

1. В основу программы положены следующие дисциплины:

- *Общая электротехника и электроника*
- *Теория автоматического управления*
- *Метрология, стандартизация и сертификация*
- *Программирование и основы алгоритмизации*
- *Вычислительные машины, системы и сети*
- *Моделирование систем*

2. Содержание программы

Раздел 1. Программирование и основы алгоритмизации

Основные этапы решения задач с использованием ЭВМ. Понятие программы. Классификация программных средств. Жизненный цикл программной системы. Общие подходы к построению прикладных программных средств. Этапы и технология решения задач по проектированию прикладного программного обеспечения на ПЭВМ. Базовые качественные характеристики прикладных программных продуктов - вычислительная эффективность, корректность и верифицируемость, компактность, мобильность, надежность, модифицируемость, гибкость, свойства программных и пользовательских интерфейсов. Документирование программных разработок. Единая система программной документации ЕСПД и ее основные компоненты.

Понятие языка программирования. Основные парадигмы программирования – процедурное, логическое, функциональное, объектно-ориентированное программирование. Основные классификационные признаки и характеристики языков программирования. Синтаксис и семантика языка. Система языка. Понятие алгоритмического языка программирования и наиболее распространенные представители универсальных алгоритмических языков высокого уровня. Система программирования и инструментальные средства поддержки основных этапов проектирования прикладных программных продуктов с использованием алгоритмического языка программирования. Обзор инструментальных систем поддержки синтеза программного обеспечения. Функциональное содержание процессов компиляции (трансляции, интерпретации) и построения загрузочных модулей, отладочных операций и тестирования.

Место языка С в общей иерархии алгоритмических языков программирования. Отличительные особенности языка и систем программирования С/С++. Тенденции развития языка. Основные различия С и С++. Реализации языка для различных вычислительных платформ и операционных сред.

Понятия программы, модуля, программной единицы. Общая структура С-программы. Принципы структурного и модульного программирования. Функции как базовая единица структуризации С-программы. Пользовательские и библиотечные функции. Заголовочные файлы. Препроцессор С. Основные директивы препроцессора. Основные виды программных описаний в С. Номенклатура программных спецификаций в С-программах. Алфавит языка. Ключевые слова и символы. Понятие оператора. Действия и декларации. Синтаксис описания констант и переменных. Операторы и управляющие конструкции. Простые и составные операторы. Операторы, операции и выражения.

Синтаксис управляющих конструкций языка: операторы условного и безусловного перехода, операторы выбора, конструкции циклов, вспомогательные операторы. Базовые операции ввода/вывода.

Описание функций. Декларация, реализация и вызов функции. Формальные и фактические параметры. Механизмы передачи параметров. Локальные и глобальные переменные. Область видимости и время жизни объектов. Классы памяти (auto, register, static, extern). Понятие полиморфизма. Рекурсия.

Единая концепция образования типов данных в С/С++. Базовые типы данных. Скалярные типы. Арифметические типы данных, предварительные сведения об указателях, ссылках (для С++) и перечислений enum. Целочисленные, вещественные и символьные данные. Неопределенный тип void. Модификаторы типов. Физическая реализация базовых типов. Явные и неявные преобразования типов. Совместимость типов. Операции над базовыми типами. Арифметические и логические операции, операции отношения, битовая арифметика, сложные присвоения. Операции над указателями. Приоритеты операций и образование выражений. Базовые и пользовательские типы данных. Порядок образования типов в С и С++.

Базовые структуры данных в языке. Агрегированные типы данных в С и С++. Понятие массива. Индексирование. Синтаксис описания массивов. Обращение к элементам массива. Инициализация массивов. Массивы и указатели. Арифметика указателей при индексировании. Двумерные и многомерные массивы.

Строки и операции над ними. Понятия структуры `struct` и объединения `union`. Декларация типов - структур и объединений. Механизмы доступа к полям. Указатели на структуры и объединения. Инициализация структур и объединений.

Способы агрегирования структур данных и пользовательские типы. Типообразование и оператор `typedef`. Типы-функции.

Файлы. Логическая и физическая организация файлов. Текстовые и бинарные файлы. Фиксированный и нефиксированный форматы. Разновидности файлов. Режимы доступа. Последовательный и прямой доступ. Основные операции над файлами (открытие/закрытие, чтение/запись, позиционирование, буферизация). Понятие потока. Стандартные потоки в C++.

