

## Архитектура ЭВМ и ОС

# Содержание

<b>1</b>	<b>История архитектуры ЭВМ и ОС</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Интерфейсы</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Структурная схема современной вычислительной машины</b>	<b>7</b>
3.1	Материнская плата . . . . .	8
3.2	Процессор . . . . .	9
3.3	Оперативная память . . . . .	10
3.4	Видео адаптер (видеокарта) . . . . .	11
<b>4</b>	<b>Жесткий диск</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Классификация компьютерных систем</b>	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>Основные компоненты операционной системы</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>Современные операционные системы</b>	<b>16</b>

# 1 История архитектуры ЭВМ и ОС

Современный мир невозможно представить без большого количества вычислений. А компьютеры, то есть устройства для организации вычислений, проникли буквально повсюду. Они окружают нас и на работе, и дома, помогая нам общаться, получать необходимую информацию, учитывать личные и корпоративные финансы, делать прогнозы, анализировать окружающий нас мир.

Развитие человеческой мысли прошло длинный путь в тысячи лет, чтобы вычислительные устройства стали такими, какими мы их знаем сейчас. Современный вычислитель состоит из хорошо известных всем компонент:

- процессоры, которые выполняют счетные задачи и организуют вычислительный процесс;
- оперативная и долговременная память, которая сохраняет наши данные;
- сетевые и коммуникационные интерфейсы, которые позволяют подключать к компьютеру разнообразные устройства и обмениваться информацией с другими компьютерами;
- системная плата позволяет объединить устройства компьютера.

Первым вычислительным устройством в истории человечества являлся абак или счеты. В разных частях мира они имели свои небольшие особенности, но выглядели они практически одинаково. Такие устройства широко использовались для, как бы мы сейчас сказали, ведения бизнеса. Торговцы того времени подсчитывали количество продаваемого или приобретаемого товара.

Первая счетная машина, позволявшая производить умножение и деление также легко, как сложение и вычитание, была изобретена в Германии в 1673 году Готфридом Вильгельмом Лейбницем, и называлась «Калькулятор Лейбница». По образцу двенадцатиразрядной счетной машины Лейбница в 1708 году профессор Вагнер и мастер Левин создали шестнадцатиразрядную счетную машину.

С развитием техники и технологий людьми были сконструированы различные приборы, которые позволяли определять различные физические величины, такие как скорость, ускорение, расстояния. Например, если мы хотим измерить высоту полёта самолета, то мы можем измерить давление атмосферы или послать электромагнитный импульс к земле и посчитать, когда придет отраженный сигнал. Но сами физические значения, такие как высота, сложно использовать в дальнейших вычислениях в их естественном виде, и

люди придумали заменять их аналогичными величинам или просто аналогами. При этом высоте, например, может ставиться в соответствие напряжение от датчика высоты. Аналоговая величина всегда непрерывна, и ее поведение полностью копирует поведение соответствующей физической величины. Теперь с этой аналоговой величиной можно проводить вычисления - складывать, вычитать, дифференцировать. Например, при изменении высоты, можно рассчитать вертикальную скорость относительно поверхности.

Аналоговые вычисления производятся аналоговыми ЭВМ. К сожалению, у таких ЭВМ есть недостатки. Основной из них - это конечно большие габариты таких вычислительных машин. Кроме того не всегда просто преобразовать физическую величину в аналог и обратно. Однако, преимуществом является скорость проводимых сложных операций, такие как интегрирование и дифференцирование. Аналоговые ЭВМ в современном мире распространены мало, однако у них есть своя область применения.

В результате, в современном мире основой для вычислений общего назначения является цифровое представление информации. В нем информация кодируется наличием сигнала или его отсутствием, т.е. 0 или 1. При этом отдельные импульсы объединяются в группы, позволяя закодировать информацию одним числом. Цифровое представление существенно упрощает необходимые элементы для построения вычислительной машины.

Для систематизации принято распределять этапы развития цифровых компьютеров по поколениям. В первом поколении использовались электронные лампы, в последующих - транзисторы, интегральные схемы. С развитием технологии отдельные элементы уменьшались в размере, и в настоящий момент интегральные схемы позволяют интегрировать на одном кристалле более одного миллиарда простейших элементов.

## 2 Интерфейсы

Мы уже поговорили немного о том, какие бывают вычислительные машины и как они работают. Однако основная задача каждой вычислительной машины - выполнение задач пользователя. И взаимодействие пользователя и компьютера осуществляется с помощью интерфейса, что с английского переводится как стыковочное устройство, средство осуществления взаимного воздействия.

Логично, что для человека удобнее всего осуществлять диалог с помощью речи, взгляда или даже передавая каким-либо образом свои мысли. Однако компьютер использует в своей работе только двоичный код. Поэтому были разработаны некоторые компромиссные решения.

Отдельно можно было рассмотреть интерфейсы взаимодействия физи-

ческих устройств, то есть аппаратный интерфейс, и интерфейсы программ в вычислительной системе, то есть программный интерфейс. Однако они требуют достаточно большого знания технологий, стандартов, протоколов, и часто просто незаметны для многих пользователей. Поэтому преимущественно рассмотрим человеко-машинное взаимодействие или человеко-машинный интерфейс.

