

Министерство образования и науки Российской Федерации

ПРОГРАММА-МИНИМУМ

кандидатского экзамена по специальности

05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в строительстве)»

по техническим наукам

Программа-минимум

содержит 13 стр.

Введение

В основу настоящей программы положены следующие дисциплины: математика, информатика, физика, общая электротехника и электроника, теория автоматического управления, метрология, стандартизация и сертификация, программирование и основы алгоритмизации, вычислительные машины, системы и сети, моделирование систем, технологические процессы и производства, технические измерения и приборы, технические средства автоматизации, интегрированные системы проектирования и управления, автоматизация технологических процессов и производств, надежность систем управления, проектирование систем управления. Программа разработана экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Минобразования России по строительству при участии Московского автомобильно-дорожного института (Государственного технического Университета), Московского государственного строительного университета и Центрального научно-исследовательского и проектно-экспериментального института организации и технической помощи строительству.

1. Общие вопросы

История развития систем управления. Место, роль и перспективы развития автоматизации технологических процессов и производств в строительном комплексе. Социальные, политические, экономические и нормативно-правовые основы автоматизации.

2. Строительный комплекс как объект автоматизации

2.1. Общие особенности строительства и строительного производства как объекта автоматизации.

Технологические основы автоматизации в строительстве. Роль и зна-

чение строительного комплекса в народном хозяйстве страны. Дискретные и непрерывные технологические процессы в строительстве.

2.2. Технологические процессы и производства в строительстве.

Технология строительного производства, строительного-монтажных работ, строительных и подъемно-транспортных машин и оборудования.

Производство минеральных и органических вяжущих, Производство бетонов различных видов и железобетона. Керамика и ее производство. Производство нерудных и искусственных строительных материалов, производство строительных материалов из пластмасс. Дорожное строительство. Строительство мостов и других инженерных сооружений.

Технология водо-, газо- и теплоснабжения, инженерного оборудования городов, зданий и сооружений, очистки природных и сточных вод, отходящих газов и вентиляционных выбросов.

2.3. Общие задачи автоматизации строительного производства.

Задачи автоматизации производственных процессов и их классификация. Задачи, обеспечивающие функционирование производственного процесса. Задачи автоматизации, обеспечивающие повышение эффективности производственного процесса. Экологические задачи автоматизации. Задачи автоматизации, обеспечивающие управление качеством продукции.

История и тенденции развития систем автоматизации основных производств строительного комплекса. Комплексный подход к построению систем автоматизации производств в строительстве.

2.4. Основные технологические процессы строительного комплекса и их автоматизация.

Технологические процессы транспортировки веществ материалов и изделий, строительного-монтажные работы, производства сырьевых смесей, дозирования, дискретные и непрерывные системы дозирования, тепловые процессы в строительстве, складские операции и технологии, арматурные работы, земляные работы, подготовка земляного полотна, планировочные работы, укладка и уплотнение дорожных покрытий, технологии ремонта и со-

держания автомобильных дорог. Методы формального описания и основные модели. Задачи автоматизации.

2.5. Методы изучения и формального описания объектов автоматизации в строительстве.

Экспериментальные исследования технологических процессов и производств в строительстве. Математическое и компьютерное моделирование и исследование технологических процессов и производств в строительстве. Математический аппарат формального описания основных технологических процессов в строительстве.

3. Общая теория автоматизации технологических процессов и производств

3.1. Общие вопросы управления.

Содержание задач управления; классификация систем управления; модели и характеристики систем автоматического управления; анализ систем автоматического управления: устойчивость, управляемость, наблюдаемость, инвариантность, чувствительность, показатели качества: корневые, частотные, интегральные; синтез систем управления: модальное управление, модели дискретных сигналов и систем, нелинейные модели, методы фазового пространства и гармонической линеаризации, стохастические системы.

3.2. Моделирование и оптимизация.

Классификация моделей по характеру и способам использования; основные положения теории подобия; канонические формы математических моделей; методы упрощения моделей; задачи и цели исследования математических моделей; адекватность математических моделей; методы исследования линейных и нелинейных моделей автоматических систем; техническое и программное обеспечение моделирования.

Методы моделирования в системном анализе. Оптимизационные и имитационные модели. Детерминированные и стохастические модели. Формирование и анализ системы целей. Методы многокритериальной оценки альтернатив. Анализ и построение конфликтных систем. Методы имитационного моделирования. Основные понятия и требования к моделям. Дискретное, непрерывное и непрерывно дискретное имитационное моделирование. Подобные и процессуальные подходы в имитационном моделировании. Технология построения моделей. Агрегатные модели. Организация эксперимента. Создание планов эксперимента. Генерация поведения. Анализ и обработка результатов.