Общее понятие модели данных. Основные виды моделей и подходы к их построению. Интенциональное и экстенциональное содержание модели данных. Спецификации данных. Организация структур данных и выразительные средства языка программирования. Критерии эффективности моделей данных и методы их исследования. Корректность моделей и данных. Взаимосвязь структур данных и алгоритмов их обработки.

Динамические данные. Понятие статических и динамических данных. Ресурсы ОЗУ и распределение основной памяти. Отображаемая (EMS), расширенная (XMS) и "верхняя" память. Распределение памяти под программу. Конфигурирование ресурсов ОЗУ (модели памяти). Механизмы выделения / освобождения динамической памяти и их описание средствами языка программирования.

Сложные структуры данных. Списочные структуры. Простейшие виды линейных списков (очереди, стеки, деки, циклические списки). Основные операции над списками. Статическая и динамическая реализации списочных структур. Одно- и многосвязные списки. Однородные и неоднородные списки. Мультисписки. Использование списков. Деревья. Основные определения. Способы представления деревьев. Основные разновидности деревьев. Бинарные деревья. Простейшие алгоритмы построения деревьев. Представление сильно ветвящихся деревьев. Преобразования в линейные формы. Обобщенная структура алгоритмов префиксного, инфиксного и постфиксного обхода деревьев.

Сети. Общая характеристика сетевых структур данных. Статические и динамические формы представления сетей. Матрицы смежности и инцидентий. Списочные реализации сетей.

Основные характеристики программных алгоритмов. Основные подходы к синтезу алгоритмов (частных целей, подъема, возврата, эвристический, рекурсивный, моделирование, метод ветвей и границ, программирование с откатом). Основные разновидности и характеристики алгоритмов. Этапы разработки. Взаимосвязь алгоритмов, моделей данных и постановок задач.

Базовые классы программных алгоритмов. Алгоритмы поиска. Поиск на линейных структурах. Последовательный перебор. Поиск с барьерами. Поиск в упорядоченной линейной структуре. Алгоритм деления пополам. Поиск в строке. Алгоритм Бойера-Мура. Поиск по ключу. Хеширование. Виды хеш-таблиц и хеш-функций. Разрешение коллизий. Поиск на деревьях и сетях. Деревья числового поиска. Поиск с включением. Сбалансированные деревья и поиск на AVL-деревьях. Использование деревьев при поиске ключа в таблице. Деревья цифрового поиска. Поиск и навигация в сети. Поиск изоморфных вложений. Поиск путей в графах. Матрицы транзитивных замыканий и алгоритм Уоршела.

Алгоритмы сортировки. Общая постановка задачи сортировки. Разновидности методов сортировки. Сортировка на пирамидах (алгоритм HeapSort). Быстрая сортировка (алгоритм QuickSort). Сортировка линейных структур последовательного доступа (последовательностей). Алгоритм прямого слияния (StraightMerge). Топологическая сортировка. Сравнительные характеристики алгоритмов сортировки.

Примеры известных математических алгоритмов. Алгоритм поиска минимального остовного дерева. Поиск кратчайших путей. Генераторы последовательностей псевдослучайных чисел.

Основные концепции объектно-ориентированного программирования и язык C++. Понятие класса. Механизм классов в общем процессе типообразования. Инкапсуляция, наследование, полиморфизм.

Описание классов. Структура и разделы описания класса. Члены-данные и члены-функции. Доступ к элементам класса. Правила декларирования и описания методов класса. Друзья класса. Конструкторы и деструкторы. Классы и экземпляры объектов класса. Разновидности классов. Абстрактные классы. Перегрузка функций и операций. Правила перегрузки и семантические ограничения.

Наследование. Базовые и производные классы. Иерархия библиотечных классов. Одиночное и множественное наследование. Виртуальные функции. Механизмы построения производных классов. Контейнеры. Обобщенные классы. Шаблоны (template). Описание шаблонов функций и классов. Шаблоны и наследование.

Технология объектно-ориентированного программирования. Общие подходы к проектированию программных продуктов с использованием объектно-ориентированного программирования. Библиотеки

классов. Классы и модули. Методология построения иерархий классов и использования библиотек стандартных классов.

