

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Самарский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)



УТВЕРЖДАЮ  
Ректор ФГБОУ ВО «СамГТУ»,  
д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_ Д. Е. Быков

«27» сентября 2019 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА  
в аспирантуру СамГТУ**

по направлению подготовки **27.06.01 Управление в технических системах**

профили:

*Системный анализ, управление и обработка информации (05.13.01)*

*Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (05.13.06)*

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

К вступительным испытаниям по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре СамГТУ допускаются лица, имеющие образование не ниже высшего (специалитет или магистратура).

Прием осуществляется на конкурсной основе по результатам вступительных испытаний.

Программа вступительных испытаний по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 27.06.01 Управление в технических системах, профили: Системный анализ, управление и обработка информации, Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами составлена на основании федеральных государственных образовательных стандартов по направлениям, соответствующим укрупненной группе направлений подготовки 27.00.00 Управление в технических системах, и, охватывает базовые дисциплины подготовки специалистов и магистров по данным направлениям.

## 2. ЦЕЛЬ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительные испытания призваны определить степень готовности поступающего к освоению основной образовательной программы аспирантуры по направлению 27.06.01 Управление в технических системах, профили подготовки Системный анализ, управление и обработка информации, Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

## 3. ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительное испытание проводится в письменной форме в соответствии с установленным приемной комиссией СамГТУ расписанием.

Поступающему предлагается ответить письменно на вопросы и (или) решить задачи в соответствии с экзаменационными заданиями, которые охватывают содержание разделов и тем программы вступительных испытаний. Для подготовки ответа поступающие используют экзаменационные листы, которые впоследствии хранятся в их личном деле.

При приеме на обучение по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре результаты каждого вступительного испытания оцениваются **по пятибалльной шкале**.

Минимальное количество баллов для каждого направления подготовки, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, составляет **3 балла**.

### **Шкала оценивания:**

«**Отлично**» – выставляется, если поступающий представил развернутые, четкие ответы на основные вопросы экзаменационного билета.

«**Хорошо**» – выставляется, если поступающий представил относительно развернутые, четкие ответы на основные вопросы экзаменационного билета;

«**Удовлетворительно**» – выставляется, если поступающий представил относительно развернутые, четкие ответы на основные вопросы экзаменационного билета. при этом некоторые ответы раскрыты не полностью;

«**Неудовлетворительно**» – выставляется, если при ответе поступающего основные вопросы билета не раскрыты.

## 4. ПЕРЕЧЕНЬ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ И СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### РАЗДЕЛ 1. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ

#### 1.1. Основные понятия и задачи системного анализа

Понятия о системном подходе, системном анализе. Выделение системы из среды, определение системы. Системы и закономерности их функционирования и развития. Управляемость, достижимость, устойчивость. Свойства системы: целостность и членимость, связность, структура, организация, интегрированные качества.

Модели систем: статические, динамические, концептуальные, топологические, формализованные (процедуры формализации моделей систем), информационные, логико-лингвистические, семантические, теоретико-множественные и др.

Классификация систем. Естественные, концептуальные и искусственные, простые и сложные, целенаправленные, целеполагающие, активные и пассивные, стабильные и развивающиеся системы.

Основные методологические принципы анализа систем. Задачи системного анализа. Роль человека в решении задач системного анализа.

#### 1.2. Модели и методы принятия решений

Постановка задач принятия решений. Классификация задач принятия решений. Этапы решения задач.

Экспертные процедуры. Задачи оценивания. Алгоритм экспертизы. Методы получения экспертной информации. Шкалы измерений, методы экспертных измерений. Методы опроса экспертов, характеристики экспертов. Методы обработки экспертной информации, оценка компетентности экспертов, оценка согласованности мнений экспертов.

Методы формирования исходного множества альтернатив. Морфологический анализ.

Методы многокритериальной оценки альтернатив. Классификация методов. Множества компромиссов и согласия, построение множеств. Функция полезности. Аксиоматические методы многокритериальной оценки. Прямые методы многокритериальной оценки альтернатив. Методы нормализации критериев. Характеристики приоритета критериев. Постулируемые принципы оптимальности (равномерности, справедливой уступки, главного критерия, лексикографический). Методы аппроксимации функции полезности. Деревья решений. Методы компенсации. Методы аналитической иерархии. Методы порогов несравнимости. Диалоговые методы принятия решений. Качественные методы принятия решений (вербальный анализ).