Учёные-исследователи выделяют до 30 различных типов пользовательского интерфейса в зависимости от целей, инструментов, порядка использования и других особенностей работы.

В современных вычислительных машинах к основным элементам относят:

1. командный;
2. графический;
3. речевой;
4. жестовый;
5. нейрокомпьютерный.

Одним из первых появился текстовый интерфейс, использующийся при вводе-выводе и представлении информации исключительно набор буквенно-цифровых символов и символов псевдографики. Данный тип появился на начальном этапе развития относительно современных компьютеров, так как предполагал использование улучшенной печатной машинки в качестве устройства ввода. Клавиатура была у первого компьютера Apple в 1976 году. А привычный для нас вид клавиатуры с системными клавишами Esc, Control, Alt, Shift и Enter появился в 1987 году.

Текстовый интерфейс в ряде даже современных программ может представлять собой консольную программу, то есть условный бесконечный лист бумаги на базе комплекта монитора и клавиатуры. Такие программы используются до сих пор, многие матёрые программисты считают текстовый интерфейс единственно верным.

Операционная система Linux предоставляет ещё больше возможностей для консольных программ. В частности, даже безо всякого графического интерфейса несколько одновременно запущенных программ могут бесконфликтно взаимодействовать с пользователем, создавая иллюзию наличия в системе нескольких консолей.

Каждая операционная система имеет свои символы, означающие готовность текстового интерфейса к работе. Например, в операционной системе

MS-DOS приглашение выглядит как набор символов, начинающийся с названия диска C ( : ), в операционной системе UNIX и UNIX-подобных – это знак доллара.

Но такой интерфейс не устраивал новых пользователей, и разработчики сделали шаг навстречу более удобному графическому интерфейсу, реализовав текстовый оконный интерфейс. Он используется в таких программах как Far Manager и Norton Commander.

Развитие графического интерфейса совпало с появлением и распространением компьютерной мыши. Первая компьютерная мышь была представлена на показе интерактивных устройств в 1968 году.

Существует оконный графический интерфейс, web-ориентированный, масштабируемый, ориентированный на разных пользователей и их задачи. Для упрощения понимания графического интерфейса рассмотрим самый распространённый подтип графического интерфейса - WIMP. Данный акроним перечисляет элементы, используемые в человеко-машинном интерфейсе:

- Window;
- Icon;
- Menu;
- Pointing device.

Доступные команды собраны в меню и управляются курсором мыши. Это сделано для того, чтобы не запоминать все возможности, что сокращает время обучения.

Другое очевидное достоинство – это простота его использования как для людей, далёких от компьютеров, как для новичков, так и для опытных пользователей. Кроме того, эта технология легко может быть перенесена из одного приложения в другое.

В XX веке возможность контроля устройством при помощи голоса существовала преимущественно в научной фантастике. Тем не менее, с развитием технологий голосовой интерфейс стал всё более распространённым, человек всё чаще пользуется преимуществами этой бесконтактной технологии. Акроним для голосового интерфейса - Speech Image Language Knowledge.

Голосовой интерфейс должен быть специально создан для конкретных технологических процессов, которые нужно автоматизировать. К таким процессам можно отнести:

1. Простой перевод речи в текст. Данный процесс будет полезен для стенографии медицинских операций, судебных заседаний, защит диссертаций. Его уже активно используют многие писатели и журналисты. Он

позволяет экономить время, проводить работу над ошибками, поскольку человек говорит около 200-250 слов в минуту, а средняя скорость набора не превышает 180 слов.

2. Синтез речи. Этот процесс снижает затраты крупных компаний на многочисленный персонал, позволяет автоматизировать некоторые элементы служб поддержки клиентов, а также позволяет создать новый продукт для продажи, например, аудиогиды.
3. Управление программами. Данный процесс, пожалуй, является самым востребованным пользователями. Ведь так просто обратиться к телефону с просьбой набрать номер друга или попросить ноутбук запустить последнюю серию любимого сериала. Но гораздо большую пользу голосовой интерфейс сможет принести в космической и военной отраслях, при управлении специализированными роботами во время ликвидации чрезвычайных происшествий.

Однако для того, чтобы создать стоящий голосовой интерфейс, необходимы серьёзные глубокие междисциплинарные знания в физике, распознавании образов, лингвистике и психологии. Ведь нужно правильно считать аудиосигнал, очистить его от помех, выделить говорящего, сравнить полученные аудиофрагменты с эталонными, обработать полученный текст на предмет ошибок. Кроме того, это всё нужно сделать практически в реальном масштабе времени. Даже при наличии продвинутых средств разработки, создавая эффективный речевой интерфейс, нужно отдавать себе отчёт в том, какие задачи он будет выполнять, на какую целевую аудиторию он ориентирован и какую реальную точность может обеспечить.

В тоже время аналитики из исследовательской компании Allied Market Research считают, что распознавание речи будет самым быстрорастущим сегментом в искусственном интеллекте в течение следующих пяти лет. Таким образом, стоит ожидать расширения точности и возможностей голосового интерфейса в ближайшие годы.

