

Министерство образования и науки Российской Федерации

ПРОГРАММА-МИНИМУМ

кандидатского экзамена по специальности

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

по техническим наукам

Программа-минимум
содержит 9 стр.

Введение

В основу настоящей программы положены следующие дисциплины: теория автоматического регулирования и управления; математическое моделирование технологических процессов и производств; математическое обеспечение АСУ; основы информатики и информационные системы; основы построения АСУТП и АСУП; математическое программирование; исследование операций; информационные технологии в системах управления металлургическим производством. Программа разработана экспертным советом по металлургии и металловедению Высшей аттестационной комиссии при участии Московского государственного института стали и сплавов (технологического университета).

1. Основы теории управления

Основные понятия теории управления, цели и принципы управления. Принципы классификации автоматических систем управления технологическими процессами. Автоматизированные технологические комплексы. Распределенные автоматические системы управления.

Системы с сосредоточенными и распределенными параметрами. Способы математического описания автоматических систем управления и их элементов. Линейные и нелинейные системы. Характеристики "вход-выход" системы: дифференциальные уравнения, временные характеристики, передаточные функции, частотные характеристики. Структурные схемы систем и их преобразования. Типовые линейные звенья и их характеристики.

Устойчивость линейных систем. Алгебраические и частотные критерии устойчивости. Методы улучшения устойчивости систем.

Качество процессов управления и прямые методы исследования. Показатели качества. Косвенные методы исследования качества. Частотные методы исследования качества. Интегральные оценки качества.

Аналитические методы синтеза оптимального управления. Теорема Калмана об оптимальном регуляторе.

Нестационарные автоматические системы управления. Методы описания нестационарных систем. Дифференциальные уравнения с переменными коэффициентами. Методы их решения. Исследования нестационарных систем с использованием аппарата импульсных переходных функций и передаточных функций. Метод Заде, метод Солодовникова, метод замороженных коэффициентов. Устойчивость нестационарных систем и методы современного исследования и обеспечения их устойчивости.

Пространство состояния и линейные системы. Передаточные матричные функции. Управляемость и наблюдаемость. Линейные стационарные и нестационарные системы. Переходные матрицы состояния. Импульсные матричные характеристики. Модифицированные сопряженные системы.

Нелинейные системы. Типовые нелинейности в системах автоматического регулирования. Уравнения нелинейных АСУ. Автоколебания в системах управления. методы исследования свободных колебаний в системах высокого порядка.

Анализ нелинейных систем в пространстве состояний. Фазовое пространство. Метод фазовой плоскости. Скользящие режимы: метод припасовывания, метод малого параметра. Исследование устойчивости нелинейных систем. Прямой метод Ляпунова. Функции Ляпунова. Устойчивость нестационарных нелинейных систем. Синтез закона управления нелинейной системой с помощью функции Ляпунова. Критерий Попова. Методы управления нелинейными системами. Коррекция и компенсация нелинейности.

Дискретные системы управления: импульсные, релейные и цифровые системы. Особенности дискретных систем. Методы исследования нелинейных импульсных систем. Дискретные преобразования Лапласа. Z – преобразование. Передаточные функции, частотные и переходные характеристики импульсных систем. Теорема Котельникова и ее применение. Понятие пространства состояний для дискретных систем. Передаточные матричные

функции. Частотная интерпретация. Переходная матрица состояний. Импульсная матричная характеристика.

Стохастические процессы. Методы описания стохастических процессов. Метод моментов. Корреляционные функции и спектральные плотности. Методы их получения в условиях металлургического производства. Статическая линеаризация нелинейных систем. Прохождение случайного сигнала через линейные, нелинейные и дискретные системы. Формирующий фильтр и его характеристики.

Синтез статически оптимальных систем. Управление в условиях неопределенности. Основные характеристики неопределенностей. Методы синтеза оптимальных систем управления в условиях неопределенности. Нечеткие алгоритмы управления и их особенности. Работные системы автоматического регулирования.