Принятие решений в условиях неопределенности. Статистические модели принятия решений. Методы глобального критерия. Критерии Байеса—Лапласа, Гермейера, Бернулли—Лапласа, максиминный (Вальда), минимаксного риска Сэвиджа, Гурвица, Ходжеса—Лемана и др.

Принятие коллективных решений. Теорема Эрроу и ее анализ. Правила большинства, Кондорсе, Борда. Парадокс Кондорсе. Расстояние в пространстве отношений. Современные концепции группового выбора.

Модели и методы принятия решений при нечеткой информации. Нечеткие множества. Основные определения и операции над нечеткими множествами. Нечеткое моделирование. Задачи математического программирования при нечетких исходных условиях. Задача оптимизации на нечетком множестве допустимых условий. Задача достижения нечетко определенной цели. Нечеткое математическое программирование с нечетким отображением. Постановки задач на основе различных принципов оптимальности. Нечеткие отношения, операции над отношениями, свойства отношений. Принятие решений при нечетком

отношении предпочтений на множестве альтернатив. Принятие решений при нескольких отношениях предпочтения.

Игра как модель конфликтной ситуации. Классификация игр. Матричные, кооперативные и дифференциальные игры. Цены и оптимальные стратегии. Чистые и смешанные стратегии. Функция потерь при смешанных стратегиях. Геометрическое представление игры. Нижняя и верхняя цены игр, седловая точка. Принцип минимакса. Решение игр. Доминирующие и полезные стратегии. Нахождение оптимальных стратегий. Сведение игры к задаче линейного программирования.

### **1.3. Оптимизация и математическое программирование**

Оптимизационный подход к проблемам управления и принятия решений. Допустимое множество и целевая функция. Формы записи задач математического программирования. Классификация задач математического программирования.

Постановка задачи линейного программирования. Стандартная и каноническая формы записи. Гиперплоскости и полупространства. Допустимые множества и оптимальные решения задач линейного программирования. Выпуклые множества. Крайние точки и крайние лучи выпуклых множеств. Теоремы об отделяющей, опорной и разделяющей гиперплоскости. Представление точек допустимого множества задачи линейного программирования через крайние точки и крайние лучи. Условия существования и свойства оптимальных решений задачи линейного программирования. Опорные решения системы линейных уравнений и крайние точки множества допустимых решений. Сведение задачи линейного программирования к дискретной оптимизации. Симплекс-метод. Многокритериальные задачи линейного программирования.

Двойственные задачи. Критерии оптимальности, доказательство достаточности. Теорема равновесия, ее следствия и применения. Теоремы об альтернативах и лемма Фаркаша в теории линейных неравенств. Геометрическая интерпретация двойственных переменных и доказательство необходимости в основных теоремах теории двойственности. Зависимость оптимальных решений задачи линейного программирования от параметров.

Локальный и глобальный экстремум. Необходимые условия безусловного экстремума дифференцируемых функций. Теорема о седловой точке. Необходимые условия экстремума дифференцируемой функции на выпуклом множестве. Необходимые условия Куна—Таккера. Задачи об условном экстремуме и метод множителей Лагранжа.

Выпуклые функции и их свойства. Задание выпуклого множества с помощью выпуклых функций. Постановка задачи выпуклого программирования и формы их записи. Простейшие свойства оптимальных решений. Необходимые и достаточные условия экстремума дифференцируемой выпуклой функции на выпуклом множестве и их применение. Теорема Удзавы. Теорема Куна—Таккера и ее геометрическая интерпретация. Основы теории двойственности в выпуклом программировании. Линейное программирование как частный случай выпуклого. Понятие о негладкой выпуклой оптимизации. Субдифференциал.

Классификация методов безусловной оптимизации. Скорости сходимости. Методы первого порядка. Градиентные методы. Методы второго порядка. Метод Ньютона и его модификации. Квазиньютоновские методы. Методы переменной метрики. Методы сопряженных градиентов. Конечно-разностная аппроксимация производных. Конечно-разностные методы. Методы нулевого порядка. Методы покоординатного спуска, Хука—Дживса, сопряженных направлений. Методы деформируемых конфигураций. Симплексные методы. Комплекс-методы. Решение задач многокритериальной оптимизации методами прямого поиска.

