019

Раздел 1. Теория автоматического регулирования

1. Основные понятия теории автоматического регулирования

- 1.1. Принципы действия САР.
- 1.2. Классификации и устройства САР.
- 1.3. Прямое и не прямое регулирование, одноконтурные и многоконтурные, несвязанные и связанные САР.
- 1.4. Статическое и астатическое регулирование.
- 1.5. Классификация САР в зависимости от идеализации, принятой при их математическом описании.
- 1.6. Системы непрерывного и дискретного действия.
- 1.7. Основные требования, предъявляемые к САР.

2. Дифференциальные уравнения и частотные характеристики систем автоматического регулирования

- 2.1. Уравнения САР
- 2.2. Методика составления дифференциальных уравнений САР, допускающих линеаризацию.
- 2.3. Свободные и вынужденные колебания САР. Частотные характеристики.
- 2.4. Передаточная функция непрерывной линейной стационарной САР.
- 2.5. Типовые звенья САР.
- 2.6. Логарифмические частотные характеристики.
- 2.7. Приближенный способ построения логарифмических частотных характеристик одноконтурных систем.
- 2.8. Преобразование структурных схем САР.

3. Метод переменного состояния

- 3.1. Переменные состояния и уравнения состояния динамической системы
- 3.2. Матричная передаточная функция.
- 3.3. Управляемость и наблюдаемость.
- 3.4. Управляемость и наблюдаемость подсистем.
- 3.5. Задача минимальной реализации.

4. Анализ устойчивости линейных непрерывных систем автоматического регулирования

- 4.1. Основные понятия об устойчивости.
- 4.2. Критерии устойчивости линеаризованных САР.
- 4.3. Критерии устойчивости Гурвица.
- 4.4. Частные критерии устойчивости.
- 4.5. Анализ устойчивости одноконтурных САР по их логарифмическим частотным характеристикам.
- 4.6. Анализ устойчивости одноконтурных САР по их логарифмическим частотным характеристикам.
- 4.7. Запасы устойчивости системы по модулю и по фазе.
- 4.8. Выделение областей устойчивости.

5. Анализ качества линейных непрерывных систем автоматического регулирования

- 5.1. Методы анализа качества.
- 5.2. Частный метод анализа качества линейных непрерывных САР.
- 5.3. Анализ переходных процессов методом трапециидальных частотных характеристик.
- 5.4. Вычисление переходного процесса в САР.
- 5.5. Построение переходного процесса в случае, когда система имеет неединичную обратную связь.
- 5.6. Частотный метод анализа качества.
- 5.7. Определение величины передаточного коэффициента или добротности системы по ЛАХ.
- 5.8. Коэффициенты ошибок и системные коэффициенты.

6. Анализ динамической точности систем автоматического регулирования при случайных воздействиях

- 6.1. Постановка задачи анализа динамической точности
- 6.2. Случайные функции и стохастические процессы
- 6.3. Стационарные случайные процессы.
- 6.4. Корреляционная и функция и функция спектральной плотности
- 6.5. Связь между спектральными плотностями и корреляционными функциями на входе и выходе линейной динамической системы.
- 6.6. Задача синтеза оптимальных передаточных функции следящих систем, находящихся под влиянием непрерывно изменяющихся случайных воздействий.

Раздел № 2 Моделирование систем

7. Основные понятия. Классификация моделей

- 7.1. Основные понятия теории моделирования. Этапы математического моделирования.
- 7.2. Типы уравнений математического описания. Алгоритмизация математических моделей на примере.
- 7.3. Классификация методов построения математических моделей процессов.
- 7.4. Структура математического описания при детерминированном и статистическом подходах.
- 7.5. Эмпирические модели. Типы уравнений математического описания. Алгоритмизация на примере.
- 7.6. Понятия о системном подходе, системном анализе. Модели систем.
- 7.7. Принципы системного подхода в моделировании систем
- 7.8. Основные математические методы моделирования информационных процессов и систем.

