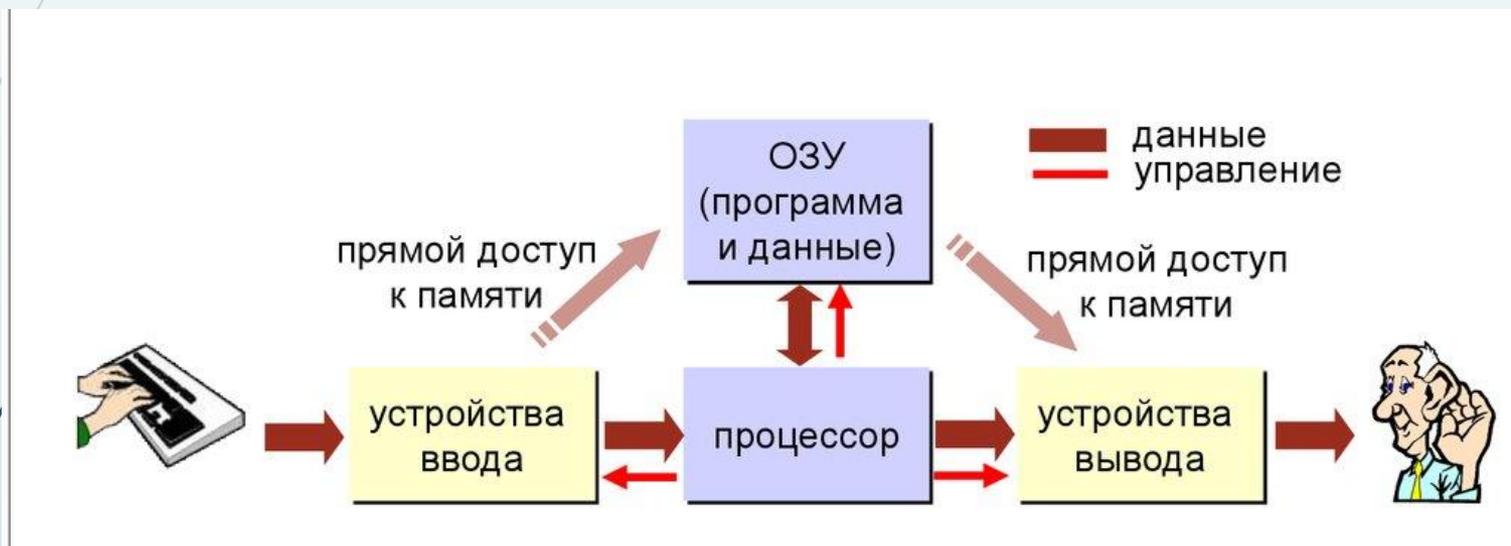


# Информационные процессы в компьютере. Архитектура



10 класс

## Из курса основной школы нам известно:

Компьютер (ЭВМ) – автономное, программно-управляемое устройство для работы с информацией.

В состав компьютера входят устройства памяти (хранение данных, программ), процессор (обработка информации), устройства ввода/вывода (прием/передача информации)

В 1946 году Джоном фон Нейманом были сформулированы основные принципы устройства ЭВМ, которые называют фон – неймановской архитектурой

# Серийное производство ЭВМ начинается в разных странах в 1950 –х годах. Историю развития ЭВМ принято делить на поколения

Переход от одного поколения к другому связан со сменой элементной базы, на которой создавались машины, с изменением архитектуры ЭВМ, с развитием основных технических характеристик (скорости вычислений, объёма памяти и др.), с изменением области применения и способов эксплуатации машин.



Компьютеры 1 поколения



Компьютеры 3 поколения



Компьютеры 2 поколения



Компьютеры 4 поколения

Под **архитектурой ЭВМ** понимаются наиболее общие принципы построения компьютера, реализующие программное управление его работой и взаимодействие основных функциональных узлов.

В основе архитектуры ЭВМ разных поколений лежат принципы **Джона фон Неймана.**



*Джон фон Нейман*  
(при рождении Янош Лайош Нейман)  
1903 – 1957 гг.

Выдающийся венгро-американский математик, заложивший основы учения об архитектуре вычислительных машин. Он подключился к созданию первой в мире ламповой ЭВМ ENIAC в 1944 г., когда ее конструкция была уже выбрана.

приобретен  
когда ее конструкция была уже  
изобретеной ЭВМ ENIAC в 1944 г.

