

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И УПРАВЛЕНИЯ

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИРТСУ

 С.Г. Грищенко

« 09 » 2015 г.



ПРОГРАММА
вступительного испытания для поступления в магистратуру
на направление подготовки

15.04.06 – Мехатроника и робототехника

Таганрог 2015

1. Управление роботами и робототехническими системами

Математические модели манипуляторов. Задачи кинематики.

Классификация задач и способов управления роботами. Виды систем управления роботами. Математическое описание роботов. Функциональные схемы систем управления роботами. Задача планирования движения робота. Планирование движения в манипуляторах и подвижных роботах. Математическое описание манипуляторов с приводами, подвижных роботов, человека-оператора. Моделирование роботов на ЭВМ. Обратная задача кинематики. Постановка задачи. Аналитическое решение ОЗК. Геометрическое решение ОЗК. Численные методы решения ОЗК.

Задачи динамики в управлении роботами.

Прямая и обратная задачи динамики в системах управления манипуляторами. Динамика роботов. Основные задачи. Уравнения Лагранжа-Эйлера. Пример вывода уравнения Лагранжа. Скорость произвольной точки звена манипулятора. Кинетическая энергия механической системы манипулятора. Определение моментов инерции. Потенциальная энергия манипулятора. Вывод уравнений динамики. Динамическая модель двухзвенника. Пример модели двухзвенника. Упрощение динамических моделей.

Задачи оптимального управления подвижными роботами

Задачи управления подвижными роботами. Планирование, тактическое управление, локальное управление. Математические модели подвижных объектов. Уравнения твердого тела в трехмерном пространстве. Кинематики, динамика, исполнительные механизмы. Примеры моделей. Оптимальный подход к синтезу управлений роботами. Критерии оптимальности. Вариационный метод. Метод динамического программирования. Принцип оптимальности. Уравнение Беллмана в дискретной и непрерывной формах. Примеры. Принцип максимума Понтрягина. Решение оптимальной задачи управления роботом на основе принципа максимума. Задача о быстродействии. Примеры. Связь между принципом максимума и методом динамического программирования. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов. Квадратичные критерии качества. Уравнения экстремалей. Решение задачи АКОР методами классического вариационного исчисления. Решение задачи АКОР на основе принципа максимума. Решение задачи АКОР на основе метода динамического программирования. Примеры.

Адаптивное, робастное и интеллектуальное управление роботами

Адаптивный подход в теории управления. Обзор адаптивных методов. Характеристика беспоисковых и поисковых методов адаптивного управления. Синтез беспоисковых адаптивных систем управления роботами. Прямое и не прямое адаптивное управление. Оценивание возмущений. Адаптивная система с эталонной моделью. Примеры синтеза для летательных аппаратов. Интеллектуальное управление роботами. Задачи интеллектуального управления. Решение задачи планирования движений на базе нейронных сетей. Нечеткие регуляторы в задачах управления роботами.

Математическое описание нечетких систем. Функции принадлежности. Лингвистические переменные. Фаззификация, нечеткий вывод, дефаззификация. Примеры. Робастные подходы к построению управления роботами. Классическое описание робастного регулятора. Параметрическая неопределенность. Робастные методы, обеспечивающие максимальную степень устойчивости. Синтез систем управления подвижными роботами на базе функций Ляпунова. Линейный случай. Уравнение Ляпунова. Нелинейный случай. Синтез управлений подвижными объектами на базе неклассических функционалов. ФОР. Самоорганизующиеся регуляторы.

Позиционно-траекторное управление подвижными объектами

Метод обратных задач в задаче синтеза регуляторов подвижных объектов. Метод структурного синтеза. Позиционно-траекторное управление подвижными объектами. Планирование траекторий. Синтез регуляторов. Адаптация позиционно-траекторных законов управления. Алгоритмы оценивания. Прямая и непрямая адаптация. Управление подвижными роботами в условиях неопределенных сред. Использование неустойчивых режимов для обхода препятствий. Метод потенциальных полей. Методы реактивной навигации. Системы управления в человеко-машинных системах. Системы командного управления. Системы копирующего управления. Системы управления с задающими органами. Системы супервизорного и интерактивного управления.

