

ПРОГРАММА

вступительных экзаменов в магистратуру по направлению подготовки
15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Программа вступительного экзамена является междисциплинарной. В программу включены проблемы, отражающие содержание основных теоретических курсов и специальных семинаров, изученных обучающимися при получении квалификации бакалавра и специалиста и освещенных в рекомендуемой учебной и методической литературе, а также в научных изданиях и публикациях на русском языке, имеющихся в библиотеках и доступных обучающимся.

Программа включает темы, охватывающие содержание курсов формирующих основополагающие теоретические основы направления подготовки, читаемые бакалаврам и специалистам: математическое описание объектов автоматизации; теория автоматического управления; основы математической логики и алгебра Буля; автоматизация технологических процессов и производств.

Вступительный экзамен состоит из ответов на вопросы, подготовленные испытуемым в ходе подготовки к экзамену и свободного собеседования по содержанию тем программы.

Продолжительность подготовки к ответам в день проведения экзамена составляет два часа.

По результатам ответов на вопросы и свободного собеседования экзаменационная комиссия выставляет оценку, которая заносится в итоговый протокол экзамена.

Содержание тем экзамена

Раздел 1

Тема 1. Математические методы преобразования дифференциальных уравнений

Свойства преобразования Лапласа и передаточные функции

элементов систем автоматического управления (САУ). Определение класса функций, к которым применимо преобразование Лапласа. Изображение по Лапласу производной, интеграла, суммы функций.

Метод получения передаточных функций линейных элементов. Метод Z - преобразований. Z - преобразование непрерывных функций. Использование Z - преобразования для расчета дискретных систем.

Тема 2. Статистические методы исследования систем автоматического управления.

Вероятностный анализ объектов управления, многомерный метод математической обработки случайных данных. Определение и свойства стационарной случайной функции. Комплексная форма преобразования Фурье. Многомерный метод математической обработки случайных данных. Метод оптимизации случайных процессов. Определение передаточной функции объекта по характеристикам случайного сигнала.

Тема 3. Математические модели физических элементов

Особенности математического описания элементов технологических систем строительной индустрии. Модели материального и энергетического баланса. Адекватность моделей. Модельное представление щековых дробилок. Конусные дробилки среднего дробления. Ситовые грохоты. Накопительные и распределительные устройства. Системы транспортирования и дозирования сыпучих материалов непрерывного действия. Многомерные нестационарные объекты управления. Матричные модели объектов управления.

Тема 4. Качественные оценки процессов в системах автоматического управления

Понятие эффективности системы управления. Функционал оптимальности. Свойство аддитивности функционалов. Правило преобразования и объединение нескольких частных критериев в один общий. Критерий «энергетической эффективности» в задачах оптимального управления. Сравнение эффективности критериальных функций управления. Задача оптимального управления по критерию

«энергетической эффективности». Понятие вспомогательного функционала. Управляемость и наблюдаемость объектов автоматизации. Метод определения управляемости и наблюдаемости теплового объекта.

Тема 5. Методы идентификации характеристик объектов автоматизации.

Аппроксимация статических и динамических характеристик. Задачи аппроксимации экспериментальных данных. Аппроксимация статических характеристик. Аппроксимация динамических характеристик. Задача аппроксимации при равномерном приближении. Задача аппроксимации при среднеквадратичном приближении. Временное и амплитудное квантование стационарных сигналов САУ. Модель стационарного сигнала с ограниченным спектром. Определение оптимального шага квантования. Условия квантования сигналов.

Тема 6. Методы экстремального регулирования в системах автоматического управления

Процессы управления в системах экстремального регулирования (СЭР). Задачи, решаемые СЭР. СЭР с запоминанием экстремума, СЭР реагирующие на знак или величину производной dy/dx или dy/dt , СЭР со вспомогательной модуляцией, СЭР определяющие направление движения к экстремуму по сдвигу фазы между входными и выходными колебаниями объекта, СЭР шагового типа, СЭР реагирующие на знак приращений выхода y . Уравнения движения инерционных объектов экстремального регулирования. Эквивалентные схемы объекта по гармонической составляющей. Изображение движения системы на фазовой плоскости. Фазовые траектории СЭР с запоминанием экстремума. Переходный процесс в экстремальной системе. Установившиеся процессы в СЭР. Метод аналитического расчета СЭР. Метод гармонического баланса,

Тема 7. Оптимизация процессов управления.

Оптимальный алгоритм управления объектом второго порядка. Принцип максимума. Функция Гамильтона. Расчет алгоритмов и

процессов для разомкнутой системы, оптимальной по быстродействию. Алгоритм оптимального управления и интервалы управления. Синтез замкнутой системы оптимального управления. Определение коэффициентов ее обратных связей. Построение процесса оптимального по быстродействию. Замкнутая оптимальная система по быстродействию. Оптимальное управление процессами в системе второго порядка с форсированием. Управление объектами с использованием нечеткой логики.