Также в настоящее время активно используется жестовый интерфейс, предназначенный для устройств, оснащённых либо специальными устройствами ввода, либо сенсорными экранами, позволяющий эмулировать команды при помощи жестов. Основной мотивацией разработки таких интерфейсов является улучшение эргономичности управления. Жестовый интерфейс используется во множестве современных смартфонов с сенсорным экраном, на ноутбуках с тачпадом или сенсорным экраном, в игровых приставках с помощью джойстиков, перчаток и так далее, всё больше приближая нас к цифровому миру.

Следующий шаг на пути к этому - нейрокомпьютерный или мозговой интерфейс, созданный для прямого обмена информацией между нервными

клетками мозга и электронно-вычислительным устройством. Даже не до конца верится, что такое возможно.

Исследование нейро-компьютерного интерфейса начались в 70-х годах XX века, но до середины 90-х годов не существовало работающей экспериментальной модели импланта в теле человека. После многолетних экспериментов с животными были созданы работающие в организме человека импланты, созданные для восстановления основных поврежденных слуховых, зрительных и двигательных функций.

Главной нитью исследований является использование удивительной пластичности коры головного мозга, которая успешно адаптируется к нейрокомпьютерному интерфейсу, рассматривая искусственные импланты как биологические части себя. Используя последние достижения в области технологий и новейшие знания, исследователи могут сделать попытку создать такие мозговые интерфейсы, которые будут не просто восстанавливать утраченные возможности человека, но и преумножать их.

Остановимся ещё на одном интересном интерфейсе - облачном интерфейсе. Что же это такое? На самом деле данная технология обеспечивает пользователю простой, защищённый удалённый доступ к различным облачным сервисам без сложных настроек маршрутизации и проблем с безопасностью. Основная задача, решаемая посредством облачного интерфейса, - предоставление инфраструктуры как сервиса. Ключевыми лидерами в данной области являются коммерческие компании Sun Microsystems и Amazon. Однако многие пользуются решением OpenNebula, которое является программой с открытым исходным кодом.

### **3 Структурная схема современной вычислительной машины**

Покупка персонального компьютера – абсолютно нехитрое дело. Естественно, это лишь в том случае, если вы хотя бы приблизительно разбираетесь в том, какая характеристика за что отвечает, и для каких целей вы собираетесь использовать ваш ПК. Существует достаточно большое количество готовых решений, т.е. уже собранных компьютеров, предназначенных для определенного типа задач. Например, офисный компьютер, предназначенный для решения несложных задач, таких как работа в MS Office или браузере, будет достаточно сильно отличаться как по характеристикам, так и по цене, от игрового компьютера, где очень важна производительность. Помимо готовых решений, можно собрать компьютер и самостоятельно, выбрав необходимые компоненты, которые будут максимально соответствовать вашим потребностям. Отметим, что такая кастомизация характерна для стаци-



онарных ПК, однако производители часто выпускают и ноутбуки, в которых можно выбрать объем оперативной памяти или вместимость жесткого диска. Давайте рассмотрим, какая величина за что отвечает, но будем учитывать кое-какой момент. Компьютер состоит из многих модулей и компонентов, а основной его характеристикой является производительность. При этом нужно учитывать, что общая скорость работы может снижаться из-за т.н. «узких мест». Можно установить, например, топовый процессор, но ПК будет очень медленным, если будет недостаточно оперативной памяти.

### 3.1 Материнская плата

Материнская плата является связующим звеном между большинством элементов всего компьютера. Некоторые элементы крепятся непосредственно к самой плате (процессор, оперативная память, видеокарта), а некоторые посредством проводов со своими разъемами (жесткий диск, порты, индикаторы на внешней панели корпуса и т.п.). Выбор материнской платы – очень важный шаг, т.к. наличие или отсутствие тех или иных интерфейсов (разъемов) напрямую будет влиять на выбор остальных компонентов. Можно, конечно, отталкиваться от обратного. Если вы, например, уже определились с процессором или видеокартой, то можно подобрать подходящую материнскую плату.