## Информационные процессы в компьютере

### Эволюция поколений ЭВМ

	1 1950-е годы	2 1960-е годы	3 1970-е годы	4 (ПК, суперЭВМ) Начиная с 1970-х
Элементная база	Электронные лампы	Транзисторы	Интегральные схемы (ИС) и большие интегральные схемы (БИС)	БИС, СБИС (сверхбольшие ИС), микропроцессоры
Максимальное быстродействие (оп./с)	10–20 тыс.	100 тыс. — 3 млн	10 млн	$10^9$ – $10^{12}$
Архитектура	Фон-неймановская однопроцессорная	Фон-неймановская однопроцессорная. Появление периферийных процессоров	Центральный процессор + каналы ввода/вывода. Шинная архитектура	Конвейерно-векторные, матричные, многопроцессорные, мультикомпьютерные системы

# Однопроцессорная архитектура ЭВМ

Элементная база ЭВМ I поколения – электронные лампы,

II поколения – полупроводниковые элементы. Их архитектура схожа и в большей степени соответствовала принципам фон Неймана. Один процессор управлял работой всех устройств.

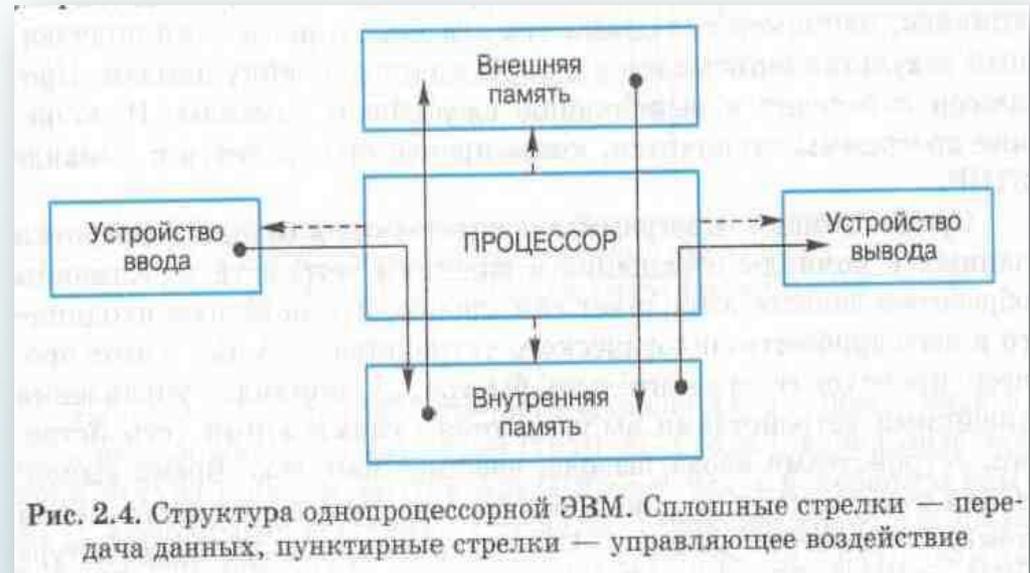


Рис. 2.4. Структура однопроцессорной ЭВМ. Сплошные стрелки — передача данных, пунктирные стрелки — управляющее воздействие.

- Согласно принципам фон Неймана, исполняемая программа хранится во внутренней памяти – в ОЗУ. Там же находятся данные, с которыми работает программа. Каждая команда программы и каждая величина занимают определенные ячейки памяти.

## Схема устройств однопроцессорной ЭВМ



- При однопроцессорной архитектуре ЭВМ, процессор отдав команду внешнему устройству, ожидает завершения её выполнения. При большом числе обращений к внешним устройствам может оказаться, что большую часть времени выполнения программы процессор «простаивает» и, следовательно его КПД оказывается низким. Быстродействие ЭВМ с такой архитектурой находилось в пределах 10-20 тысяч операций в секунду (оп./с).

# Использование периферийных процессов

- Следующий шаг в развитии архитектуры ЭВМ – отказ от однопроцессорного устройства. На последних моделях машин II поколения, помимо *центрального процессора (ЦП)*, выполнявшего обработку данных, присутствовали *периферийные процессоры*, которые назывались каналами ввода/вывода. Их задача – в автономном управлении устройствами ввода/вывода и внешней памяти, что освобождало от этой работы центральный процессор. В результате КПД ЦП возрос. Быстродействие некоторых моделей с такой архитектурой составляло от 1 до 3 млн. оп./с.

