

# Оглавление

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ .....	7
1.1. Электронные вычислительные машины .....	7
1.2. Классификация средств электронной вычислительной техники.....	9
1.3. Основные характеристики вычислительной техники.....	10
1.4. Классификация вычислительных систем.....	11
1.5. Архитектура вычислительных систем .....	12
1.6. Многоядерные микропроцессоры.....	14
1.7. Вычислительная техника и её применение в строительной отрасли .....	15
1.8. Технологии виртуализации .....	16
1.9. Требования к программному обеспечению .....	18
2. ОСНОВЫ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ .....	19
2.1. История и ключевые факторы развития.....	19
2.2. Основные определения облачных вычислений.....	20
2.3. Облачные технологии и бизнес.....	20
2.4. Виды облачных вычислений .....	22
2.5. Преимущества и недостатки облачных технологий .....	24
3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ (КОНТРОЛЬНОЙ) РАБОТЫ.....	30
3.1. Общие сведения о самостоятельной (контрольной) работе.....	30
3.2. Рекомендуемые темы самостоятельных (контрольных) работ.....	30
3.3. Разделы пояснительной записки .....	31
3.4. Основные правила оформления пояснительной записки.....	31
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	34
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	36

# ВВЕДЕНИЕ

**Основной целью** курса «Вычислительные системы и сети, облачные технологии» является формирование у студентов понимания важности применения и развития вычислительных систем, сетей и облачных технологий в современной строительной отрасли. Современное информационное общество нуждается как в объективной закономерности в высококвалифицированных специалистах, владеющих общими принципами построения вычислительных систем различных архитектур, организации и оценки характеристик составных элементов персональных компьютеров, принципами и технологиями организации систем передачи данных. Для удовлетворения современных потребностей строительной отрасли необходимо разобраться в следующих вопросах, которые с течением времени необходимо корректировать и приводить в соответствие с научно-техническими достижениями.

*1. Основные типы, структура и состав вычислительных систем. Оценка производительности вычислительных систем*

Анализ наиболее подходящих вариантов вычислительных систем в соответствии с заданными условиями. Определение состава и структуры вычислительной системы. Определение архитектуры системы, состава оборудования для каждой вычислительной машины. Характеристики коммуникационных каналов и схема взаимосвязи компонентов системы. Оценка производительности вычислительной системы в соответствии с заданным кругом задач, составом и структурой вычислительной системы. Определение требований к программному обеспечению, реализующему функционал заданного круга задач на конкретной вычислительной системе с определённым составом компонентов и внутренней структурой.

Основные типы вычислительных систем, требования, предъявляемые к вычислительным системам. Взаимосвязь задач и требований к вычислительным системам. Структура и архитектура современных высокопроизводительных вычислительных систем. Основные компоненты, входящие в состав вычислительных систем. Взаимосвязь каждого компонента вычислительной системы с её производительностью. Основные приёмы оценки производительности вычислительных систем.

Основные программные продукты, позволяющие проводить оценку вычислительных систем. Квантовые вычисления. Наиболее известные отечественные вычислительные системы, их характеристики и место в мировом топе вычислительных систем. Рассмотрение механизмов вычислительных систем.

*2. Требования к программному обеспечению. Средства администрирования вычислительной техники, многоядерные микропроцессоры*

Оценка конкретного типа многоядерного микропроцессора с точки зрения классификационных признаков, представленных в лекционном материале. Указание основных принципов, заложенных в его работу. Указание достоинств и недостатков представленного типа и области его применения. Моделирование работы стека и очереди. Разбор принципов, концепций, конкретных примеров для стандарта интерфейса обмена данными MPI и OpenMP. Современные беспроводные каналы связи, современные подходы к разработке структуры центральных и графических процессоров, современные шаблоны построения вычислительных систем.

Основные требования, предъявляемые к программному обеспечению с целью максимально эффективного использования ресурсов вычислительной системы. Средства управления, администрирования и диагностики высокопроизводительных вычислительных систем. Многоядерные микропроцессоры — новейший этап развития параллельных вычислительных систем. Классификация, реализация параллельной обработки, особенности использования кэш-памяти. Три типа многоядерных микропроцессоров — асимметричные МП, симметричные МП, МП с исключительной многопроцессорностью. Их достоинства и недостатки. Современные сверхпроизводительные микропроцессоры.

*3. Рассмотрение общих принципов, заложенных в стандарт интерфейса обмена данными в параллельном программировании MPI и OpenMP*

Решение примеров по спектральному анализу входных сигналов вычислительной системы. Решение примеров для нахождения требуемой частоты дискретизации и необходимого количества двоичных разрядов ПФИ. Решение примеров из области помехоустойчивого кодирования, в част-

ности, с использованием кодов Хемминга. Детальное рассмотрение тестов SPEC, перечисление современных бенчмарков. Рассмотрение общих принципов, заложенных в стандарт интерфейса обмена данными в параллельном программировании MPI и OpenMP

Рассмотрены основные механизмы современных вычислительных систем — кэш-память, конвейерная обработка, векторно-конвейерная обработка, коммутационная сеть. Принципы, заложенные в основу Message Passing Interface (MPI) — интерфейс передачи сообщений, предоставляющий программисту механизм разработки параллельного приложения. Приведены основные концепции. Дана область применения MPI-системы с распределённой памятью. Коротко рассмотрена технология OpenMP. Даны ключевые элементы этой технологии. Указана область применения — системы с общей памятью. Предмет облачных вычислений. «Облако» — новая бизнес-модель для получения и предоставления информационных услуг. Развитие аппаратного обеспечения. Современные инфраструктурные решения. Блэйд-системы. Преимущества Blade-серверов. Системы и сети хранения данных. Топология SAN: однокоммутаторная, каскадная, кольцо, решётка структуры. Консолидация ИТ-инфраструктуры. Масштабируемость. Отказоустойчивость. Гибкость. Виртуализация серверов. Платформы виртуализации: VMware, Citrix (Xen) Microsoft.