Рекомендуемая литература к разделу 1.

- 1 Вентцель Е.С. Теория вероятностей М.: «Физматгиз», 1962, с.386
- 2 Воронов А.А. Основы теории автоматического управления. М.: «Энергия», 1995, с.497.
- 3 Попов Е.П. Теория линейных САУ и управления. М.: «Наука», 1999, 301 с.
- 4 Фельдбаум А.А., Бутковский А.Г. Методы теории автоматического управления. М.: Наука, 1981, 744 с.
- 5 Цирлин А.М. Оптимальное управление технологическими процессами. М.: Энергоатомиздат, 1996, 400 с.
- 6 Олейников В.А. Сборник задач по ТАУ. М.: «Высшая школа», 1999, 200 с.
- 7 Казакевич В.В. Системы автоматической оптимизации. М.: «Энергия», 1997, 288 с.
- 8 Солодовников В.В. Статистическая динамика линейных систем автоматического управления. М.: «Наука», 1979, 581 с.
- 9 Либенко А.В. Научно-методологические основы и методы построения автоматизированной системы управления технологическими процессами промышленного производства и использования многокомпонентных бетонных смесей. М.: Дисс. на соиск. уч. степ. д-ра. техн. наук // МАДИ. М.: 2007, 342 с.
- 10 Ларкина И. Ю. Автоматизация технологического процесса производства бетонных смесей в смесителях циклического действия. М.: Дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук // МАДИ. М.: 2006, 342 с.
- 11 Кальгин А.А., Камалетдинов А.В. Управление дробильными

- агрегатами при приготовлении заполнителя по заданному рецепту // Механизация строительства, 2001, №8, С. 22 ... 24.
- 12 Лобова О.П. Автоматизация процессов дробления-грохочения фракционированного щебня на дробильно-сортировочных установках. М.: Дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук // МАДИ.- М.: 2007, 152 с.
- 13 Колбасин А.М.. Определение статистических характеристик непрерывных технологических процессов // Автоматизация управления предприятиями промышленности и транспортного комплекса. Сб. науч. тр. М. МАДИ. М.: 2006, С. 127 ... 130.
- 14 Колбасин А.М. Определение передаточных функций технологических систем при случайном входном воздействии// Автоматизация управления предприятиями промышленности и транспортного комплекса. Сб. науч. тр. МАДИ. М.: 2006, С. 131 ... 135.

Типовые вопросы к разделу 1.

- 1 Свойства преобразования Лапласа и передаточные функции элементов САУ.
- 2 Изображение по Лапласу производной, интеграла, суммы функций.
- 3 Метод получения передаточных функций линейных элементов.
- 4 Метод Z - преобразований. Z - преобразование непрерывных функций.
- 5 Использование Z - преобразования для расчета дискретных систем.
- 6 Вероятностный анализ объектов управления.
- 7 Определение и свойства стационарной случайной функции.
- 8 Комплексная форма преобразования Фурье.
- 9 Многомерный метод математической обработки случайных данных.
- 10 Метод оптимизации случайных процессов.
- 11 Математическое описание элементов технологических систем.
- 12 Модели материального и энергетического баланса. Адекватность моделей.

- 13 Модельное представление щековых, конусных дробилок, ситовых грохотов, систем транспортирования и дозирования сыпучих материалов непрерывного действия.
- 14 Многомерные нестационарные объекты управления.
- 15 Матричные модели объектов управления.
- 16 Понятие эффективности системы управления.
- 17 Функционал оптимальности. Свойство аддитивности функционалов.
- 18 Критерий «энергетической эффективности» в задачах оптимального управления.
- 19 Сравнение эффективности критериальных функций управления.
- 20 Задача оптимального управления по критерию «энергетической эффективности».
- 21 Управляемость и наблюдаемость объектов автоматизации.
- 22 Аппроксимация статических и динамических характеристик.
- 23 Задачи аппроксимации экспериментальных данных.
- 24 Аппроксимация статических и динамических характеристик.
- 25 Задачи аппроксимации при равномерном и среднеквадратичном приближении.
- 26 Временное и амплитудное квантование стационарных сигналов САУ.
- 27 Модель стационарного сигнала с ограниченным спектром.
- 28 Определение оптимального шага квантования. Условия квантования сигналов.
- 29 Процессы управления в системах экстремального регулирования.
- 30 Задачи, решаемые СЭР.
- 31 СЭР с запоминанием экстремума, вспомогательной модуляцией, шагового типа.
- 32 Уравнения движения инерционных объектов экстремального регулирования.
- 33 Изображение движения системы на фазовой плоскости.
- 34 Фазовые траектории СЭР с запоминанием экстремума.
- 35 Переходный процесс в экстремальной системе. Установившиеся процессы в СЭР.
- 36 Метод аналитического расчета СЭР. Метод гармонического

баланса.