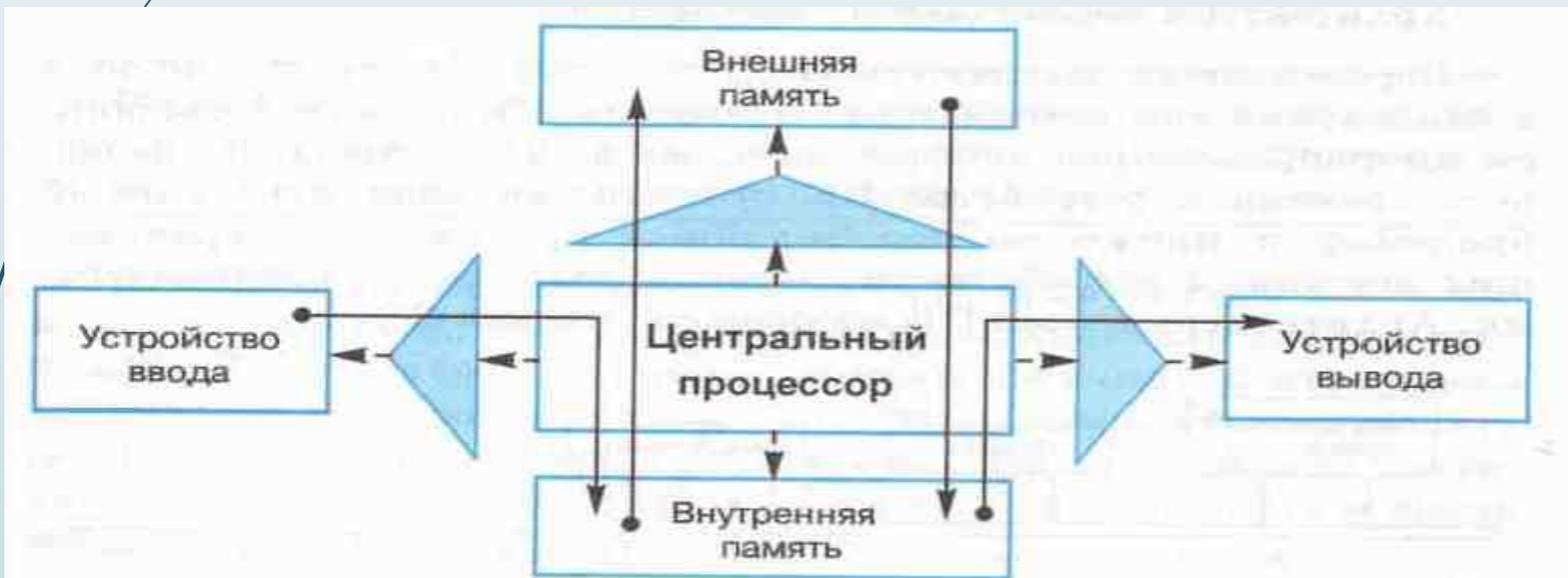


Рис. 2.6. Структура ЭВМ с одним центральным процессором и периферийными процессорами управления внешними устройствами (треугольники)

На всех моделях ЭВМ III поколения, которые создавались на базе интегральных схем (1970-80г.г), использовалась архитектура с одним ЦП и периферийными процессорами внешних устройств.

Благодаря совершенствованию элементной базы и др. аппаратных средств на некоторых моделях III поколения достигалось быстроедействие до 10 млн. оп./с

**мультипрограммный режим работы:** пока одна программа занята вводом/вывода данных, которым управляет периферийный процессор, другая программа занимает центральный процессор, выполняет вычисления.