*4. Работа вычислительной системы в системе сбора и обработки информации. Тенденции развития современных инфраструктурных решений. Технология виртуализации. Основы облачных вычислений. Веб-службы в Облаке.*

Установка и настройка Hureg-V. Установка и настройка VNWare Workstation. Разработка Web-приложений для развёртывания в облачной среде и переноса в неё уже существующих приложений. Анализ управления и обслуживания заданной вычислительной системы, представление о диагностике неисправностей и способов их устранения. Детальное рассмотрение технологий CUDA, OpenCL, AMD FireStream, OpenMP, MPI. Рассмотреть конкретные примеры использования интерфейса обмена данными MPI или OpenMP. Развёртывание приложения Windows Azure. Работа с Tables. Microsoft®.NET Services. Модель данных Azure Blob. Работа с Blob.

Виды облачных вычислений. Инфраструктура как сервис (IaaS). Платформа как сервис (PaaS). Программное обеспечение как сервис (SaaS). Достоинства облачных вычислений. Недостатки и проблемы облачных вычислений. Безопасность, Зависимость от «облачного провайдера». Препятствия развитию облачных технологий в России. Распределённые вычисления (grid computing). Инфраструктура как сервис (IaaS) Amazon. Платформа как сервис (PaaS) Azure. Программное обеспечение как сервис (SaaS). Коммуникация как сервис (CaaS). Мониторинг как сервис (MaaS). Динамическая масштабируемость. Гибкость конфигурации.

*5. Основы облачных вычислений. Веб-службы в Облаке. Windows Azure SDK. Облачные сервисы Microsoft, Google. Windows Azure SDK. Azure Services Platform. Облачные сервисы Microsoft, Google*

Студенту необходимо уметь давать оценку целесообразности переноса существующих приложений в облачную среду как с технической, так и с экономической точек зрения. Особенности подготовки плана аварийного восстановления в облачной среде. Модель данных Azure Blob. Работа с Blob. Создание первого Windows Azure приложения. Карты, ГИС, мобильные системы. Изучение на примерах конкретных микропроцессоров принципов кэш-памяти, моделирование ассоциативного принципа, заложенного в память этого типа. Моделирование работы конвейера. Изучение методов построения коммутационных сетей на примерах конкретных супер-ЭВМ.

Описание операционных систем, реализующих механизмы распараллеливания на уровне ядра, их структура и возможности к администрированию.

Самостоятельно разобраться в принципах работы *последних* моделей микропроцессоров ведущих мировых компаний. Многоядерные микропроцессоры, а также следующие инфраструктуры как сервис (IaaS) Amazon; платформа как сервис (PaaS) Azure; программное обеспечение как сервис (SaaS); коммуникация как сервис (CaaS); мониторинг как сервис (MaaS).

На все эти вопросы готовых программ и решений может и не быть, поэтому обучаемый должен проявлять творческую инициативу и хорошо себе представлять: то, что сегодня является наилучшим решением, завтра может стать неактуальным. Ведь информатика — это та наука, которая движется семимильными шагами.

# 1. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

Вычислительная система (ВС) — это комплекс технических средств, имеющих общее управление, предназначенный для преобразования информации и обеспечивающий автоматическую обработку данных по заданной программе. Понятие ВС появилось позже понятия «вычислительная машина» и является более общим, так как в структуре ВС есть нескольких равноправных устройств.

Электронные вычислительные машины, или компьютеры — одно из важных изобретений человека XX в. Простейшие устройства появились ещё в далёкой древности, но по мере развития цивилизации постепенно совершенствовались и становились всё более многофункциональными. В 40-е годы XX в. положено начало созданию вычислительных машин современной архитектуры, с современной логикой.

Термин «вычислительная система» появился в середине 60-х годов XX в., во время разработки персонального компьютера третьего поколения. Это поколение персональных компьютеров базируется на применении интегральных схем. Благодаря использованию таких схем удалось улучшить технические и эксплуатационные характеристики вычислительных машин. В компьютерах третьего поколения значительно расширился набор различных электромеханических устройств ввода и вывода информации. Развитие этих устройств носит эволюционный характер: их характеристики улучшаются гораздо медленнее, чем характеристики электронного оборудования. Отличительной особенностью развития программных средств этого поколения является появление программного обеспечения (ПО). Стоимость ПО в настоящее время может опережать стоимость аппаратуры.

Теперь понятие «ЭВМ» всё чаще стало заменяться понятием «вычислительная система», что в большей степени отражало усложнение как аппаратной, так и программной частей ЭВМ.