Основные подходы к решению задач с ограничениями. Классификация задач и методов. Методы проектирования. Метод проекции градиента. Метод условного градиента. Методы сведения задач с ограничениями к задачам безусловной оптимизации. Методы

внешних и внутренних штрафных функций. Комбинированный метод проектирования и штрафных функций. Метод зеркальных построений. Метод скользящего допуска.

Задачи стохастического программирования. Стохастические квазиградиентные методы. Прямые и непрямые методы. Метод проектирования стохастических квазиградиентов. Методы конечных разностей в стохастическом программировании. Методы стохастической аппроксимации. Методы с операцией усреднения. Методы случайного поиска. Стохастические задачи с ограничениями вероятностей природы. Прямые методы. Стохастические разностные методы. Методы с усреднением направлений спуска. Специальные приемы регуляции шага.

Методы и задачи дискретного программирования. Задачи целочисленного линейного программирования. Методы отсечения Гомори. Метод ветвей и границ. Задача о назначениях. Венгерский алгоритм. Задачи оптимизации на сетях и графах.

Метод динамического программирования для многошаговых задач принятия решений. Принцип оптимальности Беллмана. Основное функциональное уравнение. Вычислительная схема метода динамического программирования.

#### **1.4. Современная теория управления**

Понятие об устойчивости систем управления. Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая, экспоненциальная устойчивость. Устойчивость по первому приближению. Функции Ляпунова. Теоремы об устойчивости и неустойчивости.

Устойчивость линейных стационарных систем. Критерии Ляпунова, Льенара—Шипара, Гурвица, Михайлова. Устойчивость линейных нестационарных систем. Метод сравнения в теории устойчивости: леммы Гронуолла—Беллмана, Бихари, неравенство Чаплыгина. Устойчивость линейных систем с обратной связью: критерий Найквиста, большой коэффициент усиления.

Методы синтеза обратной связи. Элементы теории стабилизации. Управляемость, наблюдаемость, стабилизируемость. Дуальность управляемости и наблюдаемости. Канонические формы. Линейная стабилизация. Стабилизация по состоянию, по выходу. Наблюдатели состояния. Дифференциаторы.

Управление при действии возмущений. Различные типы возмущений: операторные, координатные. Инвариантные системы. Волновое возмущение. Неволновое возмущение. Метод квазирасщепления. Следящие системы.

Релейная обратная связь: алгебраические и частотные методы исследования.

Стабилизация регулятором переменной структуры: скалярные и векторные скользящие режимы. Универсальный регулятор (стабилизатор Нуссбаума).

Абсолютная устойчивость. Геометрические и частотные критерии абсолютной устойчивости. Абсолютная стабилизация. Адаптивные системы стабилизации: метод скоростного градиента, метод целевых неравенств.

Управление в условиях неопределенности. Позитивные динамические системы: основные определения и свойства, стабилизация позитивных систем при неопределенности.

Аналитическое конструирование. Идентификация динамических систем. Экстремальные регуляторы – самооптимизация.

Классификация дискретных систем автоматического управления. Уравнения импульсных систем во временной области. Разомкнутые системы. Описание импульсного элемента. Импульсная характеристика приведенной непрерывной части. Замкнутые системы. Уравнения разомкнутых и замкнутых импульсных систем относительно решетчатых функций. Дискретные системы. ZET-преобразование решетчатых функций и его свойства.

Нелинейная проблема аналитического конструирования оптимальных регуляторов (АКОР). Понятие оптимальности. Постулируемые критерии качества. Проблема построения оптимизирующих функционалов. Задачи АКОР Летова–Калмана и А.А. Красовского. Самоорганизующиеся оптимальные системы с экстраполяцией. Многокритериальная оптимизация. Перспективы и трудности развития классической теории АКОР. Проблема

синтеза оптимальных законов управления и диссипативность замкнутых систем. Инвариантные многообразия и проблемы теории оптимального управления. Единая концепция теории оптимального управления.

Дифференциаторы выхода динамической системы. Гладкие нелинейные динамические системы на плоскости: анализ управляемости, наблюдаемости, стабилизируемости и синтез обратной связи. Управление системами с последействием.