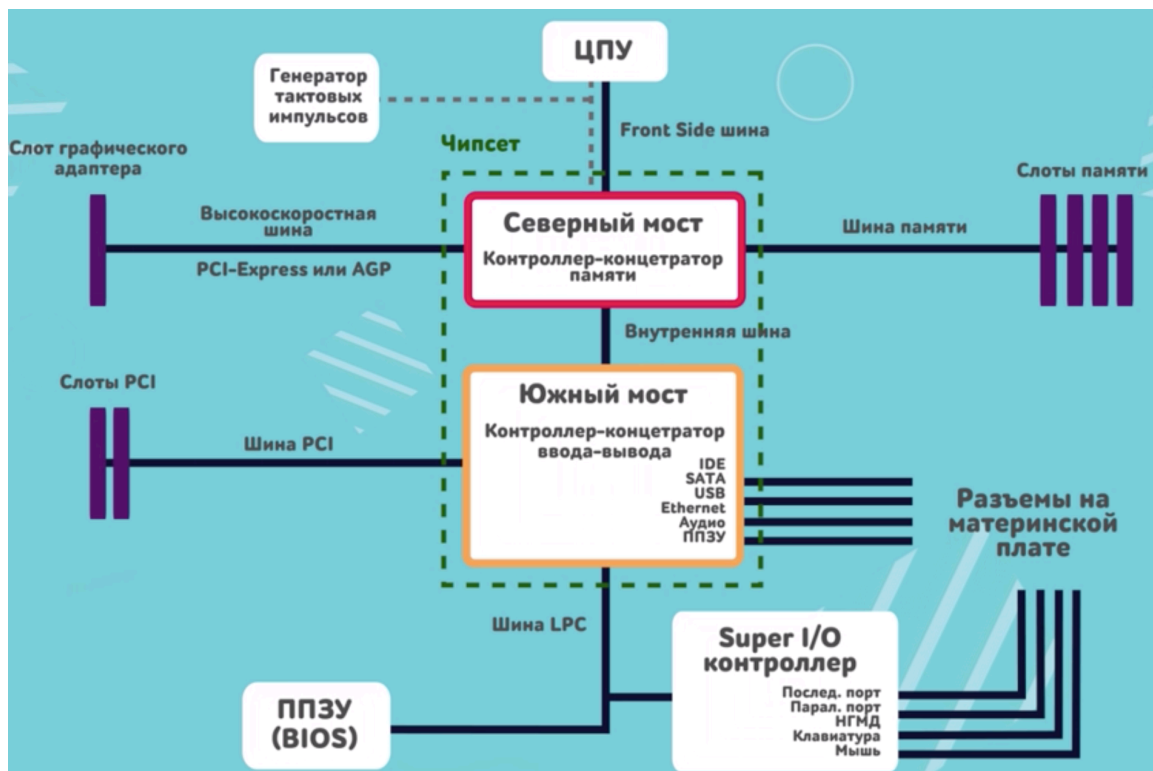


Рис. 1: Принципиальная схема материнской платы

Различают т.н. северный и южный мосты, соединенные между собой си-

стемной шиной. Северный мост обеспечивает связь с процессором, видеокартой (графическим адаптером) и оперативной памятью. Южный мост обеспечивает подключение жестких дисков, сетевых, аудио карт и т.д. Необходимо отметить, что интерфейсы северного моста обеспечивают гораздо более высокую скорость обмена данными, чем южного. Расшифруем описание конкретной материнской платы ASUS H110M-K, H110, Socket 1151, DDR4, mATX:

- ASUS – производитель;
- H110M-K – модель;
- H110 – версия чипсета;
- Socket 1151 – тип сокета;
- DDR4 – тип оперативной памяти;
- mATX – форм фактор, то есть, по сути, габариты и способ крепления материнской платы к системному блоку. Различают ATX, microATX, nanoATX, Mini-ITX и другие.

Про чипсет и сокет поговорим подробнее при рассмотрении процессоров. Оперативную память также рассмотрим подробнее

### 3.2 Процессор

Процессор является основным вычислительным устройством всего компьютера. Устройство и функции процессора – тема, достойная отдельной лекции. Ограничимся лишь характеристиками, которые должны быть известны современному пользователю.

Тактовая частота процессора. Эта величина показывает количество элементарных операций, которые способен выполнить процессор за 1 секунду. Частота современных процессоров колеблется от 1 до 5 ГГц. При прочих равных, чем это значение больше, тем процессор более производительен.

Количество ядер и потоков. Исторически, процессоры имели одно ядро. С годами, тактовая частота росла непрерывно и очень быстрыми темпами, но дальнейший рост оказался не актуален в силу физических и экономических причин. Поэтому появились многоядерные процессоры. Принцип многоядерности заключается в разбиении выполнения задач различными ядрами. Современные процессоры среднего сегмента имеют от 2-ух до 8 ядер, а высокого сегмента достигают 32 ядер. При этом, как правило, каждое ядро способно обрабатывать 2 задачи (потока), которые сменяют друг друга. При прочих равных, и соблюдении определенных условий, чем больше ядер, тем выше производительность.

Кэш память процессора. Такая память позволяет процессору быстро получить доступ к определённым данным, которые часто используются. Обычно различают кэш память трех уровней. Чем ближе к процессору, тем ее объем меньше, но скорость выше.

Сокет – разъем, при помощи которого процессор подключается к материнской плате. Важно понимать, что тип сокета процессора и материнской платы должны совпадать.

Чипсет выполняет роль связующего компонента, обеспечивающего совместное функционирование подсистем памяти, центрального процессора, ввода-вывода и других, т.е. заставляет все части материнской платы «взаимодействовать», как единое целое.

В замечании можно отметить, что в последних поколениях процессоров северный мост расположен на самом процессоре.

### 3.3 Оперативная память

Оперативная память необходима для того, чтобы хранить программы и связанные с ними данные во время их исполнения. Современные приложения весьма требовательны к объему и скорости работы оперативной памяти. Если ее не хватает, то ОС может для этих целей задействовать память жесткого диска (виртуальная память), которая, по сравнению с оперативной, работает крайне медленно.