Системы и сети массового обслуживания. Сети Петри. Прикладные задачи исследования операций: распределение ресурсов, управление запасами, задача упорядочивания, транспортная задача.

Методы моделирования непрерывных систем. Формирование математического описания. Методы решения систем уравнений. Исследование частотных, статических и динамических характеристик систем.

3.3. Теория вероятности и математическая статистика.

Понятие случайного процесса. Виннеровский и пуассоновский процессы. Функционалы от случайных процессов, их сходимость, предельные теоремы. Интегралы за стохастическими объектами, интеграл Ито, свойства Формула Ито.

Системы массового обслуживания и их описание, классификация, основные типы, утверждение о характеристиках основных типов.

Выборочный метод в статистике. Выборка, группирована выборка, частота, эмпирическая функция распределения, гистограмма. Точечные оценки параметров. Методы построения точечных оценок, свойства. Точечные оценки основных характеристик распределений вероятностей: функции и плотности распределения, математического ожидания и дисперсии, моментов, квартилей, интерквартильного размаха. Свойства оценок. Интегральные характеристики выборки и их оценивание: выборочное среднее и дисперсия,

квартили, размах. Задача точности точечного оценивания (доверительные интервалы). Нормальное приближение в решении задачи точности точечного оценивания. Точность оценивания параметров биномиального и гипергеометрического распределений.

Проверка гипотез: доверительная вероятность, уровень значимости, ошибки первого и второго рода, критическое множество, мощность критерия. Основы теории линейной регрессии, общая постановка задач, основные предположения, уравнение Гаусса-Маркова, точность оценивания, проверка линейных гипотез.

3.4. Оптимальные системы управления, их анализ и синтез.

Понятие об оптимальном управлении. Основные постановки и принципы классификации задач. Линейные системы управления. Превращение Лапласа. Способы описания линейных систем - весовые, передаточные функции, частотные характеристики. Стойкость и ее критерии. Критерии качества и их анализ. Управляемость, наблюдаемость и идентификация.

Нелинейные системы. Фазовое пространство. Исследование стойкости первым и вторым методом Ляпунова. Системы с переменной структурой.

Дискретные системы. Классификация дискретных систем. Исследования импульсных систем, их математические модели и характеристики.

Статистические методы в теории оптимальных систем. Статистические методы исследования нелинейных систем, статистическая линеаризация. Идентификация сигналов и объектов управления. Оценки, статистические развязки, проверка гипотез. Оценки параметров статистических систем, линейная регрессия. Динамические объекты с известной структурой, способы определения параметров.

Методы идентификации. Формулировка проблемы и классификация методов идентификации. Теория оценок. Теория статистических решений. Байесовский подход. Принцип минимакса. Метод максимального правдоподобия. Построение моделей объектов управления по экспериментальным данным. Регрессионные модели. Определение математических моделей объ-

ектов по экспериментальным часовым и частотным характеристикам. Фильтр Калмана.

Оптимальное управление. Управляемость и наблюдаемость. Принцип максимуму Л.С. Понтрягина и его применения. Метод динамического программирования. Дифференциальные включения и их связь с задачами управления. Управление с обратной связью. Метод Беллмана. Задачи среднеквадратичного оценивания решений стохастических уравнений и фильтр Калмана-Бьюси. Задачи управления стохастическими системами при неполной информации. Теоремы разделения. Приближенные методы нахождения оптимальных управлений.

Адаптивные системы. Понятие об адаптивных системах оптимального управления. Построение адаптивных систем управления на основании не стохастического (игрового) подхода.

Элементы статистической теории принятия решений. Байесовский риск и байесовские решения. Задачи решения с наблюдениями. Проверка конечного числа простых гипотез. Проверка сложных гипотез.

3.5. Теория конечных автоматов.

Общие понятия теории конечных автоматов. Эквивалентные состояния. Минимальная форма конечного автомата. Абстрактный и структурный синтез.

3.6. Математическое программирование.

Задача линейного программирования, ее свойства. Критерий оптимальности базисного решения задачи линейного программирования. Оптимальные чистые стратегии в матричной игре. Теорема о минимакс. Принцип максимуму для задач оптимального управления. Принцип динамического программирования. Уравнение Беллмана.

