

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФГБОУ ВО «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

УТВЕРЖДАЮ
Председатель приемной комиссии,
ректор ФГБОУ ВО «ВГУИТ»

_____ Попов В. Н.
«31» марта 2022 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

по научной специальности основной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации

Воронеж 2022

Программа предназначена для лиц, имеющих диплом магистра, диплом специалиста (для поступающих в аспирантуру).

1. Организация вступительного испытания

1.1. Вступительное испытание проводится в письменной форме.

1.2. Вступительное испытание включает 2 теоретических, практически значимых вопроса по базовым дисциплинам общепрофессиональной и специальной подготовки.

1.3. Вступительное испытание оценивается по 100-балльной шкале.

1.4. Длительность вступительного испытания составляет 3 часа.

2. Перечень разделов базовых дисциплин, выносимых на вступительное испытание:

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 косвенное регулирования, 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

1. Основные понятия. Классификация моделей

1.1 Основные понятия теории моделирования. Этапы математического моделирования.

1.2 Типы уравнений математического описания. Алгоритмизация математических моделей на примере.

1.3 Классификация методов построения математических моделей процессов.

1.4 Структура математического описания при детерминированном и статистическом подходах.

1.5 Эмпирические модели. Типы уравнений математического описания. Алгоритмизация на примере.

1.6 Понятия о системном подходе, системном анализе. Модели систем.

1.7 Принципы системного подхода в моделировании систем

1.7 Основные математические методы моделирования информационных

процессов и систем.

2. Эмпирические модели

1.1 Составление математических моделей экспериментально-статистическими методами. МНК для одного переменного параметра.

1.2 Линейная и квадратичная регрессия. Определение параметров трансцендентных уравнений.

1.3 Получение уравнений множественной регрессии методом Брандона. Параболическая и трансцендентная регрессия.

1.4 Использование регрессионного анализа при статистическом моделировании. Критерии Кохрена, Стьюдента, Фишера.

1.5 Использование корреляционного анализа при статистическом моделировании.

1.6 Построение экспериментально-статистических моделей методами планирования эксперимента. Оптимальный двухуровневый план на примере.

3. Моделирование цифровых систем управления

3.1 Построение дискретных динамических моделей на основе непрерывных. Получение конечно-разностных уравнений типовых динамических звеньев, включая уравнение третьего порядка.

3.2 Идентификация параметров дискретных динамических моделей в разомкнутом контуре. Расчет переходных характеристик.

3.3 Получение конечно-разностных уравнений цифровых типовых регуляторов и области ограничений настроек. Расчет переходных процессов.

3.4 Расчет переходных процессов замкнутой цифровой АСР по задающему и возмущающему воздействиям. Синтез несвязанных и автономных цифровых систем регулирования.

3.5 Алгоритм расчета оптимальных настроек цифровых регуляторов численным методом.

3.6 Адаптивная цифровая система регулирования. РМНК для текущей идентификации модели объекта.

3.7 Использование оператора сдвига z^{-2} для описания дискретных систем.

3.8 Расчет и моделирование цифровых каскадных систем регулирования (2 способа).

3.9 Синтез несвязанных, автономных, комбинированных цифровых систем регулирования.

3.10 Синтез связанной цифровой системы управления.

4. Детерминированные модели

4.1 Математические модели типовых процессов.

4.2 Детерминированное моделирование на примере математического описания статики процесса ректификации многокомпонентных смесей. Схема материальных потоков. Группы уравнений и допущения.

4.3 Математическое описание условий фазового равновесия парожидкостных систем. Расчет количества пара, жидкости в питании колонны и их состав.

4.4 Алгоритмизация решения математического описания процесса многокомпонентной ректификации.

4.5 Идентификация модели МКР и оптимизация режима колонны по модели.

Раздел 3 Методы оптимизации и оптимального управления

1. Основные понятия

1.1 Понятия наибольшего и наименьшего значения функции, максимум и минимум, экстремум.

1.2 Необходимые и достаточные условия существования экстремума.

1.3 Поиск точек экстремума.

1.4 Функции нескольких переменных, градиент, абсолютный и относительный максимум.

1.5 Статические модели, определение особых точек (экстремума).

1.6 Динамические модели, представление в пространстве состояния, внешние воздействия.

1.7 Понятие функционала и вариации функционала.

1.8 Экстремальные точки функционала в пространстве функций.

1.9 Уравнение Эйлера - Лагранжа, понятие экстремали.

1.10 Функция Лагранжа с учетом ограничений.

2. Методы оптимизации

- 1.1 Оптимальные процессы, условия оптимальности, основные типовые задачи.
- 1.2 В каких случаях уравнение Эйлера-Лагранжа имеет аналитическое решение.
- 1.3 Функция Гамильтона, ее связь с функцией Лагранжа.
- 1.4 Интегральные критерии качества динамических систем.
- 1.5 Интегральный квадратический критерий и задача оптимальности динамического процесса.
- 1.6 Принцип максимума, его отличие от задачи Эйлера-Лагранжа.
- 1.7 Условия оптимальности функционала с применением принципа максимума.
- 1.8 Минимум интегрального квадратического функционала при ограничениях модели.
- 1.9 Оптимальная функция Гамильтона, ее характеристические свойства.
- 1.10 Матричное и дифференциальное уравнение Риккати. Основы метода аналитического решения уравнения Риккати.
- 1.11 Численное решение уравнения Риккати с использованием ПЭВМ.
- 1.12 Вычисление значения функционала на оптимальных траекториях на ПЭВМ.