Оперативная память различается по следующим характеристикам:

- Тип памяти. Современным считается стандарт DDR4. Более старые (DDR3 и DDR2) обладают меньшей производительностью. Выбор типа оперативной памяти зависит от того, какую память поддерживает конкретная материнская плата.
- Рабочая частота. Указывается в мегагерцах и определяет пропускную способность, т.е. скорость работы памяти. Нужно иметь в виду принцип «узкого места». Например, если память поддерживает частоту 2400 МГц, а материнская плата – только 2133 МГц, то итоговая скорость будет определяться по наименьшей величине, т.е. 2133 МГц.
- Объем. Его стоит выбирать в зависимости от решаемых задач. Можно успешно работать и при 2-ух Гб оперативной памяти. Несколько лет «золотым стандартом» для повседневных задач были 4 Гб, однако сейчас многие выбирают более комфортные 8 и более Гб памяти. Сами модули (планки) памяти бывают разного объема, а выбор конкретного исполнения стоит делать с оглядкой на количество соответствующих слотов на материнской плате и максимально поддерживаемого объема. Небольшое замечание. Если планируется установка более 4 Гб памяти,

необходимо использовать 64 разрядную версию операционной системы, т.к. максимальный индексируемый объем памяти для 32 разрядных ОС – 4 Гб.

### 3.4 Видео адаптер (видеокарта)

Современные процессоры могут иметь встроенный видеоадаптер с достаточной для повседневных задач производительностью. В противном случае необходимо устанавливать дискретную видеокарту. Такие устройства также устанавливаются и для серьезных задач по работе с графикой (видео игры, профессиональная работа с изображениями и видео и т.п.). Они имеют свой отдельный процессор, построенный таким образом, чтобы максимально эффективно обрабатывать графические данные и свою память (от 1 Гб у самых дешевых моделей до 8 и более Гб у дорогих игровых карт). Важно обращать внимание на интерфейс подключения видеокарты к материнской плате. Обычно это PCI-express разных версий.

## 4 Жесткий диск

Жесткий диск предназначен для долговременного хранения информации. Современные диски HDD предлагают объем от 500 Гб до 10 и более Тб. Стоит отметить, что такая память работает достаточно медленно, поэтому все чаще и чаще на компьютеры устанавливается жесткие диски типа SSD. Они обладают гораздо меньшим объемом, обычно речь идет о сотнях Гб, хотя есть экземпляры объемом 4 Тб и более, но гораздо более высокой скоростью. Возможно, на сегодняшний день оптимальным является использование SSD в качестве основного диска (на котором хранится ОС и все основные программы) и HDD в качестве диска для хранения больших объемов данных, скорость работы с которыми не является критичной.

## 5 Классификация компьютерных систем

Вы уже познакомились с архитектурой ЭВМ, теперь нам нужно узнать как же классифицировать компьютерную технику. По размерам? Или может по внешнему виду или все же по задачам и производительности?! Давайте рассмотрим более подробно.

Всем нам известны персональные компьютеры, которые мы можем встретить повсеместно на работе и дома, но что если заглянуть немного в глубь, из истории ранее вы знаете, что развитие компьютерной техники происходило достаточно стремительно и те компьютеры или суперкомпьютеры

которые были 50 лет назад и занимали целую комнату, а сейчас этот суперкомпьютер может поместиться у вас в кармане.

Настольные компьютеры или desktop – это наиболее распространенные в настоящее время компьютеры, которыми пользуются дома или на работе все люди, от школьников и студентов до домашних хозяек.

Многоцелевые компьютеры-традиционное историческое название для компьютеров, распространенных в 1950-х – 1970-х гг., еще до эпохи всеобщего распространения персональных компьютеров. Именно для mainframe-компьютеров создавались первые ОС. С появлением персональных и портативных компьютеров классические mainframe-компьютеры ушли в прошлое.

Суперкомпьютеры. Мощные многопроцессорные компьютеры, наиболее современные из которых имеют производительность до нескольких Петафлопс. Особенностью суперкомпьютеров является их параллельная архитектура – как правило, все они являются многопроцессорными. Соответственно, ОС для суперкомпьютеров должны поддерживать распараллеливание решения задач и синхронизацию параллельных процессов.

Кластеры компьютеров (computer clusters) – группы компьютеров, физически расположенные рядом и соединенные друг с другом высокоскоростными шинами и линиями связи. Кластеры компьютеров используются для высокопроизводительных параллельных вычислений. Наиболее известны в мире компьютерные кластеры, расположенные в научно-исследовательских центрах (Россия, США, Япония, Китай и т.д. ) На это нам поможет ответить: FLOPS – внесистемная единица, используемая для измерения производительности компьютеров, показывающая, сколько операций с плавающей запятой в секунду выполняет данная вычислительная система.

И снова немного занятной истории. Первые супер компьютеры:

- ЭНИАК (США) всего 500 флоп, а через 11 лет;
- БЭМС-2 (СССР) – 10 кфлоп;
- А в это время в США IBM (США) – 5 кфлоп.