Классификация оптимальных систем. Задачи оптимизации. Принцип максимума Понтрягина. Динамическое программирование. Управление сингулярно-возмущенными системами.  $H_2$ - и  $H_\infty$  - стабилизация.  $\text{Minimax}$ -стабилизация. Игровой подход к стабилизации.  $H_1$ -оптимизация управления. Вибрационная стабилизация.

Эвристические методы стабилизации: нейросети, размытые множества, интеллектуальное управление.

Физические основы синергетической теории управления. Принципы и законы сохранения. Инвариантные множества и аттракторы как цели управления синтезируемой системы. Типовые бифуркации динамических систем. Адиабатическое приближение и параметры порядка систем. Управляющие параметры. Хаос и порядок в системах. Инварианты и законы сохранения систем произвольной природы. Синергетика и проблемы управления. Принцип динамического расширения-сжатия фазового объема синтезируемых систем. Динамическая декомпозиция систем. Принцип эквивалентности (сохранения) управлений.

Расширенная постановка задачи синтеза. Сопровождающие оптимизирующие функционалы. Метод аналитического конструирования агрегированных регуляторов (АКАР): скалярное и векторное управление. Синергетический синтез динамических регуляторов с наблюдателями состояния. Синергетический синтез систем адаптивного, терминального и разрывного управлений. Модели и инварианты электромеханических и технологических систем. Синергетический синтез векторных регуляторов ЭМС. Синергетический синтез иерархических многомерных и многосвязных систем управления. Автоколебания нелинейных систем, отображение А. Пуанкаре, функция последования, диаграмма Ламеррея. Орбитальная устойчивость. Теоремы об устойчивости предельных циклов: Андронова—Витта, Кенигса. Существование предельных циклов: теоремы Бендиксона, Дюлока.

## **1.5. Компьютерные технологии обработки информации**

Определение и общая классификация видов информационных технологий. Модели, методы и средства сбора, хранения, коммуникации и обработки информации с использованием компьютеров.

Понятие информационной системы, банки и базы данных. Логическая и физическая организация баз данных. Модели представления данных, архитектура и основные функции СУБД. Распределенные БД. Принципиальные особенности и сравнительные характеристики файл-серверной, клиент-серверной и интранет технологий распределенной обработки данных.

Реляционный подход к организации БД. Базисные средства манипулирования реляционными данными. Методы проектирования реляционных баз данных (нормализация, семантическое моделирование данных, ER-диаграммы).

Языки программирования в СУБД, их классификация и особенности. Стандартный язык баз данных SQL.

Перспективные концепции построения СУБД (ненормализованные реляционные БД, объектно-ориентированные базы данных и др.).

Основные сетевые концепции. Глобальные, территориальные и локальные сети. Проблемы стандартизации. Сетевая модель OSI. Модели взаимодействия компьютеров в сети.

Среда передачи данных. Преобразование сообщений в электрические сигналы, их виды и параметры. Проводные и беспроводные каналы передачи данных.

Локальные сети. Протоколы, базовые схемы пакетов сообщений и топологии локальных сетей. Сетевое оборудование ЛВС.

Глобальные сети. Основные понятия и определения. Сети с коммутацией пакетов и ячеек, схемотехника и протоколы. Принципы межсетевого взаимодействия и организации пользовательского доступа. Методы и средства защиты информации в сетях. Базовые технологии безопасности.

Сетевые операционные системы. Архитектура сетевой операционной системы: сетевые оболочки и встроенные средства. Обзор и сравнительный анализ популярных семейств сетевых ОС.

Основные разделы теории и приложений искусственного интеллекта. Описание и постановка задачи. Задачи в пространстве состояний, в пространстве целей. Классификация задач по степени сложности. Линейные алгоритмы. Полиномиальные алгоритмы. Экспоненциальные алгоритмы.

Виды и уровни знаний. Знания и данные. Факты и правила. Принципы организации знаний. Требования, предъявляемые к системам представления и обработки знаний. Формализмы, основанные на классической и математической логиках. Современные логики. Фреймы. Семантические сети и графы. Модели, основанные на прецедентах. Приобретение и формализация знаний. Пополнение знаний. Обобщение и классификация знаний. Логический вывод и умозаключение на знаниях. Проблемы и перспективы представления знаний.