37 Принцип максимума. Функция Гамильтона.

38 Расчет алгоритмов и процессов для разомкнутой системы, оптимальной по быстродействию.

39 Алгоритм оптимального управления и интервалы управления.

40 Построение процесса оптимального по быстродействию.

41 Оптимальное управление процессами в системе второго порядка с форсированием.

42 Управление объектами с использованием нечеткой логики.

Раздел 2.

Тема 1. Основные понятия математической логики.

Формальная логика как наука. Связь формальной логики и математической логики. Понятия высказываний, их «истинности» и «ложности». Закон «силлогизма» как основа для перехода от формальной логики к математической. Однозначные и неоднозначные высказывания. Понятие «предиктата».

Тема 2. Связь математической логики и булевой алгебры.

Булева алгебра как математическая система. Определение логического автомата. Понятие булевых функций и булевых аргументов. Понятие «логического» нуля и «логической» единицы. Способы задания булевых функций – формальное описание; геометрическое задание; табличное задание (таблица истинности, комбинаторная таблица); аналитическое (алгебраическое) задание при помощи «булевых выражений».

Тема 3. Основные операции и аксиомы алгебры логики.

Отношение эквивалентности и её свойства (рефлексивность, симметричность, транзитивность). Логические операции: «дизъюнкция», «конъюнкция», «инверсия», «импликация», «эквиваленция». Пять основных аксиом алгебры логики.

Тема 4. Основные теоремы (законы) булевой алгебры.

Закон нулевого множества, закон универсального множества, закон идемпотентности, закон дополнительности, закон двойной

инверсии, закон коммутативности, закон поглощения, закон ассоциативности, закон дистрибутивности, закон склеивания, закон обобщённого склеивания, закон двойственности (теорема де Моргана). Выводы и доказательства.

Тема 5. Булевы функции одного и двух аргументов.

Нулевая и единичная функции, запрет, тождественность, исключающее ИЛИ, стрелка Пирса, импликация, штрих Шеффера. Определения функций. Таблицы функций. Условные обозначения и выражения через дизъюнкцию, конъюнкцию и инверсию. Функция исключающее ИЛИ, как основа математической операций сложения двоичных чисел.

Тема 6. Преобразования способов задания логических функций.

Построение таблицы истинности по «булевому выражению». Построение «булева выражения» по таблице истинности. Первичный терм. Каноническая сумма минтермов. Каноническое произведение макстермов.

Тема 7. Свойства канонических выражений.

Основные свойства канонических выражений и их применение для анализа эквивалентности и свойств логических функций.

Тема 8. Получение канонических выражений из произвольных «булевых выражений».

Способы разворачивания произвольных булевых выражений в каноническую сумму минтермов и каноническое произведение макстермов.

Тема 9. Суперпозиция булевых функций.

Самостоятельные и не самостоятельные логические функции. Полные системы функций. Максимальные полные и минимальные полные системы функций. Функционально-полные системы функций или базисы.

Тема 10. Упрощение (минимизация) булевых функций.

Два метода упрощения булевых функций (преимущества и

недостатки). Понятие минимизированных и не минимизированных булевых функций. Определение диаграммы Вейча. Основные свойства диаграммы Вейча. Понятие литералов. Получение минимизированных логических функций в виде минимальных сумм. Получение минимизированных логических функций в виде минимальных произведений. Методы оптимального отыскания групп на диаграммах Вейча. Понятие неопределённых условий и способ их учёта при минимизации булевых функций.

Рекомендуемая литература к разделу 2.

- 1 Илюхин А.В. Логические автоматы. Булева алгебра как математическая система. – М.: МАДИ, 2001. - 64 с.
- 2 Воробьёв В.А., Илюхин А.В., Марсов В.И. и др. Теория, логическое проектирование, измерение, контроль и диагностика в системах автоматического управления. – М.: Изд-во Российской инженерной академии. 2009. – 790 с.
- 3 Фридман А, Менон П. Теория и проектирование переключательных схем. – М.: Мир, 1978.

Типовые вопросы к разделу 2.

- 1 Основные понятия математической логики. (Предикт, Логический автомат, Булева функция).
- 2 Способы задания булевых функций.
- 3 Основные логические операции и аксиомы булевой алгебры. (Конъюнкция, дизъюнкция, инверсия, импликация, эквиваленция)
- 4 Основные аксиомы алгебры Буля и их связь с основными логическими операциями.
- 5 Основные теоремы алгебры Буля.
- 6 Булевы функции одного аргумента.
- 7 Булевы функции двух аргументов.
- 8 Особенности логической функции «Исключающее ИЛИ», «Сумма по модулю два».
- 9 Построение таблицы истинности по булевому выражению.
- 10 Построение булевой функции по таблице истинности. Понятие первичного терма.