Раздел 2. Техническое обеспечение систем автоматизации и управления

Схема замещения, параметры и характеристики транзистора. Основные технические параметры и характеристики электронных усилителей (коэффициенты усиления, амплитудная характеристика, динамический диапазон усиления, коэффициент нелинейных искажений, амплитудная и фазовая частотные характеристики, коэффициент частотных искажений).

Усилительный каскад на биполярном транзисторе. Выбор положения точки покоя при различных способах включения нагрузки. Стабилизация рабочей точки с помощью обратных связей.

Структура многокаскадного усилителя переменного тока. Режимы работы каскадов усиления мощности. Одно- и двухтактные усилители мощности. Усилительные каскады с реостатно-емкостной связью. Эмиттерный повторитель.

Обратная связь в электронных усилителях: основные определения, виды обратных связей, влияние обратной связи на коэффициент усиления, влияние отрицательной обратной связи на входное и выходное сопротивления.

Основные параметры, структура и типы операционных усилителей. Сдвиги нуля и их компенсация. Компенсация погрешности от протекания входных токов. Основные схемы включения операционного усилителя.

Устройства суммирования и вычитания. Интегрирующий и дифференцирующий усилители. Активные фильтры и регуляторы на операционных усилителях.

Ключевой режим работы биполярного транзистора. Схемы транзисторных ключей. Ключевой режим работы операционного усилителя. Компараторы аналоговых сигналов. Триггер Шмитта.

Мультивибратор и одновибратор на операционном усилителе. Блокинг-генератор. Генераторы линейно изменяющегося напряжения. Генераторы синусоидальных колебаний.

Логические переменные. Функционирование логических элементов ИЛИ, И, НЕ, ИЛИ-НЕ, И-НЕ, исключающее ИЛИ.

Шифратор и дешифратор. Мультиплексор и демультиплексор. Постоянное запоминающее устройство. Сумматоры.

Асинхронные и синхронные триггеры. Функциональное назначение входов триггера. Функционирование RS-триггера, D-триггера, T-триггера, JK-триггера.

Арифметико-логическое устройство. Цифро-аналоговые преобразователи на основе резистивной матрицы $R-2R$ и с двоично-взвешенными сопротивлениями. Аналого-цифровые устройства, работающие по методу последовательного счета, поразрядного уравнивания и считывания. Интегрирующие аналого-цифровые преобразователи.

Структура источника питания. Классификация выпрямительных схем и их параметры. Однополупериодная схема неуправляемого выпрямителя. Двухполупериодная схема с нулевым выводом. Однофазная мостовая схема. Трехфазная схема с нулевым выводом. Трехфазная мостовая схема. Сравнение схем выпрямления.

Системы управления преобразовательными устройствами и требования к ним. Работа управляемого выпрямителя на активную и активно-индуктивную нагрузки. Режимы непрерывного и прерывистого тока. Регулировочные характеристики.

Классификация средств измерений. Метрологические характеристики средств измерений (статический режим). Нормирование метрологических характеристик, классы точности СИ. Оценка инструментальных погрешностей результатов измерений.

Классификация измерений. Виды и методы измерений. Прямые, косвенные, совместные и совокупные измерения. Методы непосредственной оценки и методы сравнения с мерой. Статические и динамические измерения. Непрерывные и дискретные измерения.

Классификация погрешностей измерений. Обработка результатов измерений. Однократные и многократные измерения. Систематические и случайные погрешности при прямых, косвенных и совместных измерениях. Формы представления результатов и погрешностей измерений.

Измерительные преобразователи электрических сигналов. Электромеханические измерительные приборы (в т.ч. с преобразователями). Электронные измерительные приборы. Электронные осциллографы: универсальные, импульсные, двухканальные и двухлучевые, цифровые.

Аналого-цифровые преобразователи последовательного счета, поразрядного уравнивания, считывания. Электронно-счетные частотомеры. Цифровые приборы для измерения параметров электрических цепей.

Определение целей и задач проведения измерительного эксперимента. Активный и пассивный эксперименты.

Измерение токов и напряжений. Особенности измерения малых и больших токов и напряжений. Измерение частоты, периода и фазы периодических электрических сигналов. Измерение параметров импульсных сигналов.