Основная литература

1. Робототехника и ГАП. В 9-ти кн. Учеб.пос. для втузов. Под общ.ред. И.М. Макарова.- М.: Высш. шк., 1986.
2. Фу К., Гонсалес Р., Ли К. Робототехника: Пер с англ. - М.: Мир, 1989.-624 с.: ил.
3. Тимофеев А. В. Управление роботами: Учебное пособие. - Л.: Издательство Ленинградского университета, 1986. - 240с.
4. Пшихопов В.Х. Позиционно-траекторное управление подвижными объектами. Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009.
5. Пшихопов В.Х., Медведев М.Ю. Управление подвижными объектами в определенных и неопределенных средах. М.: Наука, 2011. 350 с. ISBN 978-5-02-037509-3.
6. Пшихопов В.Х. Математические модели манипуляционных роботов. Учебник. Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ. 2008.
7. Юревич Е.И. Управление роботами и робототехническими системами. Спб. 2000.

Дополнительная литература

- 1.Тимофеев А.В. Роботы и искусственный интеллект. -М.: Мир, 1978.- 192 с.
- 2.Кулаков Ф.М. Супервизорное управление манипуляционными роботами. – М.: Наука, 1980.- 448 с.
- 3.Системы оцувствления и адаптивные промышленные роботы. Под редакцией Ю. Г. Якушенкова. - М.: Машиностроение, 1990. - 290с.: ил.
- 4.СайткафедрыЭиМ

[\http://egf.tti.sfedu.ru/departments/electrotechnology/kits/

5.Цифровом Кампусе ЮФУ [<http://incampus.ru/>]

6.Интегрированный информационный комплекс (ИИК) ЮФУ
[\[http://www.sfedu.ru/\]](http://www.sfedu.ru/)

2. Приводы роботов

Приводы постоянного тока

Приводы постоянного тока. Математическая модель привода. Статические характеристики и режимы привода. Номинальный режим. Допустимые значения координат. Расчет и выбор электропривода постоянного тока для решения задач управления роботами и мехатронными устройствами.

Приводы переменного тока

Приводы переменного тока. Математическая модель привода. Статические характеристики и режимы привода. Номинальный режим. Допустимые значения координат. Расчет и выбор электропривода переменного тока для решения задач управления роботами и мехатронными устройствами.

Методы анализа и синтеза систем управления приводами

Система подчиненного регулирования привода постоянного тока. Основные предположения. Методы синтеза и анализа. Подчиненное регулирование в приводах переменного тока. Система модального управления приводом постоянного тока с наблюдателем состояния. Синтез и моделирование. Система модального управления приводом переменного тока с наблюдателем состояния. Синтез и моделирование. Многосвязная нелинейная система управления приводом постоянного тока с оценкой возмущений. Адаптация к неопределенным параметрам и нагрузке привода. Оптимизация системы управления приводами. Синтез линейно-квадратичного регулятора для привода постоянного тока. Оптимизация систем управления по быстродействию в области больших отклонений.

Особенности построения систем управления приводами

Автоматизированный синтез системы управления электроприводом с использованием пакетов Maple и matlab. Особенности цифровой реализации системы управления электропривода. Влияние дискретизации управления во времени. Погрешности численного интегрирования. ПИД-регулятор в цифровой форме. Синтез принципиальной схемы системы управления приводом постоянного тока. Выбор устройства управления, преобразователя и датчиков. Системы электроприводов с упругими и диссипативными связями. Приводы подвижных объектов. Особенности функционирования. Задачи управления. Сервопривод.

Основная литература

1. Ильинский Н.Ф., Козаченко В.Ф. Общий курс электропривода: Учебник для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1992.

2. Москаленко В.В. Автоматизированный электропривод: Учебник для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1986.

3. Башарин А.В. и др. Примеры расчетов автоматизированного электропривода. – Л: Энергия, 1971.

Дополнительная литература

1. Медведев М.Ю. Ключев С.А. Оптимизация динамических свойств сервомеханизмов в автоматических системах управления. М.: Испо-Сервис. 2004. 148 с.