- 11 Построение булевой функции по таблице истинности. Каноническая сумма минтермов.
- 12 Построение булевой функции по таблице истинности. Каноническое произведение макстермов.
- 13 Особенности и свойства канонических выражений.
- 14 Построение канонической суммы минтермов по произвольной булевой функции.
- 15 Построение канонического произведения макстермов по произвольной булевой функции.
- 16 Суперпозиция булевых функций
- 17 Упрощение булевых функций. Основные понятия и свойства диаграммы Вейча.
- 18 Упрощения булевых функций. Минимальные суммы.
- 19 Упрощение булевых функций. Минимальные произведения, неопределенные условия.

Раздел 3.

Тема 1. Типовые комбинационные схемы. Дешифраторы и шифраторы.

Определение дешифраторов и шифраторов. Логические функции дешифраторов и шифраторов, схемы построения. Рабочий код дешифраторов и шифраторов 8-4-2-1 BCD. Каскадирование дешифраторов. Дешифраторы в семисегментный код. Использование дешифраторов для реализации логических функций при разработке систем автоматизации технологических процессов. Таблица истинности шифраторов. Каскадирование шифраторов.

Тема 2. Типовые комбинационные схемы. Мультиплексоры и демультиплексоры.

Определение мультиплексоров и демультиплексоров. Логические функции мультиплексоров и демультиплексоров, схемы построения. Мультиплексоры с входом стробирования, логическая функция. Каскадирование мультиплексоров. Мультиплексоры - демультиплексоры. Использование мультиплексоров для реализации логических функций при разработке систем автоматизации

технологических процессов.

Тема 3. Типовые комбинационные схемы. Схемы контроля равнозначности кодов и сравнения двоичных чисел (цифровые компараторы).

Схемы контроля равнозначности кодов и сравнения двоичных чисел. Логические функции, реализуемые этими устройствами. Использование функции «исключающее ИЛИ» для контроля равнозначности кодов и сравнения двоичных чисел. Синтез цифровых компараторов. Микросхемы цифровых компараторов. Каскадирование цифровых компараторов. Различные схемы включения цифровых компараторов при различных способах сравнения двоичных чисел и кодов. Использование цифровых компараторов при разработке устройств для автоматизации технологических процессов и устройств контроля, работающих по принципу сравнения с заданными или текущими параметрами.

Тема 4. Типовые комбинационные схемы. Постоянные запоминающие устройства и программируемые логические матрицы (ПЗУ и ПЛМ).

Определение постоянных запоминающих устройств (ПЗУ). Структурная схема и логическая функция постоянных запоминающих устройств. Типы ПЗУ, ПЗУ - программируемые изготовителем, ПЗУ - однократно программируемые потребителем путём пережигания плавких перемычек, ПЗУ - многократно программируемые потребителем со стиранием записанной информации ультрафиолетовым излучением, ПЗУ - многократно программируемые потребителем с электрическим стиранием записанной информации. Методы программирования ПЗУ. Основные серии интегральных микросхем ПЗУ. Схема простейшего программатора. Определение программируемой логической матрицы (ПЛМ). Отличие ПЛМ от ПЗУ. Логическая функция ПЛМ. Использование ПЛМ и ПЗУ для построения комбинационных схем при автоматизации технологических процессов.

Тема 5. Триггеры.

Функции переходов автомата, функция выхода автомата. Методы

построения асинхронных потенциальных автоматов. Асинхронные потенциальные элементы памяти. Основные положения синтеза пересчётных схем. Определение потенциального и импульсного сигналов. Функции переходов синхронного потенциального автомата, функции выхода автомата. Методы построения синхронных потенциальных автоматов. Основные модели асинхронного и синхронного потенциальных автоматов, как основа для синтеза триггерных схем. Синхронные потенциальные элементы памяти.

Методы построения асинхронных потенциальных триггеров. Функции переходов, функция возбуждения. Вывод функции переходов триггера в базисе И-НЕ. Вывод функции переходов триггера в базисе ИЛИ-НЕ. Временные диаграммы работы триггеров. Триггер типа D-L (триггер Эрла), триггер типа T (счётный триггер). Схемы построения асинхронных триггеров. Методы возбуждения триггеров. Статические и динамические характеристики триггеров.

Триггеры типа MS (двухтактные триггеры), методы построения и временная диаграмма. Основные схемы синхронных триггеров: Синхронный R-S триггер, D - триггер, универсальный J-K триггер, вывод функции переходов, схемы построения. Преобразования типов триггеров. Основные типы триггеров в сериях логических элементов. Использование триггеров для формирования импульсов и подавления дребезга контактов. Основные схемы старт–стопных схем. Использование триггеров для синтеза последовательностных схем и реализации многотактных систем автоматического управления с заданной последовательностью выполнения операций. Классическая задача блокировки датчиков нижних уровней, при автоматизации загрузки-разгрузки бункеров. Типовые схемы построения систем автоматизации с использованием триггеров, временное разделение, импульсное управление.