## 1.1. Электронные вычислительные машины

Электронные вычислительные машины (ЭВМ), или компьютеры (от англ. compute вычислять, подсчитывать) — одно из самых удивительных творений человека. Простейшие устройства для облегчения счёта появились в глубокой древности, несколько тысячелетий назад. По мере развития человеческой цивилизации они медленно эволюционировали, непрерывно совершенствуясь. Однако только в 40-е годы XX в. было положено начало созданию вычислительных машин современной архитектуры и с современной логикой — современных электронных вычислительных машин. За исторически очень короткий срок компьютеры — благодаря огромным успехам электроники — проделали такой путь в своём техническом совершенствовании, масштабах применения и влияния на человеческое общество, с каким не сравнится никакое другое изобретение человечества, включая атомную энергию и космическую технику. Да и последние не могли бы получить столь мощного развития без использования достижений вычислительной техники.

Кратко характеризуя темпы развития вычислительной техники, можно сослаться на образное сравнение в журнале «Сайнтифик Америкэн» (декабрь 1982 г.): «Если бы авиапромышленность в последние 25 лет развивалась столь же стремительно, как и промышленность средств вычислительной техники, то сейчас самолёт «Боинг-767» стоил бы 500 долларов, совершал бы облёт земного шара за 20 минут, затрачивая при этом 5 галлонов (примерно 20 л) топлива». Приведённые цифры весьма ярко отражают относительное снижение стоимости, рост быстродействия и повышение экономичности ЭВМ. Компьютер в первую очередь является машиной — не существующим в природе, а созданным человеком объектом, предназначенным для умножения природных возможностей человека. В отличие от инструментов, приспособлений и механизмов, компьютер, как и любая машина, не использует для своего функционирования физическую силу (энергию) человека. При работе с любой машиной человек выполняет только функцию управления. Компьютер является особенной — вычислительной, информационной машиной, усиливающей не физические возможности человека, а его способность к вычислениям, накоплению и обработке информации, выполняющей разного рода вычисления или облегчающей этот процесс. Основные функциональные элементы компьютера построены с помощью электронных приборов, с использованием со-

временной наиболее развитой технологии обработки сигналов на базе применения достижений электроники. Возможно построение вычислительных машин на другой материальной базе: история знает механические, наши современники — оптические, а футурологи предсказывают появление биологических вычислительных машин.

По способу представления информации вычислительные машины разделяют на три группы:

- аналоговые вычислительные машины (АВМ), в которых информация представлена в виде непрерывно изменяющихся переменных, выраженных какими-либо физическими величинами;
- цифровые вычислительные машины (ЦВМ), в которых информация представлена в виде дискретных значений переменных (чисел), выраженных комбинацией дискретных значений какой-либо физической величины (цифр);
- гибридные вычислительные машины, в которых используются оба способа представления информации.

Каждый из этих способов имеет свои преимущества и недостатки. Основным достоинством ЦВМ, определившим их широкое распространение и преобладание среди всех ЭВМ, является то, что точность получаемых с их помощью результатов вычислений не зависит от точности, с которой они сами (т.е. ЦВМ) изготовлены, в отличие от АВМ. Этим объясняется и тот факт, что первое известное аналоговое вычислительное устройство — логарифмическая линейка — появилось лишь в XVII в., тогда как самыми древними цифровыми средствами для облегчения вычислений были человеческая рука и подручные предметы — камешки, палочки, косточки и т.п. «Цифровое» приспособление для счёта — абак — был известен уже древним египтянам.

Важную роль в развитии вычислительной техники, средств обработки информации и управляющих устройств, являющихся основой автоматизации в различных сферах человеческой деятельности, сыграло появление микропроцессоров. Неослабевающий интерес к микропроцессорам объясняется такими их свойствами как низкая стоимость, высокая надёжность, компактность и значительные вычислительные и функциональные возможности, позволяющие применять их даже там, где использование средств цифровой обработки информации ранее считалось нецелесообразным.

В любой стране достижение высоких экономических и социальных результатов в значительной степени зависит от масштабов и темпов информатизации общества, использования информационных технологий во всех сферах человеческой деятельности.

Несмотря на различие процессов информатизации в различных областях человеческой деятельности, их объединяют три составляющие: единство основных средств производства (средства вычислительной техники и информации), единство сырья (данные, подлежащие анализу и обработке), единство выпускаемой продукции (информация, используемая для управления и совершенствования деятельности человека).