Применение измерительных мостов, аналоговых и цифровых измерителей параметров электрических цепей. Особенности измерения больших и малых сопротивлений. Сравнительный анализ различных способов и средств измерения параметров цепей.

Индукционные измерительные преобразователи. Электронные преобразователи мощности. Измерения в маломощных цепях. Применение измерительных трансформаторов тока и напряжения.

Физические принципы построения первичных измерительных преобразователей. Параметрические и генераторные преобразователи. Схемы включения измерительных преобразователей. Методы и средства измерения температуры.

Измерение напряженности постоянного и переменного магнитного поля. Измерение магнитного потока и индукции. Измерение характеристик магнитных материалов.

Основные понятия и определения стандартизации. Правовая основа и научная база стандартизации; государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов.

Основные цели, объекты, схемы и системы сертификации; система сертификации "ГОСТ". Аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий. Обязательная и добровольная сертификация. Правила и порядок проведения сертификации.

Принцип действия вычислительных машин (ВМ). Архитектура ВМ и многоуровневая организация вычислений. Аппаратные средства, системное и прикладное программное обеспечение ВМ. Классификация средств цифровой вычислительной техники. Основные параметры и характеристики ВМ.

Понятие процессора. Система команд ВМ: форматы команд, способы адресации и списки операций. Принципы работы устройств управления процессоров. Классификация и особенности организации современных процессорных устройств (CISC-, RISC-, VLIW-, суперскалярные и суперконвейерные процессоры).

Иерархическая организация памяти в ВМ. Классификация и сравнительная характеристика запоминающих устройств. Оперативное запоминающее устройство, принципы организации. КЭШ-память, принципы организации.

Принципы построения внешних запоминающих устройств. Системы адресации, используемые в различных типах внешних запоминающих устройств.

Проблемы организации обмена данными между устройствами ВМ. Основы организации системы прерываний. Многоуровневые прерывания. Векторное прерывание. Организация прямого доступа к памяти. Организация систем ввода-вывода, периферийные устройства. Унификация средств обмена и интерфейсы ВМ. Принципы организации устройств сопряжения ВМ с объектом в системах управления.

Структура и организация работы современного компьютера.

Архитектурные особенности современных микропроцессорных систем (МПС). Базовая структура, основные характеристики. Микроконтроллеры (однокристалльные микро-ЭВМ) и цифровые процессоры обработки сигналов с аналоговыми устройствами ввода-вывода.

Особенности программного обеспечения МПС. Состав и основные компоненты программных систем. Проектирование аппаратных и программных средств. Инструментальные средства разработки и отладки.

Классификация и тенденции развития систем обработки данных. Вычислительный комплекс, система, сеть - как развитие понятия ВМ в процессе эволюции средств вычислительной техники.

Принципы построения многопроцессорных систем. Классификация. Уровни и средства связывания процессорных модулей. Топология вычислительных систем.

Локальные вычислительные сети (ЛВС) как магистральное направление развития информационно-управляющих систем с распределенной обработкой данных: систем числового программного управления. Принципы построения ЛВС.

Раздел 3. Теория управления и моделирование систем

Понятия об управлении и системах управления (СУ). Задачи теории управления. Принципы управления. Линейные модели «вход-выход»: дифференциальные уравнения; передаточные функции;

временные и частотные характеристики. Линейные модели «вход-состояние-выход» — системы уравнений в форме пространства состояний. Линейные модели с раскрытой причинно-следственной структурой: структурные схемы; сигнальные графы. Типовые звенья и их характеристики. Преобразование форм представления моделей. Правила эквивалентного структурного преобразования графов. Вычисление передаточных функций. Задачи анализа СУ. Устойчивость по начальным условиям и устойчивость вход-выход. Алгебраические и частотные критерии устойчивости. Инвариантность СУ. Формы инвариантности. Селективная инвариантность к степенным и гармоническим воздействиям. Чувствительность СУ. Показатели качества процессов СУ: корневые, интегральные, частотные. Управляемость и наблюдаемость СУ. Алгебраические критерии управляемости и наблюдаемости. Принцип дуальности. Задачи синтеза СУ. Стабилизация неустойчивых объектов методами модального управления. Синтез наблюдателя состояния. Синтез следящих систем частотным методом. Коррекция СУ.