Тема 6. Триггеры Шмитта, мультивибраторы и формирователи импульсов.

Определение триггера Шмитта, схемы расчёта триггера Шмитта по уровням срабатывания и отпускания, при реализации на цифровых интегральных микросхемах. Построение мультивибраторов

(автогенераторов) на основе триггеров Шмитта. Стабилизация частоты мультивибраторов при помощи кварцевых резонаторов. Ждущие мультивибраторы (одновибраторы), методы построения и расчёта. Типовые схемы одновибраторов, специализированные схемы ждущих мультивибраторов в сериях интегральных цифровых микросхем. Формирование импульсных сигналов из потенциальных сигналов с выходов цифровых микросхем при помощи дифференцирующих цепей, расчёт RC – цепи. Формирователи импульсов заданной длительности при помощи ждущих мультивибраторов. Формирователи сигналов от датчиков типа «сухой контакт».

Тема 7. Типовые последовательностные схемы. Регистры.

Определение регистров. Регистры хранения и регистры сдвига. Схемы построения регистров. Сдвигающие регистры прямого и обратного сдвигов, реверсивные сдвигающие регистры. Сдвигающие регистры с синхронной параллельной записью данных. Последовательный и параллельный способы ввода-вывода информации. Построение устройств хранения информации на регистрах, память типа «стек». Микросхемы регистров в сериях интегральных цифровых микросхем.

Тема 8. Типовые последовательностные схемы. Оперативные запоминающие устройства.

Определение оперативных запоминающих устройств (ОЗУ). Классификация оперативных запоминающих устройств. ОЗУ с произвольным доступом к информации, ОЗУ с последовательным доступом к информации. Структурные схемы ОЗУ. Типы ячеек памяти ОЗУ, схемы построения. Двумерная адресация в ОЗУ. Статические и динамические ОЗУ, преимущества и недостатки. Методы управления ОЗУ. Номенклатура современных ОЗУ. Логические автоматы с переменной программой на основе ОЗУ. Использование ОЗУ при построении схем автоматизации технологических процессов.

Тема 9. Типовые последовательностные схемы. Счётчики и программируемые делители.

Определение счётчиков. Типы счётчиков: счётчик по модулю и

счётчик с насыщением, двоичные, двоично-десятичные (декадные) счетчики, счётчики Джонсона, счётчики в коде Грея, схемы построения, характеристики. Асинхронные и синхронные счётчики, счётчики с последовательным и параллельным переносом информации. Функции переходов счётчиков. Канонический метод синтеза пересчётных схем. Реверсивные счётчики. Номенклатура счётчиков в современных сериях интегральных цифровых микросхем. Использование счётчиков при разработке схем автоматизации технологических процессов. Схемы построения программируемых делителей. Построение программируемых делителей на основе реверсивных счётчиков. Специализированные микросхемы программируемых делителей. Методы расчёта и установки коэффициента деления.

Рекомендуемая литература к разделу 3.

- 1 Илюхин А.В. Логические автоматы. Булева алгебра как математическая система. – М.: МАДИ, 2001. - 64 с.
- 2 Илюхин А.В. Логические автоматы Типовые комбинационные схемы. – М.: МАДИ, 2007. – 133 с.
- 3 Воробьёв В.А., Илюхин А.В., Марсов В.И. и др. Теория, логическое проектирование, измерение, контроль и диагностика в системах автоматического управления. – М.: Изд-во Российской инженерной академии. 2009. – 790 с.
- 4 Шило В.Л. Популярныe цифровые микросхемы – М.: Металлургия, 1988 – 376 с.
- 5 Алексенко А.Г, Шагурин И.И. Микросхемотехника. – М.: Радио и связь, 1982 – 260 с.
- 6 Зельдин Е А. Триггеры – М: Энергоатомиздат, 1983 - 96 с.
- 7 Новиков Ю В Основы цифровой схемотехники – М.: Мир, 2001 – 371 с
- 8 Партала О.Н. Цифровые МОП микросхемы Справочник – СПб.: Наука и техника, 2000 – 393 с.
- 9 Уэйкерли Дж. Проектирование цифровых устройств В 2-х т Пер с англ. – М.: Постмаркет, 2002 – 319 с.

Типовые вопросы к разделу 3.

