

Федеральное государственное учреждение
«Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление»
Российской академии наук» (ФИЦ ИУ РАН)

Принято секцией Ученого совета
ФИЦ ИУ РАН, протокол № ____
от « » ____ 20 ____ г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор ФИЦ ИУ РАН

____ И.А.Соколов
« » ____ 20 ____ г.

ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ
по профилю (направленности) 05.13.15
«Вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети»
Технические и физико-математические науки

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

Основы математического программирования. Линейное, нелинейное и динамическое программирование. Понятия теории алгоритмов.

Основные понятия комбинаторного анализа.

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 матрице 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 лиши- 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 (АВМ)

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 АВМ. Методы подготовки задач для решения на

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 Хэмминга. 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 (ОС). 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: Т80/360, К.8Х (СМ), 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).

8. Основные понятия телекоммуникационных систем и компьютерных сетей

Понятие «сеть». Основные категории сетей, классификация. Назначение сетей.

Основные подсистемы сети. Основные типы сетевых устройств.

Понятие сетевого протокола. Требования к протоколам. Международные стандарты.

Эталонная модель взаимного соединения открытых систем (модель ОСИ). Уровни модели, их определения и примеры.

Локальные вычислительные сети (ЛВС). Определение и основные свойства. Взаимосвязь ЛВС с глобальными сетями.

Топология сетей. Основные виды топологических структур, их преимущества, недостатки и области применения.

Корпоративные и ведомственные сети, примеры реализации.

Мировая сеть Internet. Ее значение и история развития. Основные уровни и протоколы.

Способы передачи данных. Пакеты и сообщения. Коммутация.

Сетевой трафик, его характеристики и источники. Средства измерения трафика.

Понятие качества обслуживания. Методы обеспечения надежности передачи и защиты как передаваемой информации, так и от несанкционированного доступа.

9. Физический уровень

Назначение физического уровня. Механические, электрические, функциональные и процедурные характеристики.

Каналы и модемы, их разновидности, классификация и примеры.

Применение модуляции при передаче сигналов.

Широкополосный (шумоподобный) сигнал. Технологии DSSS и FHSS. Характеристики радиомодемов с широкополосным сигналом.

Передающая среда. Ее разновидности: витая пара, коаксиальный кабель, оптоволокно, беспроводная среда, в том числе открытые атмосферные каналы на базе лазерных и инфракрасных источников. Основные отличия.

Методы и алгоритмы обнаружения ошибок. Применение кодирования для надежной передачи информации. Виды кодов: линейные, циклические, Хэмминга, сверточные, исправляющие.

10. Канальный и сетевой уровни

Назначение канального и сетевого уровней.

Служба, структура и конфигурации звена передачи данных. Модель звена передачи данных.

Алгоритмы и методы управления передачей данных.

Методы множественного доступа. Методы повторной передачи (ARQ). Методы прослушивания несущей. Настойчивый и ненастойчивый доступ. Методы резервирования.

Технологии доступа к беспроводной среде (стандарты IEEE 802.11, Bluetooth и HiperLAN). Основные механизмы протокола IEEE 802.11. Режимы распределенного и централизованного управления. Мобильные беспроводные сети. Сотовые технологии.

Технология ISDN. Протокол X.25. Технология Frame Relay. Технология ATM.

Спутниковые сети.

Взаимосвязь между сетями. Мосты и шлюзы, их структура и управление.

11. Транспортный уровень

Назначение транспортного уровня. Транспортная служба. Транспортный протокол.

Протоколы, ориентированные на соединение, и без соединения. Методы дейтаграмм и виртуальных каналов.

Методы адресации.

Алгоритмы маршрутизации. Алгоритмы выбора кратчайшего пути. Статическая и адаптивная маршрутизация. Методы распространения информации, необходимой при маршрутизации. Маршрутизация в больших сетях.

Алгоритмы управления потоками. Методы оконного управления. Структура линейных протоколов. Глобальное управление нагрузкой. Управление передачей пакетов при объединении сетей. Управление сквозной транспортировкой данных. Управление длительностью тайм-аута на ожидание подтверждений в логическом соединении. Управление буферами.

Обращение с линиями, выходящими из строя. Алгоритмы обнаружения отказов узлов и изолированных узлов. Методы восстановления после сбоев.

Стек протоколов ТСП/IP. IP и другие протоколы нижнего уровня. Протокол ТСП: установление и закрытие соединений, управление окном, контроль за перегрузками. Версии протокола ТСП/IP. Протокол IPv6.

Управление трафиком в АТМ. Трафик-контракт, категории сервиса. Контроль за установлением соединения и использованием полосы пропускания. Приоритеты, организация очередей.

12. Верхние уровни сетевой иерархии

Структура прикладного уровня и совместное функционирование верхних уровней сетевой иерархии. Сетевые операционные системы. Распределенная обработка.

Сеансовый уровень и его назначение.

Уровень представления и его назначение.

Служба и протокол управления ассоциацией. Служба и протокол управления завершением, параллельностью и восстановлением. Архитектура управления взаимодействием открытых систем. Служба и протокол передачи, доступа и управления файлом. Сжатие текста. Служба и протокол виртуального терминала. Служба и протокол передачи и обработки заданий. Служба справочника.

