

# ПРОГРАММА-МИНИМУМ

кандидатского экзамена по специальности

## **05.13.15 «Вычислительные машины и системы»**

по физико-математическим и техническим наукам

### **Введение**

В основу настоящей программы положены следующие вузовские дисциплины: основы дискретной математики; программирование; прикладная теория цифровых автоматов; моделирование; схемотехника ЭВМ; аналоговые и гибридные ЭВМ; системное программирование; теория и проектирование ЭВМ и систем; периферийные устройства ЭВМ, систем и сетей; вычислительные комплексы, системы и сети; основы автоматизации проектирования ЭВМ; организация вычислительных процессов.

Программа разработана экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования Российской Федерации по управлению, вычислительной технике и информатике при участии ИППИ РАН и Московского авиационного института (технического университета).

### **1. Теоретические основы проектирования, эксплуатации и применения вычислительных машин и систем**

Основы математического программирования. Линейное, нелинейное и динамическое программирование.

Основные понятия комбинаторного анализа.

Понятие теории алгоритмов.

Основы теории случайных процессов.

Характеристические функции и их свойства. Марковские процессы.

Основы теории графов. Операции над графами.

Основы теории моделирования. Области применения, основные принципы моделирования дискретных устройств. Понятие «модель»: основные свойства моделей, их классификация. Языки моделирования. Методы обработки результатов моделирования.

Основы теории конечных автоматов. Абстрактный автомат. Анализ и синтез конечных автоматов. Минимизация абстрактных автоматов. Применение теории автоматов при структурном проектировании ЭВМ.

Основы алгебры логики. Способы представления систем логических функций, методы их минимизации, анализ и синтез комбинационных схем.

Арифметические основы ЭВМ. Системы счисления. Способы представления данных. Методы повышения скорости выполнения операций умножения, деления, извлечения корня. Точность и методы округления. Представление десятичных чисел и буквенно-цифровой информации. Двоично-десятичная арифметика.

### **2. Цифровые вычислительные машины и системы**

История развития средств вычислительной техники. Роль отечественных ученых в разработке ЭВМ. Классификация ЭВМ. Обобщенные структуры ЭВМ общего назначения, мини- и микроЭВМ. Основные характеристики ЭВМ. Модельный и модельный принципы разработки ЭВМ.

*Базовые узлы ЭВМ*

Шины передачи данных. Передающие схемы с тремя состояниями. Регистры хранения и сдвига, счетчики, дешифраторы, селекторы, мультиплексоры. Программируемые логические матрицы. Сумматоры, их классификация. Синтез комбинационного сумматора, накапливающий сумматор. Методы ускоренного переноса. Десятичный сумматор. Матричный сумматор. Схемы сравнения и методы их построения.

### *Запоминающие устройства*

Классификация и основные технические характеристики запоминающих устройств (ЗУ). Оперативные ЗУ (ОЗУ). Назначение и принцип работы.

Полупроводниковые ОЗУ. Статические и динамические элементы памяти. Организация ЗУ на кристалле. Организация модулей и блоков полупроводниковой оперативной памяти.

Организация ОЗУ на ферритовых сердечниках с прямоугольной петлей гистерезиса.

Постоянные ЗУ (ПЗУ), их классификация. Организация полупроводниковых ПЗУ. Магнитные ПЗУ.

Криогенные, оптоэлектронные, голографические и другие типы ПЗУ. Внешняя память. Организация и основные устройства на магнитных барабанах, дисках, лентах, картах. Области использования устройств.

Расположение и поиск информации на магнитных барабанах, дисках, лентах и картах. Основные методы записи и контроля информации. Принципы сопряжения с ЭВМ.

Машинные носители информации: гибкие магнитные диски, магнитные ленты, перфоносители. Средства подготовки данных на машинных носителях.

Устройства ввода-вывода. Средства ввода информации с магнитных и перфоносителей. Ввод, вывод и обработка графической информации. Графические и текстовые дисплеи. Оптико-электронные устройства для ввода текстовой информации. Речевой ввод-вывод.

*Структура и организация запоминающих устройств.* Иерархические, секционированные, адресные, безадресные ассоциативные запоминающие устройства. Структура данных и структура памяти.

Страничная и странично-сегментная организация памяти. Защита памяти. Многоканальное управление памятью.

### *Процессоры и организация их работы*

Назначение и обобщенная структура процессора, основные характеристики. Операционная и управляющие части процессора.

Принципы кодирования управляющей информации и неймановская схема вычислительной машины. Адресные и безадресные системы кодирования. Методы адресации и их связь с характеристиками и структурой памяти машины.

Форматы команд и их связь со структурой процессора.

Функциональная организация центрального процессора (ЦП).

ЦП с непосредственными связями и ЦП с магистральной структурой. Матричные, конвейерные и ассоциативные процессоры.