- 1 Дешифраторы. Логическая функция, принципы построения.
- 2 Использование дешифраторов для реализации логических функций, каскадирование.
- 3 Шифраторы. Шифраторы приоритетов.
- 4 Мультиплексоры. Логическая функция, принципы построения.
- 5 Использование мультиплексоров для реализации логических функций, каскадирование
- 6 Демультимплексоры. Мультиплексоры - демультимплексоры.
- 7 Схема контроля равнозначности кодов и сравнения двоичных чисел.
- 8 Постоянные запоминающие устройства. Основные понятия, структурная схема.
- 9 Постоянные запоминающие устройства (ПЗУ).
- 10 Программируемые логические матрицы (ПЛМ).
- 11 Триггеры. Основные понятия. Типы сигналов, потенциальный и импульсный.
- 12 Основная модель асинхронного потенциального автомата.
- 13 Причины возникновения состязаний и способы их устранения.
- 14 Основная модель синхронного автомата.
- 15 Асинхронные потенциальные триггеры.
- 16 Асинхронные триггеры. Триггер типа D-L. Триггер типа T.
- 17 Двухступенчатый MS - триггер.
- 18 Триггер типа JK. Триггер типа D.
- 19 Преобразование типов триггеров.
- 20 Типовые схемы с использованием триггеров. Стоп-стартные схемы.
- 21 Триггер Шмитта. Основные понятия, Реализация триггера Шмитта на логических элементах.
- 22 Генераторные схемы, принцип работы, кварцевая стабилизация.
- 23 Ждущие мультивибраторы.
- 24 Типовые последовательностные схемы. Регистры памяти, синхронные фиксаторы.
- 25 Типовые последовательностные схемы. Сдвигающие регистры,

принцип работы, методы построения.

- 26 Типовые последовательностные схемы. Оперативные запоминающие устройства, основные понятия, структурная схема.
- 27 Типовые последовательностные схемы. Счётчики, основные положения. Двоичные асинхронные счётчики. Достоинства и недостатки.
- 28 Типовые последовательностные схемы. Синхронные счётчики с последовательным и параллельным переносом.
- 29 Канонический синтез пересчётных схем
- 30 Двоично-десятичные счётчики
- 31 Двоичные реверсивные счётчики
- 32 Счетчики в коде Грея
- 33 Счётчики Джонсона
- 34 Программируемые делители.

Раздел 4.

Тема 1. Программируемые логические контроллеры и системы логического управления.

Архитектура ПЛК. Языки программирования ПЛК и их особенности. Разновидность аналоговых входов, выходов. Дискретные входы. Виды памяти ПЛК. Отладка и калибровка ПЛК.

Тема 2. Устройства управления на основе ПЛК.

Устройства прямого пуска. Устройства плавного пуска. Частотный преобразователь. Методы управления. Скалярный метод управления. Векторные методы управления. Методы модуляций. ШИМ, ПВМ, гармоническая модуляция, метод переключения переменной частоты. Топология силовой части частотного преобразователя.

Тема 3. Промышленные сети.

Топология промышленных сетей. Уровни промышленных сетей. Протоколы ModBus RTU и ModBus TCP. Интерфейсы RS-232, RS-485 и RS-422. Структура последовательной передачи данных. Подключение ПЛК к OPC серверам. Подключение ПЛК к SCADA-системам.

Рекомендуемая литература к разделу 4.

- 1 Анучин, А.С. Системы управления электроприводов: учебник для вузов/ А.С. Анучин. – Издательский дом МЭИ, 2015.
- 2 Борисов, А.М. Программируемые устройства автоматизации: учебное пособие / А.М. Борисов, А.С. Нестеров, Н.А. Логинова. – Челябинск: издательский центр ЮУрГУ, 2010.
- 3 Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов: учебное пособие / Л.С. Удут, О.П. Мальцев, Н.В. Кояин; Томский политехнический университет.– Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2009
- 4 Зимин В.В. Промышленные сети: учеб. Пособие для студентов вузов / В.В. Зимин; НГТУ. Н.Новгород, 2006.
- 5 Минаев, И.Г. Программируемые логические контроллеры: практическое руководство для начинающего инженера / И.Г. Минаев, В.В. Саймойленко. – Ставрополь: АГРУС, 2009.

Типовые вопросы к разделу 4.

- 1 Архитектура ПЛК. Виды СЛУ.
- 2 Языки программирования ПЛК. Стандарт МЭК 61131
- 3 Особенности языка FBD, Битовые команды.
- 4 Особенности языка LD, Таймеры.
- 5 Особенности языка ST, Виды переменных.
- 6 Особенности языка IL, работы с регистрами.
- 7 Особенности языка SFC, циклы и процедуры.
- 8 Принцип работы аналогового входа\ выхода. Разновидность аналоговых входов, выходов.
- 9 Дискретные входы. Время работы СЛУ.
- 10 Виды памяти ПЛК. Энергонезависимые переменные.
- 11 Отладка и калибровка ПЛК. Энергозависимые переменные
- 12 Устройства прямого пуска. Схемы подключения электродвигателя.
- 13 Устройства плавного пуска. Преимущества и недостатки.
- 14 Виды устройства плавного пуска. Алгоритмы управления.
- 15 Частотный преобразователь. Методы управления.
- 16 Скалярный метод управления. Преимущества и недостатки.
- 17 Векторные методы управления. Линейное, полеориентированное

управление.