Верхние уровни сети Internet. Протоколы FTP и HTTP. Электронная почта. IP-телефония, протокол H-323

13. Математические методы анализа и синтеза телекоммуникационных систем и компьютерных сетей

Показатели качества и эффективности функционирования сетей.

Применение теории массового обслуживания для моделирования информационно-вычислительных сетей.

Приближенные методы исследования сетей массового обслуживания. Методы анализа сетей массового обслуживания с блокировками, приоритетами и повторным обслуживанием. Методы анализа сетевого трафика.

Проектирование опорной сети: процесс проектирования, генерация начальных топологий, распределение потоков и пропускных способностей каналов. Размещение и проектирование узлов коммутации сообщений. Задача привязки абонентов к узлам коммутации. Анализ буферной памяти узла коммутации.

Проектирование локальных сетей. Оценка показателей производительности локальных сетей архитектуры клиент—сервер. Модели протоколов множественного доступа.

Системы имитационного моделирования.

Топологическое проектирование. Постановка задач оптимизации топологической структуры. Применение теории графов. Методы определения кратчайших путей и связности.

Понятие оптимальной маршрутизации. Моделирование алгоритмов маршрутизации. Поточковые модели. Методы оценки эффективности алгоритмов управления потоками. Сравнительный анализ различных схем скользящего окна.

Структурная надежность сетей. Расчет показателей надежности элементов сетей. Методы расчета структурной надежности. Расчет структурной надежности по совокупности путей или сечений. Методы статистической оценки структурной надежности.

Основная литература

1. Преснухин Л.П., Нестеров П.В. Цифровые вычислительные машины. – М.: Высш. школа, 1981.
2. Коршунов Ю.М. Математические основы кибернетики. – М.: Энергия, 1980.
3. Вычислительная техника в инженерных и экономических расчетах / Под ред. А.В, Петрова. – М.: Высш. школа, 1984.
4. Вострикова З.И. Программирование на языке Ассемблер для ЭВМ. – М.: Наука, Физматлит, 1981.
5. Савельев А.Я. Арифметические и логические основы цифровых автоматов. – М.: Высш. школа, 1980.
6. Соловьев Г.Н. Арифметические устройства ЭВМ. – М.: Энергия, 1978.
7. Алексенко А.Г. Шагурин И.И. Микросхемотехника. – М: Радио и связь, 1983.
8. Преснухин Л.П., Воробьев Н.В., Шишкевич П.А. Расчет элементов цифровых устройств. – М.: Высш. школа, 1982.
9. Огнев И.В., Шамаев Ю.М. Проектирование запоминающих устройств. – М.: Высш. школа, 1979.
10. Полупроводниковые запоминающие устройства и их применение / Под ред. А.Ю. Горденова. – М.: Радио и связь, 1981.
11. Операционная система ОС ЕС / В.П. Данилочкин и др. – М.: Статистика, 1980.
12. Савельев А.Я., Овчинников В.А., Основы конструирования ЭВМ и систем. – М.: Высш. школа, 1984.
13. Гук М. Аппаратные средства локальных сетей: Энциклопедия. – СПб.: Питер, 2000.
14. Жожикашвили В.А., Вишневский В.М. Сети массового обслуживания. Теория и применение к сетям ЭВМ. – М.: Радио и связь, 1988.
15. Клейнрок Л. Вычислительные системы с очередями. – М.: Мир, 1979.
16. Кузнецов Н.А., Ершов В.А. Теоретические основы построения цифровой сети с интеграцией служб. – М.: ISDN, 1995.
17. Кульгин М. Технологии корпоративных сетей: Энциклопедия. – СПб.: Питер, 2000.
18. Мартин Д., Чапмен К., Либен Д. Архитектура и реализация АТМ: Пер. с англ. – М.: Лори, 2000.

19. Назаров А.Н., Симонов М.В. АТМ: технология высокоскоростных сетей. – М.: Радио и связь, 1998.
20. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Новые технологии и оборудование IP-сетей. – СПб., 2000.
21. Ратынский М.В. Основы сотовой связи. – М.: Радио и связь, 2000.
22. Шварц М. Сети ЭВМ. Анализ и проектирование. – М.: Радио и связь, 1981.

Дополнительная литература

23. Чекмарёв Ю.В. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. 2-е изд. – М. ДМК Пресс, 2009.
24. Пятибратов Л.П., Гудыно Л.П., Кириченко А.А. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. 2-е изд. – М.: Финансы и статистика, Инфра-М, 2008.
25. Бройдо В.Л., Ильина О.П. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации: Учебник для вузов. 4-е изд. – СПб.: Питер, 2011.
26. Бройдо В.Л., Ильина О.П. Архитектура ЭВМ и систем: Учебник для вузов. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2009.
27. Коршунов Ю.М. Математические основы кибернетики. – М.: Энергия, 1980.
28. Вишневский В.М., Дмитриев В.П. Основы передачи информации в вычислительных системах и сетях. – М.: МГИЕМ, 1998.
29. Храпцов П.Б. Лабиринт Internet. Практическое руководство. – М.: Электронинформ, 1996.
30. Щербо В.К., Киреичев В.М., Самойленко С.И. Стандарты по локальным вычислительным сетям. – М.: Радио и связь, 1990.
31. Янбых Г.Ф., Столяров Б.А. Оптимизация информационно-вычислительных сетей. М.: Радио и связь, 1987.