Назначение и принципы построения экспертных систем. Классификация экспертных систем. Методология разработки экспертных систем. Этапы разработки экспертных систем. Проблемы и перспективы построения экспертных систем.

### Список рекомендуемой литературы

1. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. М.: Наука, 1988.
2. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. М.: Логос, 2000.
3. Мушик Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений. М.: Мир, 1990.
4. Рыков А.С. Методы системного анализа: Многокритериальная и нечеткая оптимизация, моделирование и экспертные оценки. М.: Экономика, 1999.
5. Реклейтис Г., Рейвиндран А., Регсдел К. Оптимизация в технике. Т. 1, 2. М.: Мир, 1986.
6. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. М.: Факториал Пресс, 2002.
7. Волкова В.Н. Денисов А.А. Основы теории систем. С.-Пб: Издательство СПбГТУ, 2004.
8. Востриков А.С., Французова Г.А. Теория автоматического регулирования: Учеб. пособие для ВУЗов. – М.: Высшая школа, 2004. – 365 с.: ил.
9. Современная прикладная теория управления. Ч.І. «Оптимизационный подход в теории управления» //Под редакцией А.А. Колесникова. –Москва– Таганрог, ФЦ «Интеграция», 2000.
10. Современная прикладная теория управления. Ч.ІІ. «Синергетический подход в теории управления» // Под редакцией А.А. Колесникова. –Москва– Таганрог, ФЦ «Интеграция», 2000.
11. Современная прикладная теория управления. Ч.ІІІ. «Новые классы регуляторов технических систем» // Под редакцией А.А. Колесникова. – Москва–Таганрог, ФЦ «Интеграция», 2000.
12. Колесников А.А. Прикладная синергетика: основы системного синтеза. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2007.
13. Колесников А.А. Синергетические методы управления сложными системами: теория системного синтеза. –М.: УРСС, 2011.

14. Воронов А.А. Введение в динамику сложных управляемых систем. –М.: Наука, 1985.
15. Алексеев А.А., Имаев Д.Х., Кузьмин Н.Н., Яковлев В.Б. Теория управления. –СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 1999.
16. Андриевский Б.Р., Фрадков А.Л. Избранные главы теории автоматического управления. –СПб.: Наука, 1999.
17. Колесников А.А. Синергетическая теория управления. – М.: Энергоатомиздат, 1994.
18. Терехов В.А., Ефимов Д.В., Тюкин И.Ю., Антонов В.Н. Нейросетевые системы управления. –СПб.: Изд-во СПбГУ, 1999.
19. Мирошник И.В., Никифоров В.О., Фрадков А.П. Нелинейное и адаптивное управление сложными динамическими системами. –СПб.: Наука, 2000.
20. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Г. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб.: Питер, 2000.
21. Ларичев О.И., Мошкович Е.М. Качественные методы принятия решений. М.: Наука, 1996.
22. Саати Т., Керис К. Аналитическое планирование. Организация систем. М.: Радио и связь, 1991.
23. Воронов А.А. Введение в динамику сложных управляемых систем. М.: Наука, 1985.
24. Цыпкин Я.З. Основы теории автоматических систем. М.: Наука, 1977.
25. Першин И.М. Анализ и синтез систем с распределенными параметрами. Из- во РИА-КМВ. 2007.- 250с.
26. Синергетика и проблемы теории управления: сборник научных трудов /под ред. А.А. Колесникова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004.
27. Красовский А.А. Проблемы физической теории управления //Автоматика и телемеханика. – 1990. – №11.
28. Тюкин И.Ю., Терехов В.А. Адаптация в нелинейных динамических системах. – М.: УРСС, 2008.
29. Kokotovic P.V., Arcak M. Constructive Nonlinear Control: progress in the 90'S //Prepr. 14th IFAC World Congress. Beijing. China, 1999.
30. Шильяк Д. Децентрализованное управление сложными системами. –М.: Мир, 1994.

