

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
В.Г. Стемпицкий
2023

ПРОГРАММА

вступительного экзамена в аспирантуру по специальности
*05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими
процессами и производствами (промышленность)*

Минск - 2023

СОСТАВИТЕЛИ:

А. В. Марков, заведующий кафедрой систем управления учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат технических наук, доцент.

А. П. Кузнецов, профессор кафедры систем управления учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», доктор технических наук, профессор.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой систем управления учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 21 от 05.06.2023).

Заведующий кафедрой СУ



А.В. Марков

В основу программы вступительного экзамена положены программа дисциплины «Теория автоматического управления» для высших учебных заведений по специальности 1-53 01 07 «Информационные технологии и управление в технических системах» и Образовательный стандарт № ОСВО 1-53 01 07-2013 для высших учебных заведений.

РАЗДЕЛ 1. ОСНОВЫ ТЕОРИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ

Краткий исторический очерк развития. Системы автоматического управления (САУ): классификация, функциональные схемы.

Основные задачи теории автоматического управления. Способы математического описания процессов и САУ. Линеаризация и роль линейных моделей. Математические модели линейных стационарных объектов и систем в пространстве состояний и в частотной области. Передаточные функции и матрицы передаточных функций. Связь между временными и частотными характеристиками.

Типовые динамические звенья и структурные схемы САУ. Правила преобразования структурных схем. Определение выходного сигнала и ошибки для типовых схем САУ. Свободные и вынужденные движения САУ.

Постановка задачи об исследовании устойчивости линейных систем. Алгебраические, частотные и матричные критерии устойчивости САУ. Запасы устойчивости. Области устойчивости.

Классификация методов оценки качества переходных процессов линейных непрерывных САУ. Критерии качества при типовых входных воздействиях. Корневые, частотные и интегральные оценки качества САУ.

Оценка точности одноконтурных систем управления. Статические и астатические системы. Коэффициенты ошибок. Ошибки при стационарных случайных воздействиях. Математическое ожидание и дисперсия ошибки. Влияние коэффициента усиления, порядка астатизма и полосы пропускания на точность работы системы.

Переходные процессы и качество многомерных САУ. Управляемость и наблюдаемость. Показатели качества многомерных САУ.

Особенности исследования устойчивости и качества систем с запаздыванием. Понятие о критическом запаздывании и методы компенсации влияния запаздывания.

Особенности математического описания и исследования поведения нестационарных систем. Управляемость и наблюдаемость нестационарных САУ. Специфические типы нестационарных систем. Особенности систем, работающих на несущей частоте.

Постановка задачи синтеза линейных непрерывных систем управления. Синтез корректирующих устройств и их реализация. Методы повышения точности САУ. Комбинированное управление и принцип двухканальности. Реализация условий инвариантности. Синтез систем с заданными показателями качества переходных процессов методами модального управления.

Особенности работы нелинейных САУ. Классификация нелинейностей. Математические модели нелинейных систем. Возмущенное и невозмущенное (программное) движение. Устойчивость нелинейных систем по Ляпунову. Функции Ляпунова. Абсолютная устойчивость нелинейных САУ. Круговой критерий В.М.Попова.

Метод фазовой плоскости. Особые точки и особые линии на фазовой плоскости. Предельные циклы. Скользящие режимы. Системы с переменной структурой. Организация линий переключения.

Приближенные методы исследования нелинейных САУ. Гармоническая линеаризация. Определение устойчивости и параметров автоколебаний. Вынужденные колебания нелинейных систем. Метод разделения движений на медленные и быстрые.

Нелинейные системы при случайных возмущениях. Метод статистической линеаризации.

Специфические особенности дискретных САУ и их классификация. Эквивалентная импульсная модель системы с ЭВМ в контуре управления. Устойчивость линейных дискретных САУ. Применение дискретного преобразования Лапласа и Z-преобразования к исследованию устойчивости и точности дискретных систем. Частотные характеристики дискретных систем. Реализация законов управления и коррекция сигналов в управляющей ЭВМ.

Описание случайных процессов с помощью моментов. Корреляционная функция и спектральная плотность. Прохождение случайного сигнала через непрерывные и дискретные САУ. Идея формирующего фильтра.

Определение характеристик объектов управления методами активного эксперимента. Определение частотных характеристик с помощью регулярных и случайных воздействий. Построение моделей объектов управления по экспериментальным данным.

Понятие об интеллектуальных системах. Системы с нечеткой логикой. Нейронные сети в системах управления.

РАЗДЕЛ 2. ТЕОРИЯ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Постановка задачи оптимального управления объектами. Критерии оптимальности. Оптимальные законы управления. Решение оптимальных задач методом вариационного исчисления. Метод динамического программирования Беллмана и принцип максимума Понтрягина. Системы

оптимальные по быстродействию. Системы, оптимальные по квадратическим критериям качества. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов по методу Летова и Калмана. Синтез оптимальных САУ по функционалу обобщенной работы Красовского. Синтез оптимальных систем при неполной информации о состоянии объекта управления. Наблюдатели состояния. Оптимальная фильтрация случайных процессов. Фильтры Винера и Калмана. Теорема разделения.

Принципы самонастройки и адаптации. Классификация адаптивных систем. Способы построения экстремальных регуляторов. Поисковые и беспойсковые самонастраивающиеся системы. Системы с эталонной моделью.

