

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ
МИНИСТРЛІГІ

Д.Серікбаев атындағы
ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН
МЕМЛЕКЕТТІК
ТЕХНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

Республикалық мемлекеттік
казыналық кәсіпорын

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И
НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Республиканское государственное
казенное предприятие

ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Д. Серикбаева

УТВЕРЖДАЮ

Председатель ДС К 14.29.15,

д.т.н., профессор

_____ Г.Мутанов

" ____ " _____ 2007 г.

ПРОГРАММА

**кандидатского экзамена по специальности 05.13.06 - Автоматизация и
управление технологическими процессами и производствами (по
отраслям)**

СОГЛАСОВАНО

Ученым советом Восточно-Казахстанского государственного технического университета
им. Д.Серикбаева

«26» декабря 2007 г., протокол № 2

Введение

Кандидатский экзамен по специальности – это неотъемлемая часть государственной аттестации научных и научно-педагогических кадров.

Настоящая программа-минимум кандидатского экзамена по специальности «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» отражает современное состояние вопроса и включает ее важнейшие разделы, знание которых необходимо высококвалифицированному специалисту.

Экзаменуемый должен показать высокий уровень теоретической и профессиональной подготовки, знание общих концепций и методологических вопросов автоматизации технологических процессов и производств отраслей народного хозяйства, истории ее формирования и развития, глубокое понимание основных разделов, а также умение применять свои знания для решения исследовательских и прикладных задач автоматизации и управления технологическими процессами и производствами отраслей народного хозяйства.

В основу программы положены следующие вузовские дисциплины: «Теория автоматического управления», «Теория информации», «Идентификация объектов и систем управления», «Автоматизация технологических процессов».

1 Основы теории автоматического управления

Краткий теоретический очерк становления и развития теории и техники автоматического управления. Основные понятия и определения. Принципы построения и виды систем управления. Системы автоматического регулирования.

Основные задачи теории автоматического управления. Звенья и системы автоматического управления. Статические и динамические модели и их звенья. Задачи и средства математического описания системы, целей управления и условий функционирования. Математическое моделирование как средство исследования систем. Роль вычислительной техники. Основные задачи теории систем управления и роль математических методов в их решении. Классификация систем управления по их свойствам и математическому описанию: обыкновенные системы и системы с распределенными параметрами, непрерывные и дискретные, детерминированные и стохастические, одномерные, многомерные, линейные и нелинейные, оптимальные и адаптивные системы.

Линейная система и ее общие свойства. Метод пространства состояний. Переменные состояния, входы и выходы системы, управляющие и возмущающие воздействия. Линейный оператор и уравнения линейной системы. Обратный оператор. Принцип суперпозиции. Дифференциальные уравнения линейных систем.

Обыкновенные линейные системы, заданные линейными дифференциальными уравнениями в нормальной форме Коши. Вектор состояния и модель состояния. Формула Коши-Лагранжа, матрица весовых (импульсных переходных) функций и ее свойства. Сопряженная система. Собственное и вынужденное движения. Устойчивость и асимптотические свойства собственного движения линейной системы.

Управляемость и наблюдаемость обыкновенных линейных систем. Основные определения. Управляемость по состоянию и выходам. Общие критерии управляемости и наблюдаемости. Матрица свойства.

Стационарные линейные системы, модели временной области, линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами в нормальной форме Коши. Матричная экспонента.

Модели комплексной области. Передаточные функции. Матрица передаточной функции как матрица линейного преобразования «вход-выход» в изображениях. Классификация систем по типу передаточной функции и их особых точек. Трансцендентные, мероморфные и рациональные передаточные функции. Матрица

передаточных функций как матрица системы, заданной в нормальной форме Коши. Присоединенная матрица и характеристический полином системы. Алгоритмы Фадеева-Леверье. Теорема Кели-Гамильтона. Критерий управляемости и наблюдаемость стационарных систем.

Структурные схемы и графики стационарных систем. Одномерные и многомерные звенья. Цепи и контуры. Структурные схемы. Одноконтурные, многоконтурные и многосвязные системы. Структурные графы. Правила преобразования структурных схем и графов. Теорема Мэйсона. Векторно-матричное описание многомерных и многосвязных систем.

Анализ процессов в стационарных линейных системах. Задача исследования процесса по его изображению. Основные соотношения и теоремы, применение интеграла обращения, теоремы Коши и теоремы вычетов. Асимптотические свойства собственного и вынужденного движения. Устойчивость стационарных систем. Динамические характеристики стационарных САУ. Весовые (импульсные переходные) и единичные переходные функции. Реакция на гармонические воздействия. Частотные характеристики. Минимально-фазовые звенья. Типовые динамические звенья.