8. Эмпирические модели

- 8.1. Составление математических моделей экспериментально-статистическими методами. МНК для одного переменного параметра.
- 8.2. Линейная и квадратичная регрессия. Определение параметров трансцендентных уравнений.
- 8.3. Получение уравнений множественной регрессии методом Брандона. Параболическая и трансцендентная регрессия.
- 8.4. Использование регрессионного анализа при статистическом моделировании. Критерии Кохрена, Стьюдента, Фишера.
- 8.5. Использование корреляционного анализа при статистическом моделировании.
- 8.6. Построение экспериментально-статистических моделей методами планирования эксперимента. Оптимальный двухуровневый план на примере.

9. Моделирование цифровых систем управления

- 9.1. Построение дискретных динамических моделей на основе непрерывных. Получение конечно-разностных уравнений типовых динамических звеньев, включая уравнение третьего порядка.
- 9.2. Идентификация параметров дискретных динамических моделей в разомкнутом контуре. Расчет переходных характеристик.
- 9.3. Получение конечно-разностных уравнений цифровых типовых регуляторов и области ограничений настроек. Расчет переходных процессов.
- 9.4. Расчет переходных процессов замкнутой цифровой АСР по задающему и возмущающему воздействиям. Синтез несвязанных и автономных цифровых систем регулирования.
- 9.5. Алгоритм расчета оптимальных настроек цифровых регуляторов численным методом.
- 9.6. Адаптивная цифровая система регулирования. РМНК для текущей идентификации модели объекта.
- 9.7. Использование оператора сдвига z для описания дискретных систем.
- 9.8. Расчет и моделирование цифровых каскадных систем регулирования (2 способа).
- 9.9. Синтез несвязанных, автономных, комбинированных цифровых систем регулирования.
- 9.10. Синтез связанной цифровой системы управления.

10. Детерминированные модели

- 10.1. Математические модели типовых процессов.
- 10.2. Детерминированное моделирование на примере математического описания статики процесса ректификации многокомпонентных смесей. Схема материальных потоков. Группы уравнений и допущения.
- 10.3. Математическое описание условий фазового равновесия парожидкостных систем. Расчет количества пара, жидкости в питании колонны и их состав.
- 10.4. Алгоритмизация решения математического описания процесса многокомпонентной ректификации.
- 10.5. Идентификация модели МКР и оптимизация режима колонны по модели.

Раздел № 3 Методы оптимизации и оптимального управления

11. Основные понятия

- 11.1. Понятия наибольшего и наименьшего значения функции, максимум и минимум, экстремум.
- 11.2. Необходимые и достаточные условия существования экстремума.
- 11.3. Поиск точек экстремума.
- 11.4. Функции нескольких переменных, градиент, абсолютный и относительный максимум.
- 11.5. Статические модели, определение особых точек (экстремума).
- 11.6. Динамические модели, представление в пространстве состояния, внешние воздействия.
- 11.7. Понятие функционала и вариации функционала.
- 11.8. Экстремальные точки функционала в пространстве функций.
- 11.9. Уравнение Эйлера – Лагранжа, понятие экстремали.
- 11.10. Функция Лагранжа с учетом ограничений.

12. Методы оптимизации

- 12.1. Оптимальные процессы, условия оптимальности, основные типовые задачи.
- 12.2. В каких случаях уравнение Эйлера-Лагранжа имеет аналитическое решение.
- 12.3. Функция Гамильтона, ее связь с функцией Лагранжа.
- 12.4. Интегральные критерии качества динамических систем.
- 12.5. Интегральный квадратический критерий и задача оптимальности динамического процесса.
- 12.6. Принцип максимума, его отличие от задачи Эйлера-Лагранжа.
- 12.7. Условия оптимальности функционала с применением принципа максимума.
- 12.8. Минимум интегрального квадратического функционала при ограничениях модели.
- 12.9. Оптимальная функция Гамильтона, ее характеристические свойства.
- 12.10. Матричное и дифференциальное уравнение Риккати. Основы метода аналитического решения уравнения Риккати.
- 12.11. Численное решение уравнения Риккати с использованием ПЭВМ.
- 12.12. Вычисление значения функционала на оптимальных траекториях на ПЭВМ.

Раздел № 4 Цифровые многосвязанные системы управления

13. Дискретные модели объектов

- 13.1. Топологии физических связей. P - и V - канонические структуры. Прямой и обратный переход.
- 13.2. Дискретное описание многосвязного объекта при наличии возмущений в рекуррентной форме (кон. – разностные уравнения) и передаточными функциями. Вывод обобщенных форм записи.