Понятия об импульсных и цифровых СУ. Решетчатые функции и разностные уравнения. Математическое описание идеального импульсного элемента. Передаточные функции и частотные характеристики разомкнутых и замкнутых дискретных СУ. Линейные модели дискретных СУ в форме пространства состояний. Устойчивость дискретных СУ. Критерии устойчивости. Процессы в дискретных СУ. Показатели качества процессов дискретных СУ. Синтез дискретных СУ.

Анализ линейных СУ при случайных воздействиях. Прохождение случайного сигнала через линейное звено. Замкнутая СУ при случайных воздействиях. Способы вычисления дисперсии случайного сигнала в линейных СУ. Синтез линейных СУ при случайных воздействиях. Синтез оптимальной СУ с заданной и с произвольной структурой.

Особенности поведения нелинейных СУ. Характеристики типовых нелинейных элементов. Формы представления нелинейных моделей СУ. Определение равновесных режимов и построение статических характеристик СУ. Метод фазовой плоскости. Поведение нелинейных СУ в окрестности положения равновесия. Методы построения фазовых портретов нелинейных СУ. Особенности фазовых портретов нелинейных СУ. Устойчивость движений в нелинейных СУ. Исследование устойчивости невозмущенных движений методами А.М. Ляпунова. Частотный метод исследования абсолютной устойчивости. Исследование периодических режимов нелинейных СУ методом гармонического баланса. Методы определения параметров периодических режимов. Устойчивость и чувствительность периодических режимов. Анализ нелинейных СУ при случайных воздействиях. Прохождение случайного сигнала через нелинейное звено. Исследование нелинейных СУ методом статической линеаризации. Методы синтеза нелинейных СУ.

Задачи управления объектами с распределенными параметрами. Типовые модели объектов и типовые структуры СУ с распределенными параметрами. Особенности методов анализа и синтеза СУ с распределенными параметрами.

Задачи оптимального управления. Критерии оптимизации. Классическое вариационное исчисление. Принцип максимума. Метод динамического программирования. Принцип оптимальности. Уравнение Беллмана для непрерывных СУ. Синтез СУ, оптимальных по быстродействию. Синтез СУ, оптимальных по расходу энергии (топлива). Особенности синтеза СУ, оптимальных по комбинированному критерию, учитывающему время процесса и расход топлива (энергии) на управление. Синтез СУ, оптимальных по квадратичному критерию (аналитическое конструирование регуляторов). Особенности синтеза по критерию обобщенной работы А.А. Красовского.

Задачи адаптивного управления. Целевые условия и уравнения адаптивных СУ. Алгоритмы адаптивного управления. Системы с алгоритмами прямого адаптивного управления. Системы идентификационного типа. Дискретные адаптивные СУ с неявной эталонной моделью. Дискретные адаптивные СУ с настраиваемой моделью объекта управления.

Моделирование и модели, назначение и функции модели. Роль модели в процессе познания. Натурный (физический) эксперимент и вычислительный эксперимент. Примеры моделей систем различной природы (технические, биологические, экономические, экологические и т.п.). Принципы построения и исследования математических моделей. Способы построения математических моделей: аналитический, экспериментальный (идентификация). Изоморфные модели. Преобразование подобия. Константы и критерии подобия. Теоремы подобия. Применение теории подобия при моделировании. Представление математических моделей систем по степени информативности Ранги неопределенности причинно-следственных отношений моделей. Модели структурного (топологического) ранга неопределенности, их формы представления: теоретико-множественные (теоретико-графовые), алгебраические (матричные). Модели структурно-операторного и параметрического рангов неопределенности. Модели внешней среды. Модели связей системы со средой. Модели смешанных рангов неопределенности. Понятия модели сложной системы. Аспекты сложности: структурная (статическая) сложность, динамическая сложность. Иерархия моделей. Декомпозиция и редукция

моделей. Понятия аттракторов и странных аттракторов. Элементы теории бифуркаций. Математические модели теории катастроф. Хаотические модели. Примеры хаотических моделей.