## **РАЗДЕЛ 2. АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ**

### **2.1. Теория автоматического управления**

Принципы построения автоматических систем управления. Реализация принципов на функциональном уровне. Законы управления. Способы реализации законов управления линейного, нелинейного и псевдолинейного классов. Передаточные функции систем. Статические и астатические системы и их передаточные функции. Виды воздействий и оценка точности их отработки астатическими системами с различным порядком астатизма.

Устойчивость линейных и нелинейных систем по Ляпунову. Особенности и виды устойчивости нелинейных систем. Частотные методы оценки устойчивости линейных и нелинейных систем.

Методы оценки качества систем управления во временной, частотной областях и в плоскости корней.

Методы синтеза непрерывных и дискретных систем. Методы анализа нелинейных систем управления. Системы с перестройкой структуры. Способы организации скользящего режима.

Методы оптимизации детерминированных систем. Критерии оптимизации. Ограничения. Применение принципа максимума Понтрягина для синтеза управляющего устройства систем с объектами управления второго порядка с вещественными и комплексно-



сопряженными корнями. Определение и классификация импульсных систем. Импульсный элемент и его математическое описание. Теорема Котельникова. Свойства Z-преобразования. Дискретная передаточная функция и частотные характеристики импульсных систем.

Методы анализа устойчивости и качества импульсных систем. Аналитический метод синтеза импульсных систем управления.

Системы управления робастного класса. Методы оценки устойчивости. Критерии робастной устойчивости.

Случайные процессы и их вероятностное описание. Свойства вероятностных характеристик.

Анализ систем стохастического класса при случайных воздействиях во временной и частотной областях. Методы идентификации стохастических систем. Уравнение Винера-Хопфа и способы его решения.

Синтез оптимальных систем по минимуму среднеквадратической ошибки. Необходимое и достаточное условие минимума. Методика синтеза оптимальных систем с учетом ее физической осуществимости.

## **2.2. Автоматизация технологических процессов и производств**

Общие принципы построения систем автоматизации (СА) технологических процессов и производств (ТП и П). Типы производств и их классификация. Управление производством и ТП.

Основные принципы автоматизации управления ТП. Виды систем автоматизации и управления (СА и У) ТП.

Особенности построения АСР расхода, уровня, температуры, соотношения расходов (по выбору комиссии).

Расчет настроек регуляторов одноконтурных АСР (на примере одного из «точных» методов).

Инвариантные АСР. Принципы построения. Особенности расчета настроек. Каскадные АСР. Принципы построения. Особенности расчета настроек.

Системы программно-логического управления: назначение и принцип построения.

Исполнительные устройства систем автоматики (пневматические, гидравлические или электрические - по выбору комиссии). Основные характеристики. Виды расчетов.

Прочитать ФСА того или иного производства (процесса). Прочитать принципиальную электрическую (пневматическую) схему автоматизации.

## **2.3. Моделирование объектов и СУ**

Понятия «модель» и «моделирование». Виды моделей, требования к моделям. Методы построения и исследования моделей, сравнительный анализ. Типовые математические модели объектов и СУ. Операторные модели. Модели в пространстве состояния. Конечные автоматы. Марковские случайные процессы.

Цифровое моделирование объектов и СУ. Методы дискретизации непрерывных моделей. Построение временных динамических процессов. Идентификация математических моделей объектов и СУ. Основные понятия. Методы идентификации, сравнительный анализ.

Способы задания математической модели (модели «серого» и «черного» ящика). Классификация моделей по времени, виду зависимости, уровню формализации. Понятие о задаче идентификации. Место идентификации в общей проблеме математического моделирования. Примеры структурных схем, включающие процесс идентификации объекта.

Регрессионный анализ. Основное уравнение МНК. Гипотезы и методика классического МНК. Свойства МНК-оценок.

## 2.4. Численные методы

Приближенное решение алгебраических и трансцендентных уравнений (аналитический способ отделения корней; методы уточнения корней: дихотомии, хорд, касательных, касательных (упрощенный), комбинированный, итераций; оценка погрешности приближений).

Решение систем линейных уравнений (методы: Гаусса, Гаусса с выбором главного элемента, Гаусса-Жордана, простых итераций, Зейделя; применение метода Гаусса для вычисления детерминантов; применение метода Гаусса для обращения матриц).