Определение устойчивости динамической системы. Устойчивость движения и состояния. Устойчивость процессов в пространстве состояний. Устойчивость в целом. Устойчивость и асимптотическая устойчивость невозмущенного движения по Ляпунову. Устойчивость «в большом» и «в малом». Устойчивость звена по входу. Необходимое и достаточное условие устойчивости. Алгебраические и частотные критерии устойчивости. (Раусса, Гурвица, Михайлова, Найквиста). Понятие о робастной устойчивости. Запас устойчивости. Понятие о расширенных частотных характеристиках. Выделение областей устойчивости. Система с запаздыванием. Влияние запаздывания на устойчивость. Частотные критерии устойчивости для систем с запаздыванием.

Понятие чувствительности автоматических систем. Общая формула чувствительности. Чувствительность соединений элементов. Чувствительность основных структур автоматических систем. Системы нулевой чувствительности и их реализуемость.

Оценка качества регулирования в системах управления. Прямые и косвенные показатели качества переходных процессов. Точность статических и астатических систем управления при типовых воздействиях. Суждение о качестве регулирования по частотным характеристикам замкнутой системы. Интегральные критерии качества. Взаимосвязь различных критериев качества. Расчет оптимальных настроек регулятора. Приближенные методы расчета настроек регуляторов.

Улучшение качества регулирования путем ввода в регулятор информации о переменных состояниях объекта. Каскадные системы регулирования. Выбор законов регулирования в отдельных каскадах и расчет оптимальных параметров их настройки. Варианты реализации каскадных систем регулирования. Коррекция автоматических систем путем включения последовательных и параллельных звеньев путем введения обратных связей. Повышение качества регулирования с помощью компенсации возмущения. Способы повышения качества переходных процессов в системах с запаздыванием, использование модели объекта в контуре регулирования. Схемные методы повышения качества АСР. Инвариантные системы регулирования. Условия инвариантности линейной системы. Принципы двухканальности и условие физической реализуемости. Комбинирование системы регулирования. Системы взаимосвязанного регулирования. Условия автономности, анализ физической реализуемости автономных систем регулирования, особенности их расчета.

Случайные процессы, их характеристики (математическое ожидание, дисперсия, корреляционная функция и спектральная плотность, типовые сигналы. Характеристика связи двух случайных сигналов. Использование корреляционной функции и спектральной плотности для анализа систем. Связь спектральных плотностей на входе и

выходе линейной системы. Прохождение случайного сигнала через линейную систему. Случайный сигнал в замкнутой линейной системе. Уравнение Винера-Хопфа, методы его решения. Синтез линейной оптимальной системы из условия минимума среднего квадрата ошибки при бесконечной памяти (задача Винера). Определение оптимальной передаточной функции системы с конечной памятью (задача Заде и Рагацинни).

Виды дискретизации сигналов. Примеры дискретных автоматических систем управления. Классификация квантованных по времени сигналов. Аналитическое описание элементов дискретной аналитической системы, управляющая ЭВМ, преобразователь аналоговых сигналов в цифровые и цифровых в аналоговые. Дискретное преобразование Лапласа для импульсных сигналов, Передаточная функция импульсной системы. Специфика расчета импульсных систем с обратной связью. Необходимые и достаточные условия устойчивости импульсной системы. Критерии устойчивости импульсных систем регулирования. Переходные процессы в импульсных системах конечной деятельности, условия их физической реализуемости. Влияние интервала дискретности на устойчивость. Синтез цифровых систем регулирования. Постановка задачи синтеза. Условия осуществимости и грубости. Основные уравнения синтеза. Компенсация влияния запаздывания. Системы с конечной длительностью процесса. Показатели качества оптимальных импульсных систем. Квадратичное суммарное отклонение. Оптимальные параметры систем. Оптимальные характеристики.

Особенности нелинейных систем. Типовые нелинейности, их статические и временные характеристики. Определение устойчивости движения и состояний нелинейной системы. Управления первого Приближения, их линеаризации и использование для исследования устойчивости. Исследование устойчивости движения в фазовом пространстве. Фазовые портреты нелинейных систем второго порядка. Приближенные и точные методы построения фазовых траекторий. Примеры построения фазовых портретов систем регулирования. Система автоматического регулирования с переменной структурой. Особенности их математического описания, исследование устойчивости и качества переходных процессов. Понятие о синтезе регуляторов с переменной структурой. Второй метод Ляпунова. Абсолютная устойчивость нелинейных систем.

Метод гармонической линеаризации нелинейностей. Гармоническая линеаризация для случая несимметричности автоколебаний. Скользящие режимы в нелинейных системах. Нелинейные системы с релейными регуляторами и линейными объектами. Переходные процессы в релейных системах. Приближенные методы их построения и определения показателей качества.

2 Теория оптимального управления

Оптимизация программ управления. Постановка задачи. Приведение задач к общему виду. Условия оптимальности. Задача с конечным числом неизвестных. Принцип максимума как необходимое условие оптимальности. Достаточность принципа максимума. Задача оптимизации со свободным правым концом траектории. Свойства и алгоритм построения оптимальной программы управления. Линейно-квадратичные задачи. Оптимизация по быстродействию.

Дискретные системы. Понятие о численных методах оптимизации. Задачи математического программирования. Оптимизация дискретных систем. Задача с ограничениями на траекторию.