- 18 Векторные методы управления. Линейное, прямое управление моментом с ПВМ.
- 19 Векторные методы управления. Нелинейное, прямое самоуправление.
- 20 Векторные методы управления. Нелинейное, Прямое управление моментом с таблицей включения.
- 21 Методы модуляций. ШИМ, ПВМ, гармоническая модуляция, метод переключения переменной частоты.
- 22 Топология силовой части частотного преобразователя.
- 23 Инвертор напряжения. Двухуровневый инвертор напряжения.
- 24 Инвертор напряжения. Трёхуровневый преобразователь с фиксированной нейтральной точкой.
- 25 Инвертор напряжения. Каскадный H-мостовой преобразователь.
- 26 Инвертор напряжения. Преобразователь с плавающими конденсаторами.
- 27 Инвертор тока. Прямые преобразователи.
- 28 Инвертор тока. Циклоконвертер.
- 29 Инвертор тока. Матричный преобразователь.
- 30 Инвертор тока. Непрямой матричный преобразователь
- 31 Топология промышленных сетей.
- 32 Уровни промышленных сетей. Подключение Master - Slave.
- 33 Протокол ModBus RTU. Таблица функций.
- 34 Протокол ModBus TCP. Принцип обмена информации
- 35 Интерфейс RS-232. Особенности подключения.
- 36 Интерфейс RS-485. Особенности подключения.
- 37 Интерфейс RS-422. Особенности подключения.
- 38 Структура последовательной передачи данных в подключении типа "точка-точка".
- 39 Подключение ПЛК к OPC серверам.
- 40 Подключение ПЛК к SCADA-системам.

Раздел 5.

Тема 1. Автоматизированные информационно-управляющие системы (АУИС)

Основные понятия и определения в АУИС. Характерные черты сложных технических систем. Уровни управления. Подсистемы АСУ ТП. Информационно-вычислительные функции. Управляющие функции. Дополнительные функции АИУС. Автоматизированные системы оперативно-диспетчерского управления (АСОДУ). Пирамида АУИС: OLAP - Системы аналитической обработки данных в режиме реального времени, ERP - Финансово-хозяйственное управление (финансы, бухгалтерия, кадры и т.д.), MES - Управление производством (руководители производства, служба гл. механика, гл. технолога и т.д.), SCADA - Управление технологическими процессами (производственные зоны – цеха, участки, линии).

Тема 2. Системы диспетчерского управления и сбора данных (SCADA-системы).

Задачи систем диспетчерского управления и сбора данных (SCADA-систем). Структура SCADA-систем (подсистемы). Функции SCADA-систем. История развития SCADA-систем. Интеллектуализация SCADA-систем. Особенности SCADA как процесса управления. Особенности процесса управления в современных диспетчерских системах. Основные требования к диспетчерским системам управления. Области применения SCADA-систем. Тенденции развития технических средств систем диспетчерского управления. Оперативные информационно-управляющие комплексы АСДУ. Сеть сбора и передачи информации. Автоматизированные системы контроля. Автоматизированные системы диспетчерского управления распределительных сетей.

Тема 3. Функциональные, технические, эксплуатационные возможности современных SCADA-систем.

Функциональные возможности SCADA-систем:

автоматизированная разработка; средства сбора первичной информации от устройств нижнего уровня; средства управления и регистрации сигналов об аварийных ситуациях; средства хранения информации с возможностью ее пост-обработки; средства обработки первичной информации; средства визуализации представления информации в виде графиков, гистограмм и т.п.; возможность работы прикладной системы с наборами параметров, рассматриваемых как единое целое (recipe , или установки). Технические возможности SCADA-систем: программно-аппаратные платформы; средства сетевой поддержки; встроенные командные языки; поддерживаемые базы данных; графические возможности; тренды и архивы; алармы и события; открытость систем; жесткое реальное время для Windows NT. Эксплуатационные возможности SCADA-систем: надежность; удобство использования; наличие и качество поддержки. Особенности локальных и распределенных АСУ ТП, которые необходимо учитывать при внедрении SCADA-систем. Клиент-серверная архитектура простой системы. Встроенный механизм автоматического резервирования.

Тема 4. Интеграция многоуровневых систем автоматизации.