Задачи анализа моделей. Этапы анализа: структурный, структурно-операторный, параметрический. Анализ моделей систем в статических и динамических режимах. Методы определения путей и контуров, методы установления отношений касания путей и контуров. Методы определения свойств достижимости и различимости. Проблемы решения задач статики на ЭВМ. Методы решения задачи статики: метод релаксации и его геометрическая интерпретация; метод Ньютона и его геометрическая интерпретация; модификации метода Ньютона. Контроль и повышение сходимости методов. Аналитические и численные методы анализа динамики. Сеточные и проекционные методы. Скалярные и системные (матричные) методы численного моделирования. Одношаговые и многошаговые, явные и неявные методы. Устойчивость разностных методов. Погрешности моделирования систем численными методами. Выбор шага интегрирования. Жесткие модели систем. Критерий жесткости. Устойчивость жестких моделей. Методы численного моделирования уравнений в частных производных. Модели чувствительности. Методы исследования систем по моделям чувствительности. Применение моделей чувствительности систем. Статистическое моделирование систем. Псевдослучайные последовательности и процедуры их машинной генерации. Моделирование случайных воздействий на СУ. Планирование вычислительного эксперимента. Задачи и методы обработки и представления результатов моделирования. Статистический анализ результатов моделирования.

Задачи синтеза моделей систем (обратные задачи). Формализация требований к системам (модели требований). Методы построения моделей систем с заданными статическими характеристиками. Методы построения моделей систем с заданными динамическими характеристиками.

Рекомендуемая литература

К разделу 1.

1. Уэйт М., Прага С., Мартин Д. Язык Си. Пер. с англ. - М.: Мир, 1988.
2. Трой Д. Программирование на языке Си для персонального компьютера IBM PC: Пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1991.2. Рассохин Д. От Си к Си++. - М.: Изд. "Эдель", 1993.
3. Керниган Б., Ритчи Д., Фьюер А. Язык программирования Си: Задачи по языку Си: Пер. с англ. - М.: Финансы и статистика, 1985. - 279 с.: ил.
4. От Си к Си++ / Е.И. Козелл, Л.М. Романовская, Т.В. Русс и др. М.: Финансы и статистика, 1993. - 272 с.: ил.
5. Страуструп Б. Язык программирования Си++. Пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1991.
6. Эллис М., Строуструп Б. Справочное руководство по языку программирования С++ с комментариями: Пер. с англ. - М.: Мир, 1992. - 445 с.: ил.
7. Вирт Й. Алгоритмы и структуры данных. - М.: Мир, 1989.
8. Гудман С., Хидетниemi С. Введение в разработку и анализ алгоритмов. - М.: Мир, 1981.
9. Ленгсам И. и др. Структуры данных персональных ЭВМ. - М.: Мир, 1989.
10. Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ. т.1, Основные алгоритмы. - М.: Мир, 1976.
11. Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ. т.3, Сортировка и поиск. - М.: Мир, 1978.
12. Дейкстра Э. Дисциплина программирования. - М.: Мир, 1976.
13. Богумирский Б.С. Руководство пользователя ПЭВМ: В 2-х ч. Ч.1. - С.-Пб.: Ассоциация OPLCO, 1992.
14. Бруно Бабэ. Просто и ясно о С++: Пер. с англ. - М.: БИНОМ, 1995. - 400 с.: ил.
15. Пол Ирэ. Объектно-ориентированное программирование с использованием С++: Пер. с англ. / Ирэ Пол. - К.: НИПФ "ДиаСофт Лтд", 1995. - 480 с.

К разделу 2

1. Ногин В.Н. Аналоговые электронные устройства: Учеб. пособие для вузов. - М.: Радио и связь, 1992.
2. Горбачев Г.Н., Чаплыгин Е.Е. Промышленная электроника. - М.: Энергоатомиздат, 1988.
3. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника: Учеб. пособие для приборостроит. спец-тей вузов. 2-е изд. - М.: Высшая школа, 1991.
4. Коломбет Е.А., Юркович К., Зодл Я. Применение аналоговых микросхем. - М.: Радио и связь, 1990.
5. Шило В.Л. Популярные цифровые микросхемы. Справочник. - М.: Энергоатомиздат, 1988.
6. Потемкин И.С. Функциональные узлы цифровой автоматики. - М.: Энергоатомиздат, 1988.
7. Прянишников В.А. Электроника: Учебник. - СПб.: Корона принт, 1998.
8. Основы метрологии и электрические измерения: Учебник для вузов / Б.Я. Авдеев, Е.М. Антонюк, Е.М. Душин и др.; Под. ред. Е.М. Душина. - 6-е изд. - Л.: Энергоатомиздат, 1987.