Раздел 4 Цифровые многосвязные системы управления

1. Дискретное модели объектов

- 1.1 Топологии физических связей. P- и V- канонические структуры. Прямой и обратный переход.
- 1.2 Дискретное описание многосвязного объекта при наличии возмущений в рекуррентной форме (кон. - разностные уравнения) и передаточными функциями. Вывод обобщённых форм записи.
- 1.3 Векторно - матричная форма описания многосвязного объекта по основным и перекрёстным каналам.
- 1.4 Векторно - матричная форма описания многосвязного объекта по каналам возмущений. Получение разностного уравнения для любого канала из матричной формы модели.
- 1.5 Структурная схема связанной ЦСУ. Скалярная и векторно - матричная формы описания.
- 1.6 Вывод зависимости для расчета дискретных передаточных функций компенсаторов перекрёстных связей из условия автономности (первый подход).

Схема. Преимущества и недостатки.

1.7 Синтез автономных цифровых компенсаторов перекрёстных связей двумерной ЦСУ(первый и второй варианты). Схема.

1.8 Синтез автономных цифровых компенсаторов перекрёстных связей трёхмерной ЦСУ (первый вариант). Схема.

1.9 Синтез автономных цифровых компенсаторов перекрёстных связей трёхмерной ЦСУ (второй вариант). Схема.

1.10 Получение сепаратных подсистем автономной ЦСУ. Расчёт компенсаторов перекрёстных связей по желаемым передаточным функциям объекта (второй подход) на примере двумерной системы. Схема. Преимущества и недостатки.

1.11 Расчёт автономных компенсаторов перекрёстных связей по желаемым передаточным функциям объекта (второй подход) на примере трёхмерной системы. Схема.

1.12 Вывод матрицы дискретных передаточных функций эквивалентных объектов многосвязной системы управления при выполнении условия автономности.

1.13 Одновременная и последовательная оптимизация основных цифровых регуляторов связанных автономных ЦСУ. Схема.

1.14 Синтез компенсаторов возмущений многосвязной ЦСУ при подаче сигналов с компенсаторов на входы основных регуляторов. Схема.

1.15 Синтез компенсаторов возмущений многосвязной ЦСУ при подаче сигналов с компенсаторов на выходы основных регуляторов. Схема.

Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Александров В.В., Болтянский В.Г., Лемак С.С. - Оптимальное управление движением - Издательство "Физматлит" - 2005 - 376с. - ISBN: 5-9221-0401-2 - Текст электронный // ЭБС ЛАНЬ - URL: <https://e.lanbook.com/book/48225>

2. Ильин А.В., Емельянов С.В., Коровин С.К. - Математические методы теории управления. Проблемы устойчивости, управляемости и наблюдаемости - Издательство "Физматлит" - 2014 - 200с. - ISBN: 978-5-9221-1544-5 - Текст электронный // ЭБС ЛАНЬ - URL: <https://e.lanbook.com/book/59700>

3. Каленова В.И., Морозов В.М. - Линейные нестационарные системы и их приложения к задачам механики - Издательство "Физматлит" - 2010 - 208с. -

ISBN: 978-5-9221-1231-4 - Текст электронный // ЭБС ЛАНЬ - URL: <https://e.lanbook.com/book/59579>

4. Оптимальное управление системами с распределенными параметрами : учебное пособие для вузов, Рапопорт, Э. Я., 2009

5. Теория автоматического управления. Т.2: Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы, Ким, Д. П., 2007

6. Теория обыкновенных дифференциальных уравнений, Коддингтон, Э. А., 2007

7. Управление нелинейными неопределенными динамическими объектами, Афанасьев, В. Н., 2015

8. Формальский А.М. - Управление движением неустойчивых объектов - Издательство "Физматлит" - 2012 - 277с. - ISBN: 978-5-9221-1460-8 - Текст электронный // ЭБС ЛАНЬ - URL: <https://e.lanbook.com/book/48308>

9. 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.

10. Никулин Е.А. Основы теории автоматического управления. Частотные методы анализа и синтеза систем: Учеб, пособие для вузов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2004. - 640 с.

11. 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.

12. 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.

Дополнительная литература

13. Ким Д.П. Теория автоматического управления: Учеб, пособие для вузов в 2-х т. /

14. Д.П. Ким. - М.: Физматлит. Т.2: Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. - 2004. - 464 с.
15. 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.
16. Кудряшов, В. С. Синтез цифровых систем управления технологическими объектами : уч. пособие для вузов / В. С. Кудряшов. В. К. Битюков, М. В. Алексеев, С. В.
17. Рязанцев. -Воронеж: ВГТА, 2005. -336 с.
18. Арзамасцев Д.А., Липес А.В., Мызин А.Л. Модели оптимизации развития энергосистем: Учебник для вузов.-М.: Высшая школа, 1987.-272с.
19. Дорф Р. Современные системы управления/ Пер. с англ. - М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2004. - 832 с.
20. 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.
21. Информационные системы/ Петров В.Н. - Спб.: Питер, 2003. - 688 с.
22. Справочник по теории автоматического управления / Под ред. А.А. Красновского. М.: Наука, 1987.

Примерный образец контрольно-измерительного материала

Минобрнауки России
Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный университет инженерных технологий»

Экзаменационный билет № 1

1. Принципы действия САР.
2. Выделение областей устойчивости.