- 13.3. Векторно – матричная форма описания многосвязного объекта по основным и перекрёстным каналам.
- 13.4. Векторно – матричная форма описания многосвязного объекта по каналам возмущений. Получение разностного уравнения для любого канала из матричной формы модели.
- 13.5. Структурная схема связанной ЦСУ. Скалярная и векторно – матричная формы описания.
- 13.6. Вывод зависимости для расчета дискретных передаточных функций компенсаторов перекрёстных связей из условия автономности (первый подход). Схема. Преимущества и недостатки.
- 13.7. Синтез автономных цифровых компенсаторов перекрёстных связей двумерной ЦСУ (первый и второй варианты). Схема.
- 13.12. Синтез автономных цифровых компенсаторов перекрёстных связей трёхмерной ЦСУ (первый вариант). Схема.
- 13.13. Синтез автономных цифровых компенсаторов перекрёстных связей трёхмерной ЦСУ (второй вариант). Схема.
- 13.14. Получение сепаратных подсистем автономной ЦСУ. Расчёт компенсаторов перекрёстных связей по желаемым передаточным функциям объекта (второй подход) на примере двумерной системы. Схема. Преимущества и недостатки.
- 13.15. Расчёт автономных компенсаторов перекрёстных связей по желаемым передаточным функциям объекта (второй подход) на примере трёхмерной системы. Схема.
- 13.16. Вывод матрицы дискретных передаточных функций эквивалентных объектов многосвязной системы управления при выполнении условия автономности.
- 13.17. Одновременная и последовательная оптимизация основных цифровых регуляторов связанных автономных ЦСУ. Схема.
- 13.18. Синтез компенсаторов возмущений многосвязной ЦСУ при подаче сигналов с компенсаторов на входы основных регуляторов. Схема.
- 13.19. Синтез компенсаторов возмущений многосвязной ЦСУ при подаче сигналов с компенсаторов на выходы основных регуляторов. Схема.

Рекомендуемая литература

1. Теория автоматического управления: Учебник для вузов / С.Е. Душин, Н.С. Зотов, Д.Х. Имаев и др./ под ред. В.Б. Яковлева. – 2-е изд., перераб.–М.: Высш. школа, 2005. – 567 с.
2. Никулин Е.А. Основы теории автоматического управления. Частотные методы анализа и синтеза систем: Учеб. пособие для вузов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 640 с.
3. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник для вузов в 5-ти т./ под ред. К.А. Пупкова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана. – (Методы теории автоматического управления). Т.1: Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления. – 2004. – 656 с.
4. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник для вузов в 5-ти т./ под ред. К.А. Пупкова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана. – (Методы теории автоматического управления). Т.2: Статистическая динамика и идентификация систем автоматического управления. – 2004. – 640 с.

5. Ким Д.П. Теория автоматического управления: Учеб. пособие для вузов в 2-х т. / Д.П. Ким. – М.: Физматлит. Т.2: Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. – 2004. – 464 с.
6. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: Учеб. для вузов по спец. “Автоматизир. системы обработки информ. и упр.”. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2001. – 343 с.: ил.
7. Кудряшов, В. С. Синтез цифровых систем управления технологическими объектами : уч. пособие для вузов / В. С. Кудряшов, В. К. Битюков, М. В. Алексеев, С. В. Рязанцев. –Воронеж: ВГТА, 2005. –336 с.
8. Арзамасцев Д.А., Липес А.В., Мызин А.Л. Модели оптимизации развития энергосистем: Учебник для вузов.-М.: Высшая школа, 1987.-272с.
9. Дорф Р. Современные системы управления/ Пер. с англ. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2004. – 832 с.
10. Охтилев М.Ю., Соколов Б.В., Юсупов Р.М. Интеллектуальные технологии мониторинга и управления структурной динамикой сложных технических объектов. - М.: Изд-во: Наука, 2006. – 410 с.
11. Информационные системы/ Петров В.Н. – Спб.: Питер, 2003. – 688 с.
12. Справочник по теории автоматического управления / Под ред. А.А. Красновского. М.: Наука, 1987.