А что сегодня у нас с быстродействием?! Intel Core i7 в 2013 году – 130 гигафлопсов, а в 2014 Intel Core i7 (Extreme Edition) до 350 гигафлопсов. А в тоже время в России процессор МЦСТ Эльбрус-4С с пиковой производительностью 25 Гфлопсов (примерно как у Intel Core i3), но мы ожидаем в 2018г Эльбрус-8СВ с пиковая производительность 576 Гфлопсов. И вот всем знакомый карманный компьютер и другими словами – смартфон. У Apple 6S Plus - 1,4 гигафлопса. А у Самсунга в топовых моделях 84 мегафлопса. А теперь игровые приставки: Microsoft Xbox 2,9 Гфлопса, Microsoft Xbox One 1,23 терафлопса, Sony PlayStation 3 400,4 Гфлопса, Sony PlayStation 4 1,84 терафлопса.

Теперь мы знаем, что не только внешним видом и размером отличается компьютерная техника, но и узнали что такое FLOPS — внесистемная единица, используемая для измерения производительности компьютеров.

Вернемся у ПК. Портативные компьютеры (laptops, notebooks – дословно "компьютеры, помещающиеся на коленях"; "компьютеры-тетрадки") – это миниатюрные компьютеры, по своим параметрам не уступающие настольным, но по своим размерам свободно помещающиеся в небольшую сумку или рюкзак или, например, на коленях пользователя, летящего в самолете в командировку и не желающего терять времени даром. Ноутбуки стоят обычно в несколько раз дороже, чем настольные компьютеры с аналогичными характеристиками.

Карманные портативные компьютеры и органайзеры (КПК, handhelds, personal digital assistants – PDA) – это "игрушки для взрослых" в виде миниатюрного компьютера, помещающегося на ладони или в кармане, но по своему быстродействию иногда не уступающего ноутбуку.

Мобильные устройства (mobile intelligent devices – мобильные телефоны, коммуникаторы) – это устройства, которыми каждый из нас пользуется постоянно для голосовой связи, для записи или обработки какой-либо информации, а так же для выхода в Интернет.

Носимые компьютеры (wearable computers) – для повседневной жизни достаточно экзотические устройства, однако для специальных применений (например, встроенные в скафандр космонавта или в кардиостимулятор) они жизненно важны. Разумеется, их память и быстродействие значительно меньше, чем у настольных компьютеров, но критическим фактором является их сверхвысокая надежность, а для их операционных систем и прочего программного обеспечения – минимальное возможное время ответа.

Распределенные системы (distributed systems) – это системы, состоящие из нескольких компьютеров, объединенных в проводную или беспроводную сеть. Для примера мы показали работу Умного дома.

Как на земле, так и в космосе нам не обойтись без компьютера, но в космосе техника работает под управлением оператора, а так же автономно выполняя программы и заданные алгоритмы, в этом нам помогают системы реального времени (real-time systems) – вычислительные системы, предназначенные для управления различными техническими, военными и другими объектами в режиме реального времени. Характеризуются основным требованием к аппаратуре и программному обеспечению, в том числе к операционной системе: недопустимость превышения времени ответа системы.

А что ждет нас в будущем? Только от нас с вами зависит то, как оно будет выглядеть.

## 6 Основные компоненты операционной системы

Сейчас компьютеры настолько тесно вошли в нашу жизнь, что когда пользователь работает с компьютером, то ожидает от него одновременного выполнения многих задач. Компьютер должен как-то реагировать на действия пользователей: перемещать курсор мыши, вводить буквы с клавиатуры в текстовые поля, сообщать любимой игре о нажатых кнопках или принимать Интернет-звонки. Одновременно с этим, компьютер должен не только как-то обрабатывать данные, но и в реальном времени предоставлять их пользователю через специальные интерфейсы вывода (видеокарту и монитор, звуковую карту), печатать отчёты на принтере или отправлять файл по wifi на телефон.

В то же время, для работы каждой отдельно взятой функции в компьютере, например, осуществления ввода-вывода, всегда предусмотрена специальная программа, которая “знает”, как именно организовать работу с тем или иным устройством. Эти программы называются драйверами. Например, драйвер принтера подсказывает компьютеру, какие сигналы и в каком формате надо послать на принтер, чтобы тот, в свою очередь, распечатал электронный документ на бумаге. Пользователь даже не задумывается, что требует от компьютера одновременной работы со всеми этими программами: нас интересует только результат - мы можем одновременно слушать музыку, играть и общаться с друзьями.

Следовательно, возникает необходимость управлять компонентами компьютера и организовывать параллельное выполнение программ, даже когда у компьютера только одно вычислительное ядро в процессоре. Поэтому практически в каждом компьютере есть операционная система, выполняющая очень важные функции. Операционная система обеспечивает взаимодействие между выполняющимися программами, позволяя им передавать друг другу данные внутри компьютера. Операционная система управляет жизненным циклом программ: решает, когда можно запускать новые, как поступать с программами, закончившими выполнение и какую именно программу в какой момент времени пустить работать на процессоре.

Операционная система обеспечивает безопасное выполнение программ внутри компьютера. Например, не позволяет никаким программам получить несанкционированный доступ к программе-клиенту нашего любимого банка.