Операционная система (ОС) планирует последовательность распределения и использования ресурсов вычислительной системы, а также обеспечивает их согласованную работу. Под ресурсами обычно понимают те средства, которые используются для вычислений: машинное время отдельных процессоров или ЭВМ, входящих в систему; объёмы оперативной и внешней памяти; отдельные устройства, информационные массивы; библиотеки программ; отдельные программы как общего, так и специального применения и т.п. Интересно, что наиболее употребительные функции ОС в части обработки внештатных ситуаций (защита программ от взаимных помех, системы прерываний и приоритетов, служба времени, сопряжение с каналами связи и т.д.) были полностью или частично реализованы аппаратно. Одновременно были реализованы более сложные режимы работы: коллективный доступ к ресурсам, мультипрограммные режимы. Часть этих решений стала своеобразным стандартом и начала использоваться повсеместно в ЭВМ различных классов. В машинах третьего поколения существенно расширены возможности обеспечения непосредственного доступа к ним со стороны абонентов, находящихся на различных, в том числе и значительных (десятки и сотни километров) расстояниях. Удобство общения абонента с машиной достигается за счёт развитой сети абонентских пунктов, связанных с ЭВМ информационными каналами связи, и соответствующего программного обеспечения. Например, в режиме разделения времени многим абонентам предоставляется возможность одновременного, непосредственного и оперативного доступа к ЭВМ. Вследствие большого различия инерционности человека и машины у каждого из одновременно работающих абонентов складывается впечатление, будто ему одному предоставлено машинное время.

## 1.2. Классификация средств электронной вычислительной техники

Средства электронной вычислительной техники (ЭВТ) — это комплекс технических и программных средств, предназначенные для автоматизации, подготовки и решения задач пользователей. Под пользователем понимают человека, в интересах которого проводится обработка данных на ЭВМ. В качестве пользователя могут выступать программисты работ, программисты, операторы. Каждая ЭВМ обладает своей структурой.

*Структура* — это совокупность элементов и их связей. Различают структуры технических, программных и аппаратурно-программных средств.

Традиционную ЭВТ разделяют на *аналоговую* и *цифровую*. В ЭВМ обрабатываемая информация представлена соответствующими значениями аналоговых величин: тока, напряжения, угла поворота какого-то механизма и т.п. Обеспечивается приемлемое быстродействие за не очень высокую точность вычисления (0,001–0,01). Используются они, в основном, в проектных и научно-исследовательских учреждениях в составе различных стендов для обработки сложных образцов техники. Цифровые вычислительные машины — в них информация кодируется двоичными кодами цифр, они являются самой массовой вычислительной техникой.

В настоящее время выпускаются, в основном, следующие классы компьютеров.

*Большие ЭВМ (main frame)* — они представляют собой многопользовательские машины с центральной обработкой, с большими возможностями для работы с базами данных и с различными формами удалённого доступа.

*Машины RS6000* — очень мощные по производительности, предназначенные для построения рабочих станций для работы с графикой, Unix с сервером кластерных комплексов.

*Средние ЭВМ* — предназначенные в первую очередь работать в финансовых структурах (ЭВМ типа AS\400-бизнес ПК 64-разрядный). Они используются в качестве серверов локальных сетей и сетей корпорации, успешно конкурируют с многопроцессорными серверами других фирм.

Для характеристики ЭВМ, помимо понятия *структура* ЭВМ, вводится понятие *архитектура* ЭВМ, под которой понимается многоуровневая иерархия аппаратно-программных средств, из которых состоит ЭВМ. Системные программисты создают программы управления техническим средством информационного взаимодействия между уровнями или программой вычислительного процесса. Программисты-прикладники разрабатывают пакеты программ более высокого уровня, которые обеспечивают взаимодействие пользователей с ЭВМ и необходимый сервис при решении ими своих задач.

Для конкретизации описания ЭВМ вводятся также, помимо качественных характеристик, и количественные характеристики. Далее приводятся наиболее часто встречающиеся.

*Технические и эксплуатационные характеристики ЭВМ* (быстродействие и производительность, указатель надёжности, достоверности, точность, ёмкость оперативной памяти, габаритные размеры, стойкость технических и программных средств, особенности эксплуатации).

Характеристики и *состав функциональных модулей* базовой конфигурации ЭВМ: возможность расширения состава технических и программных средств, возможность изменения структуры.

*Состав программного обеспечения ЭВМ* и сервисных услуг: оперативная система или среда, пакеты прикладных программ и средства автоматизации программирования.

Одной из важнейших характеристик ЭВМ является её *быстродействие*, которое характеризуется числом команд, выполняемых ЭВМ за 1 с.

Реальное, или эффективное быстродействие, обеспечиваемое ЭВМ, значительно ниже, оно может сильно отличаться в зависимости от класса решаемых задач. Часто вместо характеристики быстродействия используют связанную с ней характеристику *производительности* — объём работ, осуществляемых ЭВМ в единицу времени.

*Ёмкость запоминающих устройств* измеряется количеством структурных единиц информации, которая может одновременно размещаться в памяти. *Структурной наименьшей единицей информации* является *бит* — одна двоичная цифра. Обычно ёмкость памяти оценивается в более крупных единицах измерения — *байт*.

*Надёжность* — это способность ЭВМ при определённых условиях выполнять требуемые функции в течение заданного периода времени.

*Точность* — это возможность различать почти равные значения, точность получения результатов обработки, в основном, определяется разрядностью ЭВМ, а также используемыми структурными единицами. Представление информации (байтом, словом, двойным словом).

*Достоверность* — свойство информации быть правильно воспринятой. Достоверность характеризуется вероятностью получения безошибочных результатов. Заданный уровень достоверности обеспечивается аппаратурно-программными средствами контроля самой ЭВМ.