Интерполяция функций (теорема существования и единственности интерполяционного полинома; интерполяционные полиномы Ньютона; интерполяционный полином Лагранжа; экстраполяция; обратная интерполяция; оценка погрешности приближения функции интерполяционным полиномом; выбор оптимальных узлов интерполяции; сплайн-интерполяция).

Приближенное вычисление определенных интегралов (квадратные формулы: прямоугольников, Ньютона-Котеса (трапеций, Симпсона), Чебышева, Гаусса; оценка погрешности квадратурных формул).

Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений (методы Эйлера, Эйлера (уточненный), Адамса, Рунге-Кутта 4-го порядка, Милна; численное решение систем дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений высших порядков).

Математическая обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов.

## 2.5. Технические средства автоматизации

Государственная система приборов и средств автоматизации (ГСП). Назначение, принцип построения и структура. Унификация и стандартизация ГСП. Принцип агрегатирования.

Основные понятия об элементах систем автоматизации. Классификация элементов автоматических систем.

Электрические элементы автоматики. Электронные средства автоматизации. Полупроводниковые линейные и нелинейные преобразователи аналоговых сигналов. Промышленные полупроводниковые устройства автоматики. Аналоговые и импульсные регулирующие блоки. Полупроводниковые формирователи типовых законов управления.

Измерительно-преобразовательные средства автоматизации. Потенциметрический, индуктивный и емкостные преобразователи перемещения.

Типовая структура АСУ ТП. Функции устройств связи с объектом. Первичные измерительные преобразователи. Исполнительные устройства, исполнительные механизмы. Передача измерительных сигналов. Полоса пропускания и шум. Статические характеристики первичных преобразователей, Динамические характеристики первичных преобразователей.

Ввод аналоговых сигналов в компьютер. Дискретизация аналоговых сигналов. Основные этапы обработки измерительной информации в компьютере (ПЛК). Цифровая фильтрация. Масштабирование и линеаризация сигнала АЦП.

Открытая модульная архитектура контроллеров. Программируемые логические контроллеры. Аппаратная архитектура. Цикл контроллера. Технологии VME и PCI. Основные характеристики модулей центральных процессоров. Основные характеристики модулей аналогового ввода-вывода. Основные характеристики модулей дискретного ввода-вывода.

Промышленные сети. «Закрытые» и «открытые» стандарты. Модель взаимодействия открытых систем (OSI-модель). Применение модели ВОС в промышленных сетях. Передача данных (интерфейсы RS-232C, RS-422, RS-485). Методы доступа к шине, шинный арбитраж.

Основные критерии выбора стандарта промышленной сети. Протокол MODBUS. Протокол CANBUS. Протокол HART. Протокол ASI. Протокол PROFIBUS

Проектирование систем автоматизации на базе вычислительных средств. Этапы проектирования. Ограничения при проектировании.

Понятие SCADA-системы. Основы работы. Основные задачи, решаемые SCADA-системами. Архитектура типовой SCADA-системы. Обмен данными в SCADA-системе.

## 2.6. Информационные системы и инструментарий программирования

Общие представления о процессе управления с точки зрения информации. Техническое обеспечение информационных технологий управления. Программные средства информационных систем управления. Основные задачи программного обеспечения баз данных.

Жизненный цикл информационных систем, ее основные компоненты. Цели и проблемы при проектировании баз данных. Базы данных в структуре информационных систем. Требования, предъявляемые к базам данных. СУБД. Понятия первичного и вторичного ключа, индекса. Понятие транзакций. Способы обеспечения целостности данных.

Физическая организация данных в СУБД. Последовательное и связанное распределение памяти. Статическое и динамическое распределение памяти. Методы поиска и индексирования файлов.

Интеллектуальные информационные системы.

Инструментарий технологии программирования. Языки и среды программирования – состав, назначение, классификация. Современные возможности языков и сред программирования. Транслятор, компилятор, интерпретатор: определение и назначение.

Понятие структуры данных. Классификация структур данных. Основные типы данных, их особенности. Способы представления в памяти ЭВМ переменных различных типов. Формы представления чисел в ЭВМ. Размещение в памяти ЭВМ массивов, множеств, записей, строк.

Статические и динамические переменные. Динамические структуры данных. Виды списков. Стек. Очередь. Кольцо. Реализация простейших операций при работе со стеком – занесение элемента в стек, извлечения из стека. Примеры задач, решаемых с помощью списка.