2. Моделирование объектов и систем управления

Классификация методов синтеза математических моделей. Характеристики аналитических, экспериментальных и аналитико-экспериментальных методов. Активный эксперимент. Временные характеристики объектов и методы их получения. Частотные характеристики. Способы организации эксперимента. Планирование эксперимента. Достоинства и недостатки экспериментальных методов. Пассивные методы определения динамических характеристик. Регрессионные модели динамических и статических характеристик систем. Метод наименьших квадратов. Аналитические методы. Теоретический анализ и составление дифференциальных уравнений материального и энергетического балансов. Методы идентификации, выявления особых ситуаций и прогнозирования на основе сбора, анализа и обработки ретроспективной текущей и экспертной информации. Задачи идентификации. Задача идентификации Заде. Вероятностные методы идентификации. Стохастическая аппроксимация. Дискретные итеративные процедуры. Ме-

тоды наискорейшего спуска и его модификации. Корреляционные методы идентификации. Системы управления с идентификатором. Беспойсковые самонастраивающиеся системы. Системы с пробным сигналом. Разомкнутые, замкнутые и комбинированные схемы беспойсковых самонастраивающихся систем. Идентификация в классе распределенных моделей. Непараметрическая и параметрическая модели в металлургии и металловедении. Идентификация нелинейных объектов методами кусочной аппроксимации. Минимаксный подход к идентификации.

3. Адаптация и обучение в автоматических системах управления

Оценивание состояний и управления. Адаптивные системы с моделями. Прогнозирующие модели и их использование в системах управления. Системы управления с эталонной моделью. Поисковые системы экстремального управления. Разомкнутые, замкнутые и комбинированные схемы экстремальных систем. Параметрические алгоритмы адаптации. Алгоритмы дуального управления. Модели чувствительности. Самодиагностирующиеся комбинированные системы автоматического регулирования и управления.

4. Оптимальное управление

Постановка и классификация задач оптимального управления. Классификация оптимальных систем. Формирование критериев оптимальности. Системы с полной и неполной информацией об объекте. Классификация методов оптимизации.

Методы математического программирования. Задачи статической оптимизации. Линейное и нелинейное программирование. Теорема Куна-Таккера. Численные методы оптимизации. Вариационные исчисления. Уравнения Эйлера. Метод множителей Лагранжа. Уравнение Эйлера-Лагранжа. Задачи оптимизации с закрепленными и подвижными концами.

Метод принципа максимума Понтрягина. Основная теорема максимума. Техника применения принципа максимума. Принцип максимума для задач по быстрдействию. Динамическое программирование. Принцип оптимальности. Уравнения Беллмана и Гамильтона-Якоби. Характеристика метода Беллмана. Связь принципа максимума и динамического программирования. Синтез оптимальных систем с неполной информацией. Оптимальные системы с пассивным и активным накоплением информации об объекте.

5. Автоматизация технологических процессов и производств

Производственный процесс как объект автоматизации. Особенности автоматизации сложных технологических процессов металлургии.

Информационное обеспечение автоматических систем управления производством. Возможности современных программно-технических средств (ПТК) в составе сложных АСУП и АСУТП. Методы измерения основных технологических параметров. Современные технические средства автоматизации. Контроллеры, типы и их характеристики. Специализированные программы для контроллеров. Устройства ввода, вывода и их взаимодействие с контроллером.

Автоматизированные производственные комплексы (АПК), их характеристики. Интегрированные системы управления производством (ИАСУП). Основные принципы создания ИАСУП. Методология системного подхода. Виды интеграции. Функционально-информационные характеристики АПК в металлургии. Мера сложности системы ПК. Неопределенность и организация. Сопряжение элементов и подсистем в одноуровневых и многоуровневых системах АПК. Оператор сопряжения. Декомпозиция ИАСУП: функциональные структуры и обеспечивающие составляющие. Концепция диалогового управления АПК. Распределение функций в диалоговых ИАСУП. Применение экспертных систем (ЭС) и систем автоматического проектирования (САПР) при создании ИАСУП. Гибкие автоматизированные производства

(ГАП). Методология системного подхода к построению и исследованию ГАП (структура связного цикла ГАП). Функциональная структура (ФС) ИАСУП. Место и роль ФС в ИАСУП как многоуровневой многоцелевой организационно-экономической системы управления материальными потоками ПК.