### 1.3. Основные характеристики вычислительной техники

Эффективное применение вычислительной техники предполагает, что каждый вид вычислений требует использования компьютера с определёнными характеристиками. Выбирая компьютер для решения своих задач, пользователь интересуется функциональными возможностями технических и программных модулей (как быстро может быть решена задача, насколько ЭВМ подходит для решения данного круга задач, какой сервис программ имеется в ЭВМ, возможности диалогового режима, стоимость подготовки и решения задач и т.д.). Современный компьютер относится к классу открытых систем. Пользователи ЭВМ рассматривают архитектуру взаимодействия с ЭВМ (человеко-машинного интерфейса), начиная со следующих групп характеристик ЭВМ, определяющих её структуру:

- *технические и эксплуатационные характеристики ЭВМ* — быстродействие и производительность; показатели надёжности, достоверности, точности; ёмкость оперативной и внешней памяти; габаритные размеры; стоимость технических и программных средств; особенности эксплуатации и др.;
- *характеристики и состав функциональных модулей* базовой конфигурации ЭВМ;
- *возможность расширения состава технических и программных средств*; возможность изменения структуры;
- *состав программного обеспечения ЭВМ* и сервисных услуг — операционная система или среда, пакеты прикладных программ, средства автоматизации программирования.

Важнейшими характеристиками компьютеров служат *быстродействие и производительность*. Эти характеристики достаточно близки, но их не следует смешивать.

*Система обработки данных (СОД)* — совокупность технических средств и программного обеспечения, предназначенная для информационного обслуживания пользователей и технических объектов. В состав технических средств входит оборудование для ввода, хранения, преобразования и вывода данных, в том числе ЭВМ, устройства сопряжения ЭВМ с объектами, аппаратура передачи данных и линии связи.

*Программное обеспечение (ПО)* — совокупность программ, реализующих возложенные на систему функции.

*Вычислительная система* может строиться на основе ЭВМ или вычислительного комплекса общего применения, и ориентация системы обеспечивается за счёт программных средств — прикладных программ и, возможно, операционной системы.

*Эффективность* определяет степень соответствия ВС своему назначению. Она измеряется либо количеством затрат, необходимых для получения определённого результата, либо результатом, полученным при определённых затратах.

*Критерий эффективности* — это правило, служащее для сравнительной оценки качества вариантов ВС. Строятся критерии эффективности на основе частных показателей эффективности (показателей качества).

Наиболее часто на начальном этапе сравнения ВС в качестве критерия эффективности выступает производительность, оценка которой может быть получена с использованием аналитических, имитационных или экспериментальных методов.

*Аналитические методы.* Аналитические методы исследования вычислительных систем сводятся к построению математических моделей, которые представляют физические свойства как математические объекты и отношения между ними, выражаемые посредством математических операций. Аналитические методы и модели раскрывают фундаментальные свойства вычислительных систем и составляют ядро теории вычислительных систем. Аналитические модели, базируясь

на допущениях о свойствах объектов, применимы для исследования только тех систем, в отношении которых справедливы принятые допущения. Многие системы из-за специфики своей организации недоступны для исследования аналитическими методами.

*Имитационные методы.* Имитационные методы основаны на представлении порядка функционирования системы в виде алгоритма, который называется имитационной (алгоритмической) моделью. Программа содержит процедуры, регистрирующие состояния имитационной модели и обрабатывающие зарегистрированные данные для оценки требуемых характеристик процессов и моделируемой системы.

*Экспериментальные методы.* Экспериментальные методы основываются на получении данных о функционировании вычислительных систем в реальных или специально созданных условиях с целью оценки качества функционирования и выявления зависимостей, характеризующих свойства систем и их составляющих. Типичные задачи, решаемые экспериментальными методами, — оценка производительности и надёжности системы, определение состава и количественных показателей системной нагрузки в зависимости от прикладной нагрузки и т.д.

## 1.4. Классификация вычислительных систем

Термин «*вычислительная система*» появился в начале — середине 60-х годов с появлением ЭВМ третьего поколения. Номенклатура видов компьютеров сегодня огромная. Классифицируют ЭВМ по разным признакам; следует учесть, что любая классификация является условной. Рассмотрим распространенные критерии классификации компьютеров.

*Классификация ЭВМ:* большие электронно-вычислительные машины (ЭВМ); миниЭВМ; микроЭВМ; персональные компьютеры.

Большие ЭВМ (Main Frame) применяют для обслуживания крупных областей народного хозяйства. Они характеризуются 64-разрядными параллельно работающими процессорами, интегральным быстродействием до десятков миллиардов операций в секунду, многопользовательским режимом работы. На базе больших ЭВМ создают вычислительный центр, который содержит несколько отделов или групп.

*Центральный процессор* — основной блок ЭВМ. Отдел выдачи данных получает данные от центрального процессора и превращает их в форму, удобную для заказчика (распечатка).

Большим ЭВМ присуща высокая стоимость оборудования и обслуживания, поэтому работа организована непрерывным циклом.

*МиниЭВМ* похожа на большие ЭВМ, но меньших размеров. Используют их на крупных предприятиях, в научных учреждениях и организациях.

*МикроЭВМ* доступны многим учреждениям. Необходимые системные программы покупают вместе с микроЭВМ, разработку прикладных программ заказывают в больших вычислительных центрах или в специализированных организациях.