Уровни управления предприятием. Информационная модель предприятия. Процесс поступления информации на производстве «сверху» и «снизу». Схема современной организации информационных связей на автоматизированном производстве. Схема использования интегрированной САПР/АПП. Критерии выбора SCADA-систем. Назначение тестирования SCADA-систем. Выбор алгоритмов тестирования и критериев. Процесс создания системы диспетчерского контроля и управления состоит (этапы). Три основных подхода к разработке системы контроля и управления: от графики; от структуры системы управления (аппаратуры); от структуры технологического объекта (технологии).

Рекомендуемая литература к разделу 5.

1. Покровский А. К. Управление системами "Человек- машина" : Учеб. пособие / А. К. Покровский, А. М. Ивахненко, А. А. Неретин ;

МАДИ .— М. : МАДИ, 2013 .— 191 с. : ил. — Библиогр.: с. 189-190.

2. Пьявченко Т.А. Автоматизированные информационно-управляющие системы с применением SCADA-системы TRACE MODE : учебное пособие для вузов .— СПб. : Лань, 2015 .— 335 с. : ил., табл., схемы .— (Учебники для вузов. Специальная литература) .— Библиогр.: с. [327]-330. — ISBN 978-5-8114-1885-5.

3. Данилов А.М. Математическое и компьютерное моделирование сложных систем : Учеб. пособие для вузов по направлению подготовки магистров "Эксплуатация транспорт. средств" / А.М. Данилов, И.А. Гарькина, Э.Р. Домке ; Пенз. гос. ун-т архитектуры и стр-ва .— Пенза : ПГУАС, 2011 .— 295 с. : ил., табл., граф. — Библиогр.: с.289-293.

4. Коновалов Б.И. Теория автоматического управления : Учеб. пособие / Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев ; Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники .— 2-е изд., испр. — Томск : ТУСУР, 2007 .— 205 с. : ил., табл., граф. — Библиогр.: с.202.

5. Теория, логическое проектирование, измерение, контроль и диагностика в системах автоматического управления : Моногр. / В.А. Воробьев, А.В. Илюхин, В.И. Марсов, М.Ш. Минцаев, В.П. Попов ; МАДИ .— М. : Российская инженерная академия, 2009 .— 789 с. : ил., табл. — Авт. препод. МАДИ .— Библиогр.: с.787-789.

Типовые вопросы к разделу 5.

1. Опишите характерные черты сложных технических систем.
2. Перечислите базовые функции АСУ ТП?
3. Дайте описание MES (Manufacturing Execution System) системы.
4. Дайте описание OLAP (Online Analytical Processing) системы.
5. Для чего предназначены SCADA-системы?
6. Для проектов какого класса предназначен монитор реального времени T-FACTORY.exe®?
7. Чем характеризуется процесс ввода функции АИУС?
8. Чем характеризуется процесс обработки функции АИУС?
9. Чем характеризуется процесс вывода обработанных данных на объект управления и оператору функции АИУС?
10. Какая структура АИУС определяет класс целей, для достижения

которых проектируется автоматизированная информационно-управляющая система?

11. Дайте описание алгоритмической структуры АИУС.
12. Дайте определение и опишите общую структуру SCADA.
13. Назовите области применения SCADA-систем.
14. Что такое автопостроение в SCADA-системе?
15. Перечислите этапы создания систем управления на база SCADA–систем.
16. Опишите функциональные характеристики SCADA-систем.
17. Назовите программно-аппаратные платформы SCADA-систем (на примере нескольких SCADA-систем).
18. Назовите средства сетевой поддержки в SCADA-системах (на примере нескольких SCADA-систем).
19. Назовите встроенные командные языки в SCADA-системах (на примере нескольких SCADA-систем).
20. Назовите поддерживаемые базы данных в SCADA-системах (на примере нескольких SCADA-систем).
21. Опишите графические возможности в SCADA-системах (на примере нескольких SCADA-систем).
22. Тренды и архивы в SCADA-системах (на примере нескольких SCADA-систем).
23. Алармы и события в SCADA-системах (на примере нескольких SCADA-систем).
24. Опишите эксплуатационные характеристики SCADA-систем.
25. Опишите аппаратную реализацию связи с устройствами ввода-вывода.
26. Опишите технологию Active X.
27. Интеграция многоуровневых систем автоматизации. Опишите схему использования интегрированной САПР/АПП.
28. Как происходит сравнительный анализ и тестирование SCADA-систем.
29. Перечислите и обоснуйте этапы создания систем управления на базе SCADA-систем.
30. Сравните функциональные характеристики двух известных вам SCADA-систем.

31. Опишите процесс создания системы диспетчерского контроля и управления состоит (этапы).
32. Опишите процесс поступления информации на производстве «сверху» и «снизу».
33. Опишите подход к разработке системы контроля и управления: «от графики».
34. Опишите подход к разработке системы контроля и управления «от структуры системы управления (аппаратуры)».
35. Опишите подход к разработке системы контроля и управления: «от структуры технологического объекта (технологии)».