Понятие «эффективность» и «оптимизации» программ. Критерии оптимизации программного кода. Способы оптимизации по затратам процессорного времени, по затратам памяти. Примеры оптимизации программного кода.

### Список рекомендуемой литературы

1. Бесекерский, В.А. «Теория систем автоматического управления»/В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. 4-е изд., перераб. и доп..-СПб.:Профессия, 2003.-747 с..-(Специалист)
2. Башарин С.А., Федоров В.В. Теоретические основы электротехники. Теория электрических цепей и электромагнитного поля: учебное пособие.- М.: Академия, 2004.- 303 с.
3. Дейч А.М. Методы идентификации динамических объектов. - М.: Энергия, 1979.
4. Первозванский А.А. Курс теории автоматического управления. - М.: Наука, 1986
5. Иванов Е.А. Метод пространства состояний в теории линейных непрерывных и цифровых систем управления. - М.: МИЭТ, 1990.
6. Ротач, В.Я. «Теория автоматического управления: учебник для студ. вузов»/ В.Я. Ротач.-2-е изд., перераб. и доп..-М.:МЭИ, 2004.-398 с.
7. «Теория автоматического управления: учебник для вузов» / под ред. В.Б. Яковлева. – М.: Высшая школа, 2003.- 566 с.
8. Подчукаев, В.А. «Аналитические методы теории автоматического управления»/ В.А. Подчукаев.- М.: Физматлит, 2002.- 256 с.
9. Лачин, В.И. Электроника: Учеб. пособие. – 4-е изд. / В.И. Лачин, Н.С. Савелов.- Ростов н/д: Феникс, 2004.-576 с.

10. Теория автоматического управления. В 2-х частях. Под ред. А.А.Воронова. – М.: Высшая школа, 1986. 62-50(075.8), Т-338.
11. Автоматизация измерений и контроля электрических и неэлектрических величин. Под ред. д.т.н. А.А.Сазонова. – М.: Издательство стандартов, 1987.
12. Куо Б. Теория и проектирование цифровых систем управления. – М.: Машиностроение, 1986.
13. Информационные технологии управления: Учебное пособие для вузов / под ред. проф. Г.А. Титоренко.- М.:ЮНИТИ, 2003 г.
14. Федоров Ю.Н. «Основы построения АСУТП взрывоопасных производств»: 2 тома, НПО СИНТЕГ-2006.
15. Голенищев Э.П., Клименко И.В. Информационное обеспечение систем управления. Серия «Учебники и учебные пособия». Ростов н/д: Феникс, 2003.-352 с.
16. Сильвестров А.Н., Чинаев П.И. Идентификация и оптимизация автоматических систем. - М.: Энергоатомиздат, 1987.
17. Батырев Е.В. Алгоритмические и технические средства обработки сигналов - РИО МИЭТ 2003.
18. Управление гибкими производственными системами. Модели и алгоритмы. Под ред. акад. С.В.Емельянова. – М.: Машиностроение, 1987.
19. Рубанов В.Г., Филатов А.Г. «Интеллектуальные системы автоматического управления нечеткое управление в технических системах»: Учебное пособие: Белгород-Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2005 г.-171 с.
20. Сергеев А.Г., Латышев М.В., Теречеря В.В. Метрология, стандартизация, сертификация. – М.: "Логос", 2001.
21. Юревич Е.И. Основы робототехники. – 2-е изд., перераб. и доп. –СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.
22. Автоматизация технологического оборудования микроэлектроники. Под ред. д.т.н. А.А.Сазонова. – М.: Высшая школа, 1991.
23. Арсеньев Ю.Н., Журавлев В.М. Проектирование систем логического управления на микропроцессорах. - М.: Высшая школа, 1991.
24. Никифоров А.Д., Бакиев Т.В. Метрология, стандартизация и сертификация. - М.: Высшая школа, 2002.
25. Дмитриев В.И. Прикладная теория информации. М.: ВШ, 1989, 320 с
31. 26. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы.- М.:ВШ, 1988, 448 экз.
26. Дядюнов А.Н. Адаптивные системы сбора и передачи информации. - М.: Машиностроение, 1988. Справочник по РС микропроцессорам. М: 2006