*Персональные компьютеры.* Персональный компьютер (ПК) предназначен для обслуживания одного рабочего места и способен удовлетворить потребности малых предприятий и отдельных лиц. С появлением Интернета популярность ПК значительно возросла, поскольку с помощью персонального компьютера можно пользоваться научной, справочной, учебной и развлекательной информацией.

*Классификация ПК по уровню специализации:* универсальные; специализированные. На базе универсальных ПК можно создать любую конфигурацию для работы с графикой, текстом, музыкой, видео и т.п. Специализированные ПК созданы для решения конкретных задач, в частности, бортовые компьютеры в самолётах и автомобилях. Компьютеры, обеспечивающие передачу информации через Интернет, называются *сетевыми серверами*.

*Классификация по размеру:* настольные (desktop); портативные (notebook); карманные (palmtop).

*Классификация по совместимости* — существует множество типов компьютеров, которые собираются из деталей, изготовленных разными производителями. Важным является совместимость обеспечения компьютера: аппаратная совместимость (платформа IBM PC и Apple Macintosh); совместимость на уровне операционной системы; программная совместимость; совместимость на уровне данных.



Самыми важными предпосылками появления и развития ВС служат экономические факторы. Анализ характеристик ЭВМ различных поколений показал, что в пределах интервала времени, характеризующегося относительной стабильностью элементной базы, связь стоимости и производительности ЭВМ выражается квадратичной зависимостью. Для каждого поколения ЭВМ и ВС существует критический порог сложности решаемых задач, после которого применение автономных ЭВМ становится экономически невыгодным, неэффективным.

По типу вычислительные системы разделяются на *многомашинные* и *многопроцессорные* ВС. Многопроцессорные системы (МПС) строятся при объединении нескольких процессоров.

По типу ЭВМ или процессоров, используемых для построения ВС, различают *однородные* и *неоднородные системы*.

По степени территориальной разобщённости вычислительных модулей ВС делятся на системы *совмещённого* и *распределённого* типов.

По методам управления элементами ВС различают *централизованные*, *децентрализованные* и *со смешанным управлением*.

По принципу закрепления вычислительных функций за отдельными ЭВМ (процессорами) различают системы с *жёстким* и *плавающим* закреплением функций.

По режиму работы ВС различают системы, работающие в *оперативном* и *неоперативном* временных режимах.

## 1.5. Архитектура вычислительных систем

Американский учёный венгерского происхождения Джон фон Нейман рассматривал *компьютер* как электронное устройство, которое выполняет операции ввода, хранения и обработки информации по определённой программе и вывод полученных результатов. За любую из названных операций отвечают специальные блоки компьютера: устройство ввода, центральный процессор, запоминающее устройство и устройство вывода.

В центральный процессор могут входить арифметико-логическое устройство (АЛУ), внутреннее запоминающее устройство в виде регистров процессора и внутренней кэш-памяти, управляющее устройство (УУ).

*Запоминающее устройство* — это блок ЭВМ, предназначенный для временного (оперативная память) и продолжительного (постоянная память) хранения программ, входных и результирующих данных, а также промежуточных результатов.

*Арифметико-логическое устройство* — это блок ЭВМ, в котором происходит преобразование данных по командам программы: арифметические действия над числами, преобразование кодов и др.

*Управляющее устройство* координирует работу всех блоков компьютера. В определённой последовательности он выбирает из оперативной памяти команду за командой.

Рассмотрим архитектуру вычислительной системы. Основным отличием ВС от компьютеров является наличие в структурах ВС нескольких компьютеров или процессоров. Поэтому они способны выполнять параллельные вычисления. М. Флинн в начале 60-х годов предложил следующую классификацию архитектуры. В её основу заложено два возможных вида параллелизма: независимость потоков заданий, существующих в системе, и независимость данных, обрабатываемых в каждом потоке. По этой классификации существует четыре основных архитектуры ВС.

**SISD** (single instruction stream / single data stream) — одиночный поток команд и одиночный поток данных (ОКОД). Далее приведено схематическое представление SISD. К этому классу относятся, прежде всего, классические последовательные машины, или, иначе, машины фон-неймановского типа, например, PDP-11 или VAX 11/780. В таких машинах есть только один поток команд, все команды обрабатываются последовательно друг за другом, и каждая команда инициирует одну операцию с одним потоком данных. Не имеет значения тот факт, что для увеличения скорости обработки команд и скорости выполнения арифметических операций может применяться конвейерная обработка — как машина CDC 6600 со скалярными функциональными устройствами, так и CDC 7600 с конвейерными попадают в этот класс.

**SIMD** (single instruction stream / multiple data stream) — одиночный поток команд и множественный поток данных. Далее приведено схематическое представление SIMD.

В архитектурах подобного рода сохраняется один поток команд, включающий, в отличие от предыдущего класса, векторные команды. Это позволяет выполнять одну арифметическую операцию сразу над многими данными — элементами вектора. Способ выполнения векторных операций не оговаривается, поэтому обработка элементов вектора может производиться либо процессорной матрицей, как в ILLIAC IV, либо с помощью конвейера, как, например, в машине CRAY-1.