2. Сайт кафедры ЭиМ

[<http://egf.tti.sfedu.ru/departments/electrotechnology/kits/>]

3. Цифровой Кампус ЮФУ [<http://incampus.ru/>]

4. Интегрированный информационный комплекс (ИИК) ЮФУ [<http://www.sfedu.ru/>]

3. Микропроцессорные устройства управления роботов и их программное обеспечение

Основы микропроцессорных систем

Базовые архитектуры ЭВМ. Архитектура фон-Неймана и гарвардская архитектура. Расширение архитектуры фон-Неймана каналом прямого доступа к памяти и механизмом прерываний. Классификация микропроцессоров. Конвейерный принцип работы процессора. Суперскалярная архитектура. Магистрально-модульная структура ЭВМ. Адресное пространство микропроцессорного устройства. Распределение памяти микропроцессора. Расширение адресного пространства. Страницы, сегменты. Окна. Режим выполнения основной программы. Режим выполнения подпрограммы. Режим обработки прерываний. Классификация прерываний. Функции системы прерываний и их реализация. Прямой доступ к памяти. Система команд процессора и способы адресации.

Интерфейсы микропроцессорных систем

Основные понятия об интерфейсах микропроцессорных систем. Классификация микропроцессоров. Магистралы VME, VXI, PCI. Шина USB. LPT-интерфейс. Разновидности и режимы работы интерфейса. Работа в режиме стандартного SPP-порта. Регистры LPT-порта. Режимы полубайтный, байтный, EPP, ECP. Электрический интерфейс. COM-порт. Формат асинхронной передачи. Разновидности порта. Электрический интерфейс. Аппаратное и программное управление потоком данных. Токовая петля. MIDI-интерфейс. Интерфейсы дисковых накопителей. Последовательный и параллельный интерфейс АТА. Интерфейсы сетей.

Микроконтроллерные комплекты семейства AVR

Архитектура процессора AVR. Флаги регистра состояния. Адресация устройств ввода-вывода и памяти SRAM. Программный счетчик и стек. Прерывания. Способы адресации данных. Аппаратные средства AVR. Системный тактовый генератор. Таймеры. Генерирование ШИМ сигналов. Сторожевой таймер. Параллельный порт ввода-вывода. Последовательный ввод-вывод. Аналоговый ввод-вывод. Конфигурирование микроконтроллера. Память данных. Программирование по параллельному и последовательному интерфейсу. Разработка систем на базе AVR. Подключение питания.

Прерывания. Операционные системы реального времени. Средства разработки. Ассемблеры. Языки высокого уровня. Система команд микроконтроллера AVR. Команды пересылки данных. Арифметические и логические команды. Команды ветвления. Битовые команды и команды тестирования битов. Директивы и выражения ассемблера AVR. Структура программы. Микроконтроллерная система с импульсными входами и выходами и внешней памятью. Микроконтроллерная система с аналоговыми входами и ШИМ-выходами.

Промышленные контроллеры

Аппаратура систем автоматизации фирмы Siemens. Контроллерные станции S7-300 и S7-400. Состав станции. Блоки микропроцессора, интерфейсные модули, коммуникационные процессоры, модули ввода-вывода. Типовая конфигурация станции, управляющей локальным технологическим процессом. Многоточечный интерфейс. Конфигурирование аппаратуры станции. Промышленные сети. Способы построения сети на основе аппаратуры Siemens. PROFIBUS, IndustrialEthernet, MPI. Конфигурирование сети с одним и несколькими активными элементами. Система распределенных выходов PROFIBUSDP. Подключение ведущего и ведомых устройств. Приборы исполнительного уровня. Согласование с IndustrialEthernet. Локальные автоматизированные системы.

Микроконтроллерная реализация локальных систем управления. Реализация типовых регуляторов. Распределенные автоматизированные системы. Иерархическая структура. Автоматизированные системы с горизонтально распределенной управляющей системой. Компьютерная реализация распределенных систем обработки, сбора и управления.