3.7. Цифровые системы управления.

Преобразование и обработка сигналов. Цифровые сигналы и кодирование. Преобразование данных и квантование. Цифро-аналоговое и аналого-

цифровое преобразование. Математическое описание процесса квантования. Восстановление сигналов по дискретным выборкам.

Теория Z-преобразования. Определение Z-преобразования. Вычисление Z-преобразований. Обратное Z-преобразование. Теоремы Z-преобразования. Импульсная передаточная функция.

Метод пространства состояний. Уравнения состояния и переходные уравнения состояния непрерывных систем. Уравнения состояния цифровых систем с квантованием и фиксацией. Уравнения состояния цифровых систем, содержащих только цифровые элементы. Переходные уравнения состояния цифровых систем. Переходные уравнения состояния цифровых стационарных систем. Цифровое моделирование и аппроксимация. Связь уравнения состояния с передаточной функцией. Характеристическое уравнение, собственные значения и собственные векторы. Методы вычисления переходной матрицы состояния. Связь между уравнениями состояния и разностными уравнениями высокого порядка. Диаграмма состояния. Декомпозиция цифровых систем. Диаграммы состояния импульсных систем управления.

Анализ во временной области. Сравнение временных характеристик непрерывных и цифровых систем управления. Связь между временной характеристикой и положением корней на S- и Z-плоскостях. Влияние расположения полюсов и нулей на Z-плоскости на максимальное перерегулирование и время максимума переходной функции дискретных систем. Корневые годографы цифровых систем управления. Анализ установившейся ошибки цифровых систем управления.

Анализ в частотной области. Годограф Найквиста. Логарифмические частотные характеристики. Запасы устойчивости по модулю и по фазе. Определение полосы пропускания.

Управляемость и наблюдаемость. Определение управляемости. Теоремы об управляемости для нестационарных систем. Теоремы об управляемости для стационарных систем. Определения наблюдаемости. Теоремы о наблюдаемости для нестационарных систем. Теоремы о наблюдаемости для

стационарных систем. Дуальная связь между наблюдаемостью и управляемостью. Связь между управляемостью, наблюдаемостью и передаточными функциями. Зависимость управляемости и наблюдаемости от периода квантования. Теоремы об инвариантности управляемости.

Синтез цифровых систем управления. Последовательная коррекция с помощью аналоговых регуляторов. Коррекция с помощью аналоговых регуляторов в цепи обратной связи. Цифровой регулятор. Синтез цифровых систем управления с цифровыми регуляторами с помощью билинейного преобразования.

Синтез с использованием корневых годографов на Z -плоскости. Синтез цифровых систем управления с апериодическим переходным процессом. Синтез по заданному расположению полюсов с помощью обратной связи по состоянию (случай единственного управляющего сигнала). Синтез по заданному расположению полюсов с помощью обратной связи по состоянию (случай нескольких управляющих сигналов). Синтез по заданному расположению полюсов с помощью неполной обратной связи по состоянию или обратной связи по выходу. Синтез цифровых систем управления с обратной связью по состоянию и динамической обратной связью по выходу. Реализация обратной связи по состоянию с помощью динамических регуляторов.

Синтез с помощью принципа максимума. Дискретное уравнение Эйлера-Лагранжа. Дискретный принцип максимума (минимума). Оптимальное по быстродействию управление при ограниченной энергии.

Синтез оптимального линейного цифрового регулятора. Синтез линейного цифрового регулятора (задача с конечным интервалом времени). Синтез линейного цифрового регулятора (задача с бесконечным интервалом времени). Принцип оптимальности и динамическое программирование. Решение дискретного уравнения Риккати. Чувствительность по отношению к периоду квантования.

4. Технические и программные средства управления

Дискретные и аналоговые системы управления. Технические средства для реализации дискретных и аналоговых систем автоматизации. Элементная база аналоговых систем автоматизации. Методы синтеза, анализа и проектирования аналоговых систем автоматизации. Типовые функциональные узлы и устройства, их применение. Элементная база дискретных систем автоматизации. Методы синтеза, анализа и проектирования дискретных систем автоматизации. Типовые функциональные узлы и устройства, их применение.