Устройства управления (УУ). Аппаратные УУ. Схемы однофазной, двухфазной и многофазной синхронизации. УУ с постоянным и переменным циклом работы.

Микропрограммные УУ. Методы кодирования и минимизации объема управляющей памяти. Реализация микропрограммного УУ на основе программируемых логических матриц с репрограммируемых ПЗУ.

Прерывание программ. Основные уровни прерывания и организация приоритетного обслуживания запросов.

Таймер.

Особенности построения и функционирования процессоров мини- и микроЭВМ.

*Организация ввода-вывода.* Ввод-вывод и обмен информацией в ЭВМ и вычислительных системах. Каналы ввода-вывода, виды каналов. Понятие канальной программы. Структуры и функционирование селекторного и мультиплексного каналов.

Унифицированные системы связей – интерфейсы, их основные типы и выполняемые функции.

Телеобработка информации, ее организация. Структуры звеньев передачи данных. Абонентские пульта, мультиплексоры передачи данных. Аппаратура передачи данных.

*Особенности организации микропроцессоров мини- и микроЭВМ.* Эволюция микропроцессоров, их поколения. Микропроцессорные комплекты (МПК). Общие принципы организации микроЭВМ на основе МПК. Архитектура микроЭВМ. Требования к математическому и программному обеспечению.

Особенности организации мини-ЭВМ, форматы данных, память, система ввода-вывода.

*Аналоговые вычислительные машины*

Задачи и сущность электрического моделирования. Системы электрических аналогий, виды моделирования. Понятия о критериях подобия. Методы анализа точности электрических цепей.

Основные узлы и схемы аналоговых машин. Принципы построения и методы расчета устройств для операций сложения, вычитания, логарифмирования и т.п. решающие усилители, принцип работы, анализ точности.

Нелинейные преобразователи, принцип работы, анализ точности.

Области применения аналоговых вычислительных машин (АВМ).

Методы подготовки задач для решения на АВМ.

Принципы решения дифференциальных уравнений в частных производных на АВМ.

Гибридные аналого-цифровые вычислительные системы и области их применения.

Выбор и обоснование технических требований к АВМ в зависимости от решаемых задач и условий эксплуатации.

*Специализированные вычислительные машины*

Особенности архитектуры специализированных ЭВМ (СЭВМ) их классификация. Требования, критерии и ограничения, используемые при проектировании СЭВМ. Система прерывания в СЭВМ.

Особенности элементной базы СЭВМ. Средства отображения информации в системах с СЭВМ. Инженерно-психологические требования к средствам отображения.

Аналого-цифровые (АЦП) и цифроаналоговые (ЦАП) преобразователи. Принципы выбора и обоснования технических требований в СЭВМ.

*Вычислительные комплексы*

Способы комплексирования ЭВМ. Многомашинные комплексы, многопроцессорные вычислительные комплексы, типы организации систем. Связь и характер взаимодействия аппаратных и программных средств при организации вычислительных комплексов и систем.

Структура и принцип действия вычислительной системы коллективного пользования и ВС с разделением времени. ВС реального времени и вычислительные комплексы для управления технологическими процессами.

Показатели качества функционирования ВС.

### **3. Схемотехника и основы конструирования ЭВМ**

Эволюция схемотехнических направлений создания элементных структур ЭВМ. Основные характеристики и параметры типовых узлов цифровых вычислительных машин (ЦВМ) в интегральном исполнении (регистров, счетчиков, дешифраторов, селекторов, мультиплексоров, сумматоров, арифметико-логических модулей, модулей ЗУ).

Перспективы развития схемотехники ЭВМ. Большие и сверхбольшие интегральные схемы и проблемы их универсализации. Программируемые логические матрицы, микропроцессоры. Многофункциональные перестраиваемые модули. Однородные структуры (вычислительные среды).

Конструирование ЭВМ. Принципы разработки типовых конструкций. Основные сведения о стандартизации конструктивных элементов. Проблемы конструктивной реализации линий связи в быстродействующих ЭВМ. Межсоединения быстродействующих интегральных схем. Технические основы производства ЭВМ. Испытания узлов и блоков.

### **4. Надежность, контроль и диагностика работы. Основные показатели надежности**

Надежность ЭВМ и систем. Критерии и характеристика надежности и эффективности. Расчет надежности при различных видах отказов. Восстанавливаемые системы. Методы повышения надежности. Различные виды избыточности. Оптимальное резервирование. Оценка надежности сложных резервированных систем. Оптимизация процессов обслуживания ЭВМ. Надежность программного обеспечения.

Контроль и диагностика ЭВМ и систем. Аппаратные и программно-логические методы контроля, оценки их эффективности. Контроль по модулю. Корректирующие коды. Коды Хемминга. Арифметические корректирующие коды. Методы диагностики неисправностей, диагностические тесты, программы динамической диагностики и отладки. Принципы микродиагностики.