Программирование промышленных контроллеров

Язык программирования STL. Логические и арифметические функции. Функции пересылки данных и операции с аккумуляторами. Организация циклов и условных переходов. Формирование и обнаружение импульсов на STL. Обнаружение фронта сигнала. Таймеры и счетчики. Формирование ШИМ сигналов. Представление логической схемы в виде контактного плана. Язык FBD. Нормально разомкнутый и замкнутый контакты. Реализация основных логических функций и арифметических выражений.

Основная литература

1. Бойко В., Гуржий А., Жуйков В., Зори А., Спивак В. Схемотехника электронных систем. Микропроцессоры и микроконтроллеры: Учебник. М.: BHV, 2004.

2. Голубцов М.С. Микроконтроллеры AVR: от простого к сложному. М.: СОЛОН-Р, 2003.

3. Микропроцессорные системы: Учебное пособие для вузов / Е.К. Александров и др. Под общей ред. Д.В. Пузанкова. – СПб.: Политехника, 2002. – 935 с.

4. Бергер Г. Автоматизация посредством STEP 7 с использованием STL и SCL программируемых контроллеров SIMATIC S7-300/400. Siemens AG, Нюрнберг, 2001.

5. Программирование с помощью STEP 7 V5.3. Руководство

6ES7810-4CA07-8BW1. Siemens AG, Нюрнберг, 2004.

6. Пьявченко О.Н. Системное проектирование микропроцессорных устройств цифровой обработки информации: Учебное пособие. Таганрог: ТРТУ. 1996.

7. Медведев М.Ю., Пшихопов В.Х. Управление периферийными устройствами вычислительной техники в VISUALSTUDIO. Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2008. – 166 с.

8. Медведев М.Ю., Пшихопов В.Х. Практикум по изучению STL-программируемых промышленных контроллеров SIEMENS: Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2007. – 224 с.

Дополнительная литература

1. Гук М.Ю. Аппаратные средства IBMPC: Энциклопедия. СПб.: Питер, 2005.

2. Пьявченко Т.А. Автоматизированные системы управления технологическими процессами и техническими объектами: Учебное пособие. Таганрог: ТРТУ. 1997.

3. Медведев М.Ю., Пшихопов В.Х. Практикум по изучению пакета MAX+PLUSII: Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2007. – 102 с.

4. Сайт кафедры ЭиМ

[<http://egf.tti.sfedu.ru/departments/electrotechnology/kits/>]

5. Цифровой Кампус ЮФУ [<http://incampus.ru/>]

6. Интегрированный информационный комплекс (ИИК) ЮФУ [<http://www.sfedu.ru/>]

7. <http://www.atmel.ru>

8. <http://www.siemens.ru>

4. Проектирование роботов и робототехнических систем

Общие вопросы проектирования роботов

Понятие проектирования. Системный подход к проектированию. Стадии проектирования. Этапы предпроектной разработки. Бизнес-план. Стадия НИР. Основные принципы проектирования. Системы автоматизированного проектирования. Структура и разновидности САПР. Интеграция САД и САМ систем. Неавтоматизированная подготовка производства. Автоматизированная подготовка производства. Математическое моделирование. Имитационное моделирование. Физическое моделирование. Виртуальная инженерия. Разновидности САПР. Программы анализа. Примеры программ. Методы обмена данными. Особенности проектирования робототехнических систем. CALS технологии. Основные понятия. Виды обеспечения CALS. ISO 10303 STEP. Организация в STEP информационных обменов. Проблемы практического использования CALS. Перевод документов в электронную форму. Методика концептуального проектирования. Методика SADT. Концепция проектирования робототехнических систем. Алгоритм проектирования. Функциональная модель робота. Структурная модель робота. Интеграция блоков робота.

Расчетные этапы проектирования

Исходные данные для проектирования промышленных

роботов. Определение параметров ПР по паспортным данным. Схемы загрузки ПР. Траектории перемещений ПР. Погрешности позиционирования. Режимы работы ПР. Выбор и обоснование компоновочной схемы. Выбор типа приводов. Расчет кинематических характеристик. Разработка математической модели робота. Разработка системы управления роботом. Моделирование роботов.