Микропроцессоры в системах автоматизации технологических процессов и производств в строительстве. Классификация микропроцессорных средств. Эволюция микропроцессоров от 8- до 64-разрядных устройств. Базовый набор функций и модулей микропроцессорных систем (МПС). Основные принципы организации магистралей МПС. Стандарты и интерфейсы. Архитектура, особенности программирования и применение микропроцессоров общего назначения и микроконтроллеров. Специализированные микропроцессоры. Методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов. Микропроцессоры ЦОС: архитектура и построение систем. Микропроцессоры с RISC архитектурой. Транспьютероподобные системы. Мультипроцессорные системы. Базовые конфигурации. Организация процессов. Примеры систем. Программное обеспечение МПС: особенности, операционные системы для встраиваемых приложений, реального времени. Этапы проектирования МПС. Методика выбора МП-средств. Критерии оценки качества. Методы проблемной и функциональной ориентации для типовых приложений. Инструментальные системы проектирования. Технология сборки проекта и отладки систем в интегрированной среде.

Интернет: принципы организации, интерфейс. Перспективы использования сети Интернет в задачах автоматизации технологических процессов и

производств в строительстве. Применение сети Интернет для решения задач автоматизации при управлении распределенными системами в строительстве.

5. Информационное обеспечение задач автоматизации технологических процессов и производств

Теория сигналов. Модели сигналов. Детерминированные и случайные сигналы. Модели сигналов с ограниченным и неограниченным спектром. Разделение сигналов в многоканальных системах.

Основы теории информации. Скорость передачи информации и пропускная способность каналов связи. Помехоустойчивое кодирование.

Метрологические характеристики. Критерии верности. Определение погрешности ИИС. Нормируемые метрологические характеристики. Способы повышения точности.

Проблема адаптации в современных ИИС. Однопараметрическая и многопараметрическая адаптация. Восстановление и регистрация сигналов в адаптивных системах.

Современная тенденция к алгоритмизации измерений. Формализация описаний измерительных процедур.

Анализ и синтез ИИС. Моделирование статистических и динамических характеристик ИИС. Моделирование детерминированных и случайных процессов, скалярных и векторных полей. Погрешности моделирования.

Проблемы идентификации процессов и систем. Активные и пассивные методы идентификации. Идентификация линейных и нелинейных систем при различных входных воздействиях.

Основы теории массового обслуживания. Системы массового обслуживания с потерями и ожиданием. Вероятности переходов в системах массо-

вого обслуживания при различных входящих потоках и законах обслуживания.

Информационно обеспечение задач управления в строительном комплексе. Существующая и перспективная метрологическая база задач измерения параметров технологического процесса, показателей качества веществ, материалов и изделий для автоматизации технологических процессов и производств в строительстве.

Основная литература

1. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных: Пер. с англ. - М.: Мир, 1989
2. Бесекерский В.А., Изранцев В.В. Системы автоматического управления с микроЭВМ. -М.: Наука. Гл.ред. физ.-мат.лит., 1987
3. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. В 2-х т. - М.: Мир, 1974
4. Изерман Р. Цифровые системы управления: Пер. с англ. -М.: Мир, 1984
5. Каган Б.М., Сташин В.В. Основы программирования микропроцессорных устройств автоматики. -М.: Энергоатомиздат, 1987
6. Комар А.Г. Строительные материалы и изделия. - М.: Высшая школа. 1983.
7. Куо Б. Теория и проектирование цифровых систем управления: Пер. с англ. -М.: Машиностроение, 1986.
8. Прангишвили И.В. Микропроцессоры и микроЭВМ. - М.: Высш.шк.- 1988.
9. Рыбьев И.А. Строительные материалы на основе вяжущих веществ. -М.: Высшая школа, 1978
- 10.Справочник по теории автоматического управления. Под ред. А.А. Красновского. – М.: Наука, 1987.

Дополнительная литература

1. Александров А.Е., Воробьев В.А., Горшков В.А., Попов В.П., Суворов Д.Н. Моделирование и оптимизация управления составом асфальтобетонных смесей. М.: изд. Российской Инженерной академии, 2001.
2. Барский Р.Г., Воробьев В.А., Звягин Г.М. Проектирование автоматизированных систем управления и контроля в строительстве. М.: изд. Российской Инженерной академии, -2001.
3. Васьковский А.М., Воробьев В.А., Попов В.П. Автоматизация технологических процессов и машин в строительстве. М.: изд. Российской Инженерной академии, 1999.
4. Горшков В.А. Синтез цифровых систем стабилизации качества в производстве дорожно-строительных материалов. - М.: МАДИ, 1988
5. Суворов Д.Н. Структура и устройство микропроцессорных систем управления. М.: МАДИ, - 1998