Построение графиков загрузки агрегатов металлургических АПК с использованием методов математического программирования, "ветвей и границ", процедуры "Монте-Карло", эвристических правил. Согласование графиков работы последовательно-параллельно работающих машин и агрегатов с помощью метода "ветвей и границ". Пакеты прикладных программ для решения задач АПК в металлургии. Агрегирование сортамента многономенклатурного производства и методы автоматической их классификации.

Задачи оперативного регулирования (ОР) производственного процесса – разрешение конфликтных ситуаций. Степень структуризации задач принятия решений в системах ОР и адекватные методы многокритериального вывода в подсистемах ОР. Структуры подсистем ОР, ИАСУП и корпоративных систем.

Процедуры оптимального разрешения конфликтных ситуаций в подсистемах ОРПК. Прогноз оценки управляющих решений в подсистемах ОР, способы моделирования хода производственного процесса (системы массового обслуживания, А – системы Бусленко и др.) Идентификация моделей ПС. Методология ситуационного управления (СУ) в подсистемах ОР ПК. Язык семиотических моделей. Структура системы СУ; организация диалогового режима и представление знаний. Двухуровневая стратегия управления запасами. Расчет оптимальной траектории поставок материалов. Планирование потребности в поставке материальных ресурсов в условиях неполноты информации о структуре производственной программы. Пакеты прикладных программ для решения задач управления запасами. Задачи подсистемы технической подготовки производства и их место в ИАСУП металлургического комплекса.

Структура автоматизированной подсистемы управления качеством (АСУК). Показатели качества продукции в АСУК на металлургическом предприятии. Принципы и методология эволюционного и оперативного подходов к построению подсистем АСУК продукции.

Современные методы проектирования автоматических систем управления.

Прикладные программы для проектирования интегрированных АСУП и АСУТП.

Структура нейрокомпьютеров и нейронных сетей.

Основная литература

1. Методы классической и современной теории автоматического управления (в 3-х т. – под. ред. Егупова Н.Д.). УЧ., МГТУ им. Баумана, Машиностроение. 2000г.
2. Теория автоматического управления. Под ред. А.А. Воронова. ч.1,2 – М.: Высшая школа.1986г.
3. Методы анализа, синтеза и оптимизации нестационарных систем автоматического управления. Под общей ред. Пупкова К.А. Изд.МВТУ им. Баумана. М.: 1999г.
4. Емельянов С.В., Коровин С.К. Новые типы обратной связи. Управление при неопределенности. – М.: Наука, Физматгиз, 1997г.
5. Советов Б.Я., Яковлев Г.А. Моделирование систем. М.: Высшая школа, 1998г.
6. Моделирование и оптимизация управляемых динамических систем. Сб.тр./Ин-т пробл.управления; (Отв.ред. В.Ф. Кротов, А.Г. Бутковский). М.: ИПУ, 1989г.
7. Александров А.Г. Оптимальные и адаптивные системы. М.: Высшая школа, 1989г.

8. Кузнецов Н.А., Кульба В.В., Ковалевский С.С., Косяченко С.А. Методы анализа и синтеза модульных информационно-управляющих систем. М.: Физматгиз. 2002г.
9. Основы теории оптимального управления (под ред. Кротова В.Ф.). М.: Высшая школа. 1990г.
10. Теория автоматического управления. (под ред. Нетушила А.В.). М.: Высшая школа, 1983г.

Дополнительная литература

1. Салихов З.Г. Терминология основных понятий автоматики. Уч.справочное пособие. МИСиС. М.:2002г.
2. Вихров Н.М., Гаскаров Д.В., Грищенков А.А., Шнуренко А.А. Управление и оптимизация производственно-технологическими процессами. (под ред. Д.В. Гаскарова). СПб.: Энергоатомиздат. С.-Петербургское отд. 1995г.
3. Борисов А.Н. и др. Принятие решений на основе нечетких моделей. Примеры использования. Рига. Знание. 1990г.
4. Мамиконов А.Г. Теоретические основы автоматизированного управления. М.: Высшая школа. 1994г.
5. Справочник проектировщика АСУТП (под ред. Г.Л. Смилянского). М.: Машиностроение. 1983г.