**MISD** (multiple instruction stream / single data stream) — множественный поток команд и одиночный поток данных. Далее приведено схематическое представление MISD. Определение подразумевает наличие в архитектуре многих процессоров, обрабатывающих один и тот же поток данных. Однако ни Флинн, ни другие специалисты в области архитектуры компьютеров до сих пор не смогли представить убедительный пример реально существующей вычислительной системы, построенной на данном принципе. Ряд исследователей относит конвейерные машины к данному классу, однако это не нашло окончательного признания в научном сообществе. Будем считать, что пока указанный класс пуст.

**MIMD** (multiple instruction stream / multiple data stream) — множественный поток команд и множественный поток данных. Далее приведено схематическое представление MIMD. Этот класс предполагает, что в вычислительной системе есть несколько устройств обработки команд, объединённых в единый комплекс и работающих каждое со своим потоком команд и данных. *Множественный поток данных* — множественный поток данных (МКМД), или Multiple Instruction Multiple Data, MIMD — множественный поток инструкций — множественный поток данных.

Совокупность устройств, предназначенных для автоматической или автоматизированной обработки информации, называют *вычислительной техникой*. Конкретный набор связанных между собой устройств называют *вычислительной системой*. Центральным устройством большинства вычислительных систем является электронная вычислительная машина (ЭВМ), или компьютер.

Современную архитектуру компьютера определяют следующие принципы.

*Принцип программного управления* обеспечивает автоматизацию процесса вычислений на ЭВМ.

*Принцип программы, сохраняемой в памяти*, — команды программы и данные подаются в виде чисел и обрабатываются так же, как и числа.

*Принцип произвольного доступа к памяти* — элементы программ и данные могут записываться в произвольное место оперативной памяти.

ОКОД-структуры. Однопроцессорные структуры ВС. Можно перечислить много улучшений классической структуры ЭВМ, ставших в настоящее время определёнными стандартами при построении новых ЭВМ: иерархическое построение памяти ЭВМ, появление сверхоперативной памяти и кэш-памяти, относительная и косвенная адресация памяти, разделение процессов ввода-вывода и обработки задач, появление систем прерывания и приоритетов и т.д.

Этому также способствовали успехи последних лет в микроэлектронике и системотехнике. Большие интегральные схемы (БИС), к которым относятся все современные микропроцессоры, аккумулируют в своём составе самые последние достижения, способствующие увеличению скорости и производительности компьютера. Очень многие аппаратные идеи и схемы заимствованы из структур ранних поколений, включая большие ЭВМ и даже суперЭВМ. В аппаратуру серверов и ПК всё больше внедряются решения, связанные с параллельными вычислениями, что делает их, по существу, вычислительными системами.

Микропроцессоры фирмы Intel изначально относились к CISC-процессорам (Complete Instruction Set Computing — вычисления с полной системой команд). В компьютерах этой группы большую долю команд составляют команды типа «память-память», в которых операнды и результаты операций находятся в оперативной памяти. Время обращения к памяти и время вычислений соотносится примерно как 5:1. В RISC-машинах с большой сверхоперативной памятью большой удельный вес составляют операции «регистр-регистр», и отношение времени обращения к памяти к времени вычислений составляет 2:1.

Векторная или матричная обработка предполагает обработку одной командой нескольких комплектов операндов. Внутри одной архитектуры начинают просматриваться черты другой. Подобные команды относятся к архитектуре SIMD (Single Instruction — Multiple Data, одиночный поток команд — множественный поток данных). Новые микропроцессоры предполагается использовать не только в серверах, но и в настольных ПК.

## 1.6. Многоядерные микропроцессоры

Рассмотрим важную составляющую ЭВМ — многоядерный процессор. Отметим, что компьютерная техника развивается быстрыми темпами. Вычислительные устройства становятся мощнее, компактнее, удобнее, однако в последнее время повышение производительности устройств стало большой проблемой, и в 1965 г. Гордон Мур (один из основателей Intel) пришёл к выводу, что *«количество транзисторов, размещаемых на кристалле интегральной схемы, удваивается каждые 24 месяца»*.

Первые разработки в области создания многопроцессорных систем начались в 70-х годах. Длительное время производительность привычных одноядерных процессоров повышалась за счёт увеличения тактовой частоты (до 80 % производительности определяла только тактовая частота) с одновременным увеличением числа транзисторов на кристалле. Фундаментальные законы физики остановили этот процесс: чипы стали приближаться к размерам атомов кремния.

Многопроцессорные системы (как один из способов решения проблемы) не получили широкого применения, так как требовали дорогостоящих и сложных в производстве многопроцессорных материнских плат. Исходя из этого, производительность повышалась иными путями. Эффективной оказалась концепция многопоточности — одновременная обработка нескольких потоков команд.

Hyper-Threading Technology (HTT), или технология сверхпоточной обработки данных, позволяющая процессору на одном ядре выполнять несколько программных потоков. Именно HTT, по мнению многих специалистов, стала предпосылкой для создания многоядерных процессоров. Выполнение процессором одновременно нескольких программных потоков называется параллелизмом на уровне потоков (TLP — thread-level parallelism).