РАЗДЕЛ 3. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Общие сведения о производственном процессе как объекте управления. Схемы автоматизации. Показатели производственного процесса. Принципы построения автоматов и автоматических линий. Особенности автоматизации производственных процессов. Математические модели производственных процессов и их классификация. Основные методы моделирования. Оптимизация процессов управления в больших автоматических системах. Применение ЭВМ в системах автоматического управления производственными процессами.

Системы числового программного управления металлорежущими станками. Основные функции и классификация систем с ЧПУ. Системы координат станка, детали, инструмента. Программирование позиционной и контурной обработки. Кодирование управляющих программ. Коррекция инструмента. Системы автоматизированного программирования.

РАЗДЕЛ 4. МАНИПУЛЯТОРЫ И РОБОТЫ

Конструкция роботов и манипуляторов. Основные поколения роботов и области их применения. Конструктивные особенности роботов и манипуляторов. Классификация информационных, двигательных и управляющих систем промышленных роботов и их краткое описание. Обобщенная динамическая модель промышленных роботов как объекта управления. Специфические особенности математических моделей промышленных роботов с точки зрения организации законов управления. Типовые законы управления, реализуемые на микроЭВМ при управлении степенями подвижности промышленных роботов. Типовая схема динамического управления программным движением промышленного робота.

ЛИТЕРАТУРА

К разделу 1

1. Андриевский, Б. Р. Избранные главы теории автоматического управления с примерами на языке MATLAB / Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. – СПб. : Наука, 1999. – 467 с.
2. Бесекерский, В. А. Теория автоматического управления / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. – СПб. : Профессия, 2004. – 752 с.
3. Методы классической и современной теории автоматического управления : учебник в 5 т. / Под ред. К. А. Пупкова, Н. Д. Егупова. – М. : Изд-во МГТУ, 2004. Т. 1 – 656 с. Т. 2 – 640 с. Т. 3 – 616 с. Т. 4 – 744 с. Т. 5 – 784 с.
4. Теория автоматического управления : учеб. пособие / М. М. Савин, В. С. Елсунов, О. Н. Пятина; под ред. В. И. Лагина. – Ростов н/Д : Феникс, 2007. – 469 с.
5. Теория автоматического управления : Конспект лекций. В 2 ч. Ч. 1 : Линейные непрерывные системы : учеб.-метод. пособие / В. П. Кузнецов, С. В. Лукьянец, М. А. Крупская. – Минск : БГУИР, 2007. – 132 с.
6. Филлипс, Ч. Системы управления с обратной связью / Ч. Филлипс, Р. Харбор. – М. : Лаборатория базовых знаний, 2001. – 616 с.
7. Александров, А. Г. Оптимальные и адаптивные системы / А. Г. Александров. – М. : Высш. школа, 1989. – 263 с.
8. Советов, Б. Я. Моделирование систем / Б. Я. Советов, Г. А. Яковлев. – М. : Высш. школа, 1998.
9. Савин, М. М. Теория автоматического управления : учеб. пособие / М. М. Савин, В. С. Елсунов, О. Н. Пятина; под ред. В. И. Лачина. – Ростов н/Д : Феникс, 2007.

К разделу 2

1. Бесекерский, В. А. Теория автоматического управления / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. – СПб. : Профессия, 2004. – 752 с.
2. Кругликов, В. В. Проектирование оптимальных и адаптивных систем автоматического управления : учебное пособие по курсу «Проектирование оптимальных и адаптивных систем автоматического управления» для студентов специальности Т.11.01.00 «Автоматическое управление в технических системах». – Минск : БГУИР, 1997. – 95 с.
3. Методы классической и современной теории автоматического управления : учебник в 5 т. / Под ред. К. А. Пупкова, Н. Д. Егупова. – М. : Изд-во МГТУ, 2004. Т. 4 – 744 с.
4. Справочник по теории автоматического управления / А. А. Красовский [и др.] ; под ред. А. А. Красовского. – М. : Наука, 1987. – 712 с.
5. Теория автоматического управления : учеб. пособие / М. М. Савин, В. С. Елсунов, О. Н. Пятина; под ред. В. И. Лагина. – Ростов н/Д : Феникс, 2007. – 469 с.
6. Макаров, И. М. Робототехника: история и перспективы. / И. М. Макаров, Топчеев Ю. И. – М. : Наука : Изд-во МАИ, 2003.

К разделу 3

1. Автоматизация проектирования гибких производственных систем / Р. И. Сольнищев, А. Е. Кононюк, Ф. М. Кулаков. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ие, 1990. – 415 с.

2. Лукьянец, С. В. Моделирование гибких производственных систем и роботизированных комплексов / С. В. Лукьянец, А. П. Пашкевич. – Минск : БГУИР, 2005. – 232 с.

3. Лысенко, Э. В. Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами / Э. В. Лысенко. – М. : Радио и связь, 1987. – 272 с.

К разделу 4

1. Зенкевич, С. Л. Управление роботами / С. Л. Зенкевич, А. С. Ющенко. – М. : Изд-во МГОУ им. Н. Э. Баумана, 2000.

2. Юревич, Е. Н. Основы робототехники. – 2-е изд., перераб. и доп. / Е. Н. Юревич. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.