Одновременно с управлением программами внутри компьютера, операционная система также управляет аппаратными ресурсами. Она знает, сколько ядер внутри процессора и какие программы на них запускать. Знает, сколько у компьютера оперативной памяти и как её разделить между выполняющимися программами. А если оперативной памяти не хватает, то операционная система временно выгрузит наименее важные данные из оперативной памяти на жёсткий диск. Если пользователь нажимает кнопку, то поступив-

ший в компьютер сигнал, в первую очередь, получит именно операционная система. И уже потом она решит, какой программе сообщить о нажатой кнопке.

То есть, операционная система – это не что иное, как ещё одна большая программа, в которую заложены алгоритмы управления всем, что происходит у нас в компьютере. Правда, как правило, разработчики операционных систем предпочитают не писать одну большую программу, потому что довольно сложно искать в ней ошибки, добавлять новые функции и оптимизировать её выполнение. Поэтому многие современные операционные системы представляют собой не одну программу, а несколько. То есть систему программ. Само название “операционная система” в разных источниках может трактоваться по-разному. Одним из удачных определений является такое: “операционная система – это программная система, которая расширяет набор доступных приложениям операций”. Представьте, в компьютере изначально есть только простейшие операции: сложение, умножение, запись или чтение памяти. А благодаря операционной системе у любой программы появляются такие операции, как “распечатать на принтере”, “записать в файл”, “проиграть звук” или “передать по сети”. И когда пользовательским программам нужно выполнить такую “большую” операцию, то они это делают через обращение к операционной системе.

В современных операционных системах можно выделить следующие компоненты. Самым главным и необходимым является так называемый “обработчик прерываний”. Это такая программа, которая умеет распознавать сигналы, получаемые компьютером от его аппаратных компонентов. Эти сигналы, кстати говоря, называют “прерываниями”, потому что они прерывают выполнение программы. Поэтому и компонент так называется, потому что “обрабатывает прерывания”. “Обработчик прерываний” специальным образом располагается в памяти компьютера так, чтобы при наступлении любого прерывания управление передавалось именно ему. И уже он, в зависимости от типа возникшего прерывания, решит дальнейшую судьбу компьютера.

Следующим компонентом является менеджер памяти. Эта программа управляет всей оперативной памятью и решает, какие именно её части предоставить конкретной пользовательской программе. Менеджер памяти занимается не только выделением памяти, но также и распределением данных между оперативной памятью и дисковой. Не требуемые в данный момент данные могут быть сохранены на жёсткий диск, а освобождённое место - предоставлено другим пользовательским программам для работы. Когда выгруженные данные снова понадобятся, менеджер памяти считывает их с диска и поместит в оперативную память.

Уже много слов сказано про программы-драйверы, которые тоже являются компонентами операционных систем. Как правило, их можно разде-



лить на три большие группы. Первая группа - драйверы файловых систем – это программы, которые умеют структурировать пользовательские данные и превращать их в файлы, которые мы видим, когда работаем с компьютером. Вторая группа – это драйверы так называемого “сетевого стека”. Эти программы умеют работать с передачей данных по сети. “Сетевой стек” получил такое название, потому что эти программы функционально объединяются в “стопку” (англ. stack), последовательно передавая данные друг-другу по этой стопке вверх или вниз и модифицируя их так, чтобы корректно передать по сети. И третья группа - это драйверы общего назначения. Это любые драйверы для взаимодействия с периферийными устройствами: драйвер принтера, сканера, мыши, видеокарты и др.

Наконец, в современных операционных системах есть подсистема управления процессами. “Процессом в операционной системе называется выполняющаяся программа и служебная информация, которая описывает то, как эта программа выполняется”. Она включает в себя функции планировщика и диспетчера процессов, а также функции по обеспечению межпроцессного взаимодействия. Диспетчер выбирает, какой программе можно занять процессор. Планировщик определяет, а можно ли запускать новые программы, то есть хватит ли у компьютера ресурсов. А подсистема межпроцессного взаимодействия позволяет программам передавать сообщения друг другу.

## 7 Современные операционные системы

Возникает вопрос, “а может ли современный компьютер работать без операционной системы?” Да, конечно может. Для решения некоторых задач совсем не нужна операционная система. Например, если мы заведомо знаем, что наш компьютер будет только измерять значение датчиков температуры и освещённости в комнате, управляя системой кондиционирования, освещения и электрическими жалюзи, то в таком компьютере операционная система, как таковая, не нужна. И если, руководствуясь этим, разработчик такого “умного дома” решит не использовать какую-то операционную систему, то ему самостоятельно придётся создать драйверы для работы с датчиками и устройствами управления домом. С одной стороны, это будет достоинством: потому что разработчик будет иметь полный контроль над всеми протекающими в компьютере процессами. С другой стороны, возложит на разработчика тяжкое бремя создания драйверов и решения всех тех задач, которые давно решены в операционных системах. Ситуация усугубится, когда разработчик захочет расширить функциональность своей системы, например, управлением через Интернет или мобильный телефон. Поэтому, в современном мире операционные системы часто используются даже при создании таких миниатюрных

систем, как “умный дом”, позволяя пользоваться миллионами уже созданных и проверенных системных программ.