9. Аналоговые электроизмерительные приборы / Е.Г. Бишард, Е.А. Киселева, Е.И. Семенов и др. – М.: Высшая школа, 1991.
10. Методы электрических измерений / Л.Г. Журавин, М.А. Мариненко, Е.М. Семенов, Э.И. Цветков. – Л.: Энергоатомиздат, 1990.
11. Цветков Э.И. Алгоритмические основы измерений. – СПб.: Энергоатомиздат, 1992.
12. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. – Л.: Энергоатомиздат, 1985.
13. ГОСТ 16263-70. Метрология. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1990.
14. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации: Учебник / А.П. Пятибратов и др. – М.: Финансы и статистика, 1998.
15. Вычислительные машины и системы: Учебник для ВУЗов; Под редакцией В.Д. Ефремова, В.Ф. Мелехина – М.: Высшая школа, 1993.
16. Гук М. Аппаратные средства IBM PC. СПб.: Питер, 1999.
17. Каган Б.М. Электронные вычислительные машины и системы: Учебное пособие для ВУЗов. – М.: Энергоатомиздат, 1991.
18. Однокристалльные микроЭВМ. – М.: МИКАП, 1994.
19. Мячев А.А., Степанов В.Н. Персональные ЭВМ и микро-ЭВМ. Основы организации: Справочник. – М.: Радио и связь, 1991.
20. Фрир Д. Построение вычислительных систем на базе перспективных микропроцессоров; Пер. с англ. – М.: Мир, 1990.

К разделу 3.

1. Теория автоматического управления: Учебник для вузов в 2-х томах / Под ред. А.А. Воронова. М.: Высшая школа, 1986.
2. Первозванский А.А. Курс теории автоматического управления: Учеб. пособие для студентов вузов. М.: Наука, 1986.
3. Солодовников В.В., Плотников В.Н., Яковлев А.В. Основы теории и элементы систем автоматического регулирования: Учебн. пособие для вузов. М.: Машиностроение, 1985.
4. Попов Е.П. Теория линейных систем автоматического регулирования и управления: Учеб. пособие для студентов вузов. М.: Наука, 1989.
5. Александров А.Г. Оптимальное и адаптивное управление: Учеб. пособие для студентов вузов. М.: Высшая школа, 1989.
6. Ерофеев А.А. Теория автоматического управления: Учебник для вузов. СПб: Политехника, 1998.
7. Алексеев А.А., Имаев Д.Х., Кузьмин Н.Н., Яковлев В.Б. Теория управления: Учебник. СПб: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 1999.
8. Методы теории автоматического управления, ориентированные на применении ЭВМ. Линейные стационарные и нестационарные модели. Учебник для вузов / Под ред К.А. Пупкова. М.: Энергоатомиздат, 1997.
9. Веников В.А., Веников Т.В. Теория подобия и моделирования. М.: Высшая школа. 1986.
10. Неймарк Ю.И. Математические модели в естествознании и технике. Н. Новгород: Изд-во Нижегородского ун-та. Вып. 1, 1994; Вып. 2, 1996.
11. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: Учеб. для вузов. М.: Высш. шк., 1998.
12. Егоренков Д.Л., Фрадков А.Л., Харламов В.Ю. Основы математического моделирования с примерами на языке MATLAB: Учебн. пособие / Под ред. А.Л. Фрадкова. СПб.: Изд-во БГТУ, 1996.
13. Мирошников А.Н., Румянцев С.Н. Моделирование систем управления технических средств транспорта: Учеб. пособие. СПб: Элмор, 1999.
14. Вабищевич П.Н. Численное моделирование: Учебн. пособие. М.: Изд-во МГУ, 1993.
15. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. М.: Наука, 1997.

Настоящая программа составлена в соответствии с примерной программой государственного экзамена по направлению подготовки бакалавров 27.03.02"Управление в технических системах"

Составитель: профессор Афанасьев А.А.