В центре современного центрального микропроцессора (CPU — central processing unit — центральное вычислительное устройство) находится ядро (core) — кристалл кремния площадью примерно один квадратный сантиметр, на котором посредством микроскопических логических элементов реализована принципиальная схема процессора, так называемая архитектура (chip architecture). Ядро связано с остальной частью чипа (называемой «упаковка», CPU Package) по технологии «флип-чип» (flip-chip, flip-chip bonding — перевёрнутое ядро, крепление методом перевёрнутого кристалла). Эта технология получила такое название потому, что обращенная наружу — видимая — часть ядра на самом деле является его «дном», чтобы обеспечить прямой контакт с радиатором кулера для лучшей теплоотдачи. С обратной (невидимой) стороны находится сам «интерфейс» — соединение кристалла и упаковки. Соединение ядра процессора с упаковкой выполнено с помощью столбиковых выводов (Solder Bumps).

На рис. 1 представлен восьмиядерный процессор. Ядро расположено на текстолитовой основе, по которой проходят контактные дорожки к «ножкам» (контактным площадкам), залито термическим интерфейсом и закрыто защитной металлической крышкой.

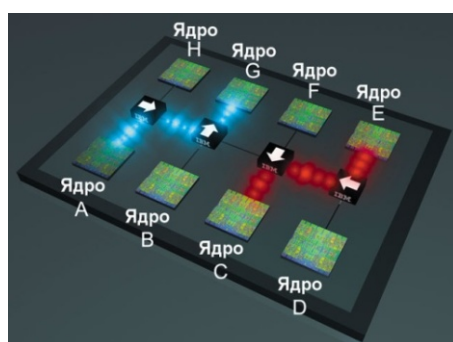


Рис. 1. Восьмиядерный процессор

В марте 2004 г. компания Sun Microsystems представила первый двухядерный процессор архитектуры SPARC: UltraSPARC IV — CMP первого поколения. В 2011 г. Intel раскрыла детали разрабатываемой архитектуры Many Integrated Core (MIC) — эта технология выросла из проекта Larrabee. Микропроцессоры на основе этой архитектуры получают более 50 микроядер архитектуры x86 и начали производиться в 2012 г. по 22-нм техпроцессу.

*Кластеры.* Это тот вариант, как если бы взять некоторое число «почти самостоятельных» компьютеров и объединить их быстродействующими линиями связи. «Общей памяти» здесь может и не быть вообще, но её несложно реализовать. На практике обычно удобнее работать с кластером в «явном» виде, описывая в программе все пересылки данных между его узлами.

Долгое время повышение производительности традиционных одноядерных процессоров происходило, в основном, за счёт последовательного увеличения тактовой частоты, с одновременным увеличением числа транзисторов на одном кристалле.

Способность процессора выполнять одновременно несколько программных потоков называется параллелизмом на уровне потоков (TLP — thread-level parallelism). Необходимость в TLP зависит от конкретной ситуации.

Под производительностью процессора понимается скорость выполнения им задачи, т.е. чем меньше времени затрачивает процессор на реализацию той или иной задачи, тем выше его производительность.

*Преимущества многоядерных процессоров:*

- возможность распределять работу программ, например, основных задач, приложений и фоновых задач операционной системы, по нескольким ядрам;
- увеличение скорости работы программ;
- более эффективное использование требовательных к вычислительным ресурсам мультимедийных приложений (например, видеоредакторов);
- снижение энергопотребления;
- работа пользователя ПК становится более комфортной.

*Недостатки многоядерных процессоров:*

- возросшая себестоимость производства многоядерных процессоров (по сравнению с одноядерными) заставляет чипмейкеров увеличивать их стоимость, а это отчасти сдерживает спрос;
- так как с оперативной памятью одновременно работают сразу два и более ядер, необходимо «научить» их работать без конфликтов;
- возросшее энергопотребление требует применения мощных схем питания;
- требуется более мощная система охлаждения;
- количество оптимизированного под многоядерность программного обеспечения ничтожно мало (большинство программ рассчитаны на работу в классическом одноядерном режиме, поэтому они просто не могут задействовать вычислительную мощь дополнительных ядер);
- операционные системы, поддерживающие многоядерные процессоры (например, Windows XP SP2 и выше), используют вычислительные ресурсы дополнительных ядер для собственных системных нужд.

## **1.7. Вычислительная техника и её применение в строительной отрасли**

Применение компьютерной технологии в строительстве в настоящее время весьма перспективно. Прошли те времена, когда инженеры-строители проектировали жилые и промышленные объекты при помощи карандаша, циркуля и линейки. В современном строительстве широко используются высокопроизводительные компьютеры, которые значительно упрощают работу самых разных специалистов. Для этого на них устанавливается соответствующее программное обеспечение, которое позволяет с высочайшей степенью точности рассчитать размеры будущих объектов, оценить степень их надёжности, преимущества и недостатки использования конкретного строительного материала.

С точки зрения своей конфигурации используемый в строительной сфере компьютер отличается от обычных офисных моделей более производительными видеокартой и центральным процессором. Именно на эти части периферии ложится основная нагрузка во время работы с различными программами и приложениями, используемыми для проектирования жилых и промышленных объектов или любых других строительных конструкций.

*Поддержка многоядерности в САПР-системах.* Если рассмотреть возможность распараллеливания программного кода применительно к САПР-программам, то ситуация здесь весьма неоднозначная. Большинство методов конечных элементов позволяют разбить вычислительную задачу

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)