Синтез оптимальных обратных связей формирования задачи динамического программирования. Уравнения динамического программирования. Особенности решения задачи динамического программирования. Субоптимальные обратные задачи. Управление при недетерминированных внешних возмущениях. Управление с обратной связью по неточным измерениям. Оценка состояния объекта. Фильтр Боюси-Коллханр.

Оптимальные обратные связи. Теоремы разделения. Эвристические методы решения нелинейных задач построения обратных связей.

Идентификация объектов управления. Адаптивное управление статическим объектом. Рекуррентные процедуры оптимизации и экстремальное регулирование. Оценка градиента и алгоритм управления. Условие применимости экстремального регулирования. Рекуррентное оценивание параметров. Управление с использованием оценок параметров. Адаптивное управление динамическими объектами. Постановка задачи. Стабилизация линейного объекта. Задача слежения. Метод эталонных моделей.

3 Автоматизация производственных процессов

Общие сведения о производственном процессе как объекте автоматизации. Схема автоматизации. Показатели производственного процесса. Общие сведения об эрготических производственных процессах и системах.

Принципы построения автоматов и автоматических линий.

Особенности автоматизации производственных процессов. Чувствительность производственного процесса. Математические модели производственных процессов. Модель в виде графа. Модель в виде системы массового обслуживания. Лингвистическая модель. Семиотические и знаковые модели.

Структура технологического комплекса как объекта управления. Структуризация задач управления. Оптимизация решений в иерархической системе управления. Оптимальное оперативно-календарное планирование производственной программы. Постановка задачи и двухэтапная процедура решения. Вероятностная модель задачи планирования производства. Свертка планов при решении задач векторной оптимизации распределения ресурсов. Метод Корнаи–Липтака. Метод Лэсдона. Безытерационный метод декомпозиционного решения векторной задачи. Оперативное согласованное управление производственным комплексом. Оптимизация управления производственным комплексом. Задача управления комплексами параллельной, последовательной и смешанной структур. Опыт создания АСУТП конкретного производства.

Конструкции роботов и манипуляторов. Технологические возможности. Привод манипуляторов и роботов. Диссипативные свойства манипуляторов и роботов. Энергетический баланс. Системы управления. Программное управление. Управление с обратной связью. Интегральные роботы.

Основная литература

1. Справочник по теории автоматического управления / Под ред. А.А. Красовского. – М.: Наука, 1987 г. – 712 с.
2. Теория автоматического управления. Учебник для вузов в 2-х частях. / Под ред. А.А. Воронова, 2 изд. – М.: Высшая школа, 1986 г. – 370 с., 540 с.
3. Цыпкин Я.З. Основы теории автоматических систем. Учебник для вузов. – М.: Недра, 1997. – 560 с.
4. Первозванский А.А. Курс теории автоматического управления. Уч. пособие. – М.: Наука, 1986. – 616 с.
5. Автоматическое управление в химической промышленности. Уч. Для вузов / Под ред. Дудникова. – М.: Химия, 1987. – 38 с.
6. Цирлин А.М. Оптимальное управление технологическими процессами. – М.: Энергоатомиздат, 1980. – 400 с.
7. Р. Месарович Н., Мако Д., Такахара Н. Теория иерархических многоуровневых систем. – М.: Мир, 1973. – 344 с.
8. Уотерман Д. Руководство по экспертным системам. – М. Мир, 1989. – 388 с.

9. Алиев Р.А., Абдикеев Н.М., Шахназаров М.М. Производственные системы с искусственным интеллектом. – М.: Радио и связь, 1990. – 263 с.

Дополнительная литература

1. Алиев Р.А., Церковный А.Э., Магамедов Г.А. Управление производством при нечеткой исходной информации. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 239 с.
2. Осуга С. Обработка знаний. – М.: Мир, 1989. – 293 с.
3. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1988. – 386 с.
4. Абдуллаев А.А., Алиев Р.А., Уланов Г.М. Принципы построения АСУ промышленными предприятиями. – М.: Энергия, 1985. – 346 с.
5. Первозванский А.А. Математические модели в управлении производством. – М.: Наука, 1989. – 616 с.

Сведения о разработчиках и рецензентах

Разработчик: Мутанов Г.М., доктор технических наук, профессор, ректор ВКГТУ им.Д.Серикбаева.

Рецензенты:

1. Квасов А.И., доктор технических наук, профессор, зав.кафедрой «Компьютерное и математическое моделирование» ВКГТУ им.Д.Серикбаева.
2. Ивель В.П., доктор технических наук, зав.кафедрой «Радиоэлектроника и телекоммуникации» СКГУ им. М. Козыбаева
3. Парамзин А.П., кандидат технических наук, профессор кафедры «Информационные системы» ВКГТУ им.Д.Серикбаева.

Рекомендовано к утверждению Ученым советом ВКГТУ им.Д.Серикбаева, протокол №2 от 26 декабря 2007 г.