### **5. Математическое обеспечение вычислительных машин и систем**

Основные режимы организации вычислительного процесса. Принципы мультипрограммирования. Структура и работа систем мультипрограммирования. Пользовательский интерфейс систем мультипрограммирования.

Определение операционных систем. Основные компоненты ОС. Базовые характеристики ОС: одновременность, разделение, базы данных, модульность. Проблемы ОС: надежность, сложность, эффективность, совместимость.

Мотивировка параллельного программирования асинхронных взаимодействующих процессов. Центральное место процесса в концепции виртуальной машины. Взаимодействия процессов. Механизмы синхронизации, методы реализации. Функции и стратегии планирования процессов. Тупиковые ситуации. Методы разрешения и предотвращения тупиков.

Концентрация ресурса и пользователя, системы диспетчеризации. Стратегии распределения ресурсов. Стратегии оценок дисциплин диспетчеризации. Защита ресурсов.

Структура данных в памяти. Функции управления памятью. Стратегии распределения одноуровневой и иерархической памяти. Перспективные тенденции в управлении памятью.

Управление информацией. Структура и состав файл-систем.

Логическая и физическая организация файл-системы. Процедуры доступа. Верификация управления доступом. Операции над файлами. Восстановление системных сбоев. Тенденции в управлении информацией.

Методы управления устройствами. Методы ввода-вывода. Концепции программирования ввода-вывода. Диспетчер и планировщик ввода-вывода.

Вопросы использования ОС. Способы получения различных характеристик в определенной версии ОС. Системы программирования, взаимодействие с ОС. Банки данных, взаимодействие с ОС. Пакеты прикладных программ, взаимодействие с ОС.

Примеры и характеристики операционных систем: TSO/360, RSX (CM), ОС ЕС ЭВМ, ДОС ЕС ЭВМ.

## **6. Автоматизация проектирования**

Автоматизация проектирования (АП) как объективная необходимость процесса проектирования. Общая постановка задачи АП как задачи исследования операций. Этапы и уровни проектирования.

Основные методы синтеза. Постановка задачи синтеза. Использование принципов оптимизации при проектировании ЭВМ, комплексов и сетей. Основные методы построения аналитических моделей и методика оптимальных решений.

Метод анализа. Основные методы моделирования, задачи, решаемые при моделировании.

Языки моделирования.

Интерпретация статистических результатов моделирования, точность статистических оценок. Моделирование переходных, нестационарных процессов.

## **7. Алгоритмические языки и программирование**

Системы и языки программирования. Машинно-ориентированные и проблемно-ориентированные.

Алфавит, синтаксис и семантика. Способы описания языков программирования.

Трансляция. Однопроходные и оптимизирующие трансляторы.

Типы данных, способы задания типа. Константы и переменные. Идентификаторы. Массивы.

Выражения, операции, операторы. Арифметические и логические выражения. Ранги операций. Стек и польская запись.

Программирование ввода и вывода информации. Форматы. Редактирование.

Блочная структура. Локализация переменных и меток.

Подпрограммы и макроопределения. Методы передачи параметров при использовании подпрограмм и макрокоманд.

Секционирование программ и установление связей между секциями.

Возможности программирования параллельных процессов.

Характерные особенности языков программирования (Паскаль, Фортран, ПЛ-1, Ассемблер).

### **Основная литература**

Преснухин Л.Н., Нестеров П.В. Цифровые вычислительные машины. М.: Высш. школа, 1981.

Коршунов Ю.М. Математические основы кибернетики. М.: Энергия, 1980.

Вычислительная техника в инженерных и экономических расчетах / Под ред. А.В. Петрова. М.: Высш. школа, 1984.

Вострикова З.И. Программирование на языке Ассемблер для ЭВМ. М.: Наука; Физматлит, 1981.

Савельев А.Я. Арифметические и логические основы цифровых автоматов. М.: Высш. школа, 1980.

Соловьев Г.Н. Арифметические устройства ЭВМ. М.: Энергия, 1978.

Алексенко А.Г., Шагурин И.И. Микросхемотехника. М.: Радио и связь, 1983.

Преснухин Л.Н., Воробьев Н.В., Шишкевич Н.А. Расчет элементов цифровых устройств. М.: Высш. школа, 1982.

Огнев И.В., Шамаев Ю.М. Проектирование запоминающих устройств. М.: Высш. школа, 1979.

Полупроводниковые запоминающие устройства и их применение / Под ред. А.Ю. Горденкова. М.: Радио и связь, 1981.

Операционная система ОС ЕС / В.П. Данилочкин и др. М.: Статистика, 1980.

Савельев А.Я., Овчинников В.А., Основы конструирования ЭВМ и систем. М.: Высш. школа, 1984.

Захаров Н.П., Хомяков К.С. Конструирование периферийных устройств. М.: Радио и связь, 1984.