Реализация микроконтроллерных систем управления роботами

Проектирование структурной и функциональной схем. Расчет и выбор микроконтроллерного комплекта. Разработка алгоритмов функционирования робота. Разработка программного обеспечения. Печатная плата и конструкция системы управления робота. Расчет и обеспечение надежности элементов робота.

Основная литература

1. Егоров О. Д., Подураев Ю. В. Мехатронные модули. Расчет и конструирование: Учеб.пособие. – М.: МГТУ «СТАНКИН», 2004. – 360 с.

2. Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования: Учеб.для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 336 с.

3. Пшихопов В.Х., Медведев М.Ю. и др. Управление воздухоплавательными комплексами: теория и технологии проектирования. М.: Физматлит, 2010. 394 с. ISBN 978-5-9221-1292-5.

Дополнительная литература

1. <http://gendocs.ru/t1/лекции/>

5. Технология роботизированного производства

Особенности автоматизированного производства

Особенности технологии автоматизированного и роботизированного производства. Современные средства автоматизации производства. Причины разработок и внедрения роботов в автоматизированных технологических комплексах. Социально-экономические аспекты автоматизации производства. Уровни и способы автоматизации производства. Автоматизация операций и повышение эффективности производственных процессов. Промышленные роботы (ПР) как технологическое средство комплексной автоматизации производства. Роботизированные технологические комплексы.

Робототехнические комплексы в промышленности

Промышленные роботы в составе РТК. Классификация средств робототехники и технические требования к ним. Перспективы применения роботов в комплексной автоматизации производства. Виды роботизированных технологических комплексов. Состав и основные задачи роботизированных технологических комплексов. РТК в механообрабатывающем, кузнечно-прессовом, литейном производстве, электронной промышленности. Формирование роботизированных технологических комплексов. Технологическая подготовка производства по созданию и внедрению средств робототехники. Организационно-технологическая структура роботизированных технологических комплексов. Принципы построения роботизированных

технологических комплексов. Системы управления роботизированными технологическими комплексами. Этапы проектирования систем управления роботизированными технологическими комплексами. Типовая организация систем управления. Типовые элементы программного обеспечения систем управления роботизированными технологическими комплексами. Эффективность функционирования автоматизированных и роботизированных технологических комплексов. Показатели эффективности РТК. Надежность РТК. Методы оценки эффективности РТК. Элементы автоматизированных и роботизированных технологических комплексов. Управляющие устройства. Общие требования к алгоритмам управления. Реализация алгоритма управления в управляющем устройстве. Выбор структурной схемы управляющего устройства. Требования к электроприводам технологического оборудования. Типы применяемых приводов. Применение РТК. Автоматические транспортно-складские комплексы. Состав и основные задачи транспортно-складских комплексов. Транспортные промышленные роботы. Системы управления транспортно-складскими комплексами. Роботизированные сварочные комплексы. Управление РТК сварки.

Автоматизация различных технологических процессов

Автоматизация технологических процессов сборки. Определение структуры и основных характеристик производственного процесса. Условия применения автоматической роботизированной сборки. Последовательность проектирования технологического процесса автоматической сборки. Технико-экономическая оценка вариантов технологического процесса автоматической сборки. Типовые и групповые технологические процессы сборки. Автоматизация производства в микроэлектронике. Тенденции автоматизации производства интегральных микросхем. Основы технологии СБИС. Требования к системам управления роботизированными автоматизированными производствами в микроэлектронике. Организационно-технологическое управление автоматизированными производствами микросхем. Иерархическая структура управления производством.

Основная литература

1. Сазонов А.А. и др. Под ред. Сазонова А.А. Автоматизация технологического оборудования микроэлектроники. М. ВШ. 1991 г.

2. Мысловский Э.В. Промышленные роботы в производстве радиоэлектронной аппаратуры. М. «Радио и связь», 1988.

3. Вороненко В.П., Егоров В.А. и др. Под ред. Соломенцева Ю.М. Проектирование автоматизированных участков и цехов. М. ВШ, 2000.

Дополнительная литература

4. Александрова А.Т., Ермаков Е.С. Гибкие производственные системы электронной техники. М. ВШ. 1989 г.