Если пытаться классифицировать операционные системы, то, в первую очередь, надо ориентироваться на функции, для работы с которыми они проектировались. И тогда можно выделить пять классов операционных систем. К первому классу относятся широко известные операционные системы для персональных компьютеров, то есть те, которые мы используем для повседневной работы, например: Microsoft Windows и Apple MacOS. Эти системы разрабатывались для того, чтобы решать пользовательские задачи: красиво отображать браузер, позволять работать с мультимедиа, играть и решать офисные задачи. Второй класс систем – это близкие к нам, но часто упускаемые из виду, так называемые “встраиваемые системы”. Это системы, которые буквально “встраиваются” в управляемый ими объект: например система для управления стиральной машиной, телевизором или грузовым автомобилем. Говоря о третьем классе систем невозможно не обратиться к истории. В 1969 году, на заре известной нам компьютерной эпохи, в США решили приспособить мейнфреймовую систему MULTICS к использованию на менее мощных компьютерах. Так возникла операционная система UNICS, которая возглавляет семейство операционных систем UNIX. Системы семейства UNIX являются третьим классом операционных систем и предназначены для работы на мощных компьютерах предприятий, управления производством и решения критически важных бизнес-задач. Живыми примерами таких систем служат до сих пор используемые системы Solaris, HP-UX и AIX. Семейство UNIX систем, однако, не нравилось многим программистам по ряду причин. И тогда они создали системы, похожие на UNIX. Этот четвёртый класс систем называется “UNIX-подобные системы”. Они, как и системы семейства UNIX, ориентированы на работу на серверах компаний. К ним относятся такие системы, как FreeBSD и GNU/Linux. И, наконец, можно выделить операционные системы для мейнфреймов. Такие мощные компьютеры, как мейнфреймы, должны быстро и надёжно обрабатывать большие потоки информации. Сейчас их используют, например, платёжные системы: VISA и MasterCard. Ну и операционные системы в них тоже соответствующие, например IBM z/OS.

Не рассмотренными остались операционные системы, используемые на мобильных устройствах. Дело в том, что современные телефоны по сути являются полноценными компьютерами. Чаще всего на таких системах используют Apple iOS или Android. Обе системы являются UNIX-подобными. Хотя, конечно, иногда можно встретить и десктопную операционную систему на планшете, например Microsoft Windows.

Теперь рассмотрим, что же отличает именно современную операционную систему от операционных систем прежних лет. Ключевых особенности современных операционных систем, пожалуй, три. Первая – это ориентация на се-

тевой ввод-вывод. Во всех без исключения операционных системах через сеть проходит максимальное число передаваемых данных. Вторая особенность – это конвергенция решаемых задач. Если раньше системы, как правило, разрабатывались для решения какого-то конкретного класса задач, то современные системы в большинстве своём могут решать задачи любого класса. Например, система Microsoft Windows хорошо подходит как для использования на персональном компьютере, так и на планшете, и даже на сервере! И третьей особенностью является уклон в сторону так называемой “контейнерной виртуализации”. Не будем вдаваться в особенности названия этой технологии, скажем лишь, что с течением времени, операционные системы взяли курс на абстрагирование пользовательских программ от компьютера, на котором они выполняются. Сейчас многие системы запускают приложения в специальных “виртуальных контейнерах” и приложение “думает”, что все ресурсы компьютера принадлежат лишь ему. Этот подход существенно повысил безопасность и удобство разработки прикладных программ.

Строго говоря, в операционной системе можно выделить центральную часть – множество программ, без которых не может функционировать конкретная операционная система. Эта центральная часть любой системы называется ядром. Бывают системы с разной степенью разделенности ядра. То есть то, насколько сильно выделены компоненты ядра в отдельные программы. По этому признаку можно выделить системы с монолитным ядром, гибридным ядром, модульным ядром, с микроядром, с наноядром и иногда выделяют системы с ещё меньшими размерами ядра.

В монолитном ядре все программы-компоненты ядра связаны друг с другом тесной связью и из системы нельзя убрать какой-нибудь компонент, потому что ядро перестанет функционировать.

В гибридном ядре часть компонентов реализована в виде подключаемых модулей, а часть компонентов всё ещё является частью ядра.

В модульном ядре основная функциональность ядра вынесена в подключаемые модули. В центральной части системы оставлены только несколько важных компонентов, таких, как планировщик задач, обработчик прерываний, менеджер памяти и подсистема межпроцессного взаимодействия.

В микроядрах и других, более маленьких ядрах, уклон сделан на то, чтобы как можно больше функциональности перенести на подключаемые модули. В предельном случае – наноядре – центральной частью является только обработчик прерываний. А все остальные функции выполняют подключаемые модули.

Такой подход увеличивает надёжность систем. Потому что если в каком-то модуле что-то сломалось, то операционная система может оперативно, без остановки перезапустить этот модуль и продолжить функционировать как ни в чём не бывало.

В свою очередь, такое “право на ошибку” существенно снижает общую производительность операционной системы, а следовательно и компьютера в целом, потому что возникает больше накладных расходов на передачу данных между модулями ядра. Поэтому в современных операционных системах, как правило, реализована концепция гибридных ядер.