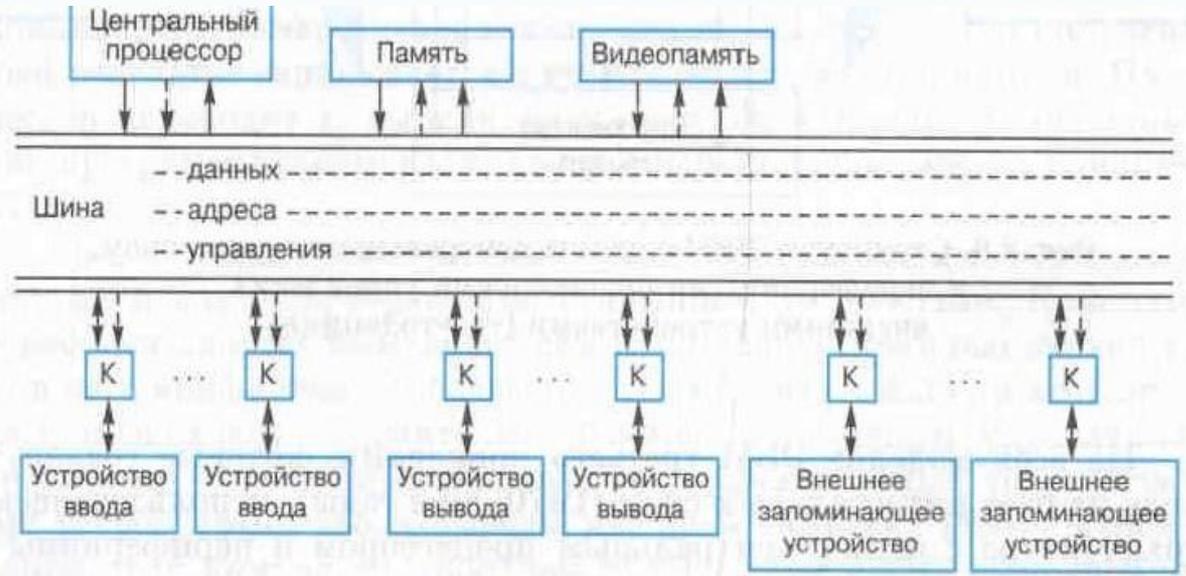


## Архитектура ПК

Для связи между отдельными функциональными узлами ПК используется общая информационная магистраль – **системная шина**, которая состоит из 3-х частей:

- Шина данных (для передачи данных);
- Шина адреса (для передачи адресов устройств);
- Шина управления (для передачи управляющих сигналов, синхронизирующих работу разных устройств).

Важное достоинство такой архитектуры – возможность подключения к компьютеру новых устройств или замена старых устройств на более современные. Это называется **принципом открытой архитектуры**.



**Рис. 2.7.** Архитектура персонального компьютера (сплошные стрелки — направление потоков информации, пунктирные — направление управляющих сигналов, К — контроллер)

устройств используется свой контроллер, а в составе ОС имеется управляющая программа (драйвер устройства)

# Архитектура ПК

## системная шина

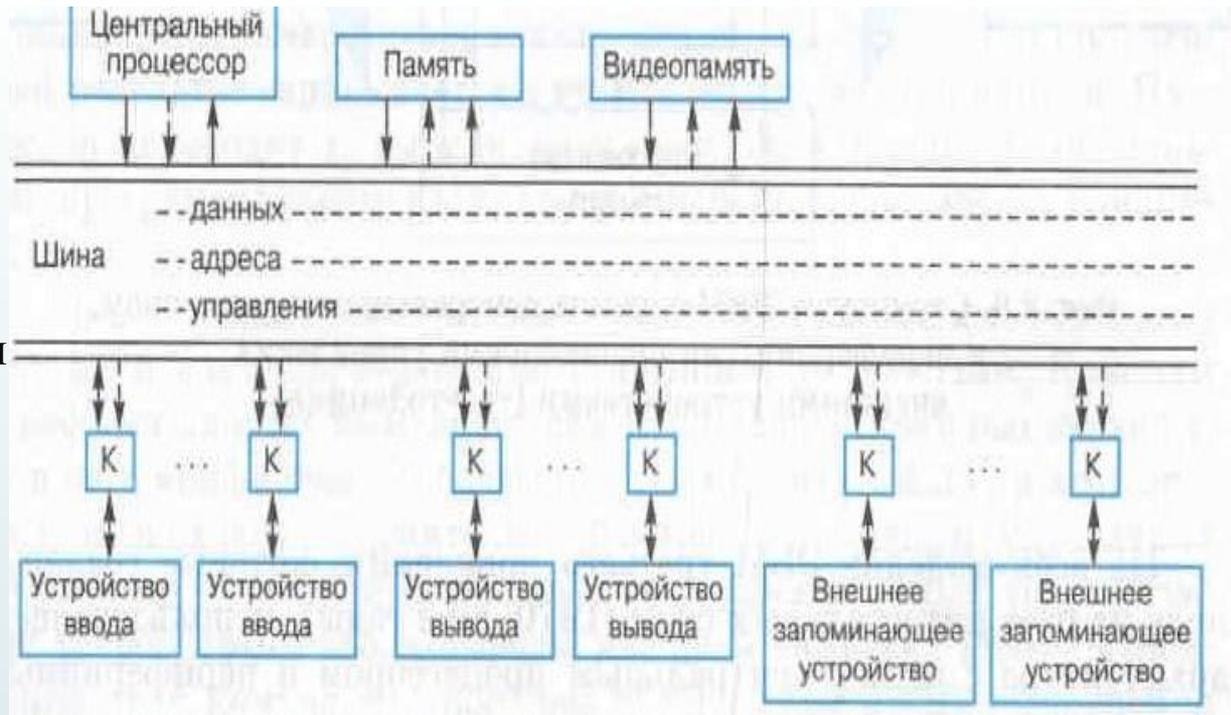
(организация связи):

- **Шина данных** (для передачи данных);

- **Шина адреса** (для передачи адресов устройств);

- **Шина управления** (для передачи управляющих сигналов, синхронизирующих работу разных устройств).

Важное достоинство такой архитектуры – возможность подключения к компьютеру новых устройств или замена старых устройств на более современные. Это называется **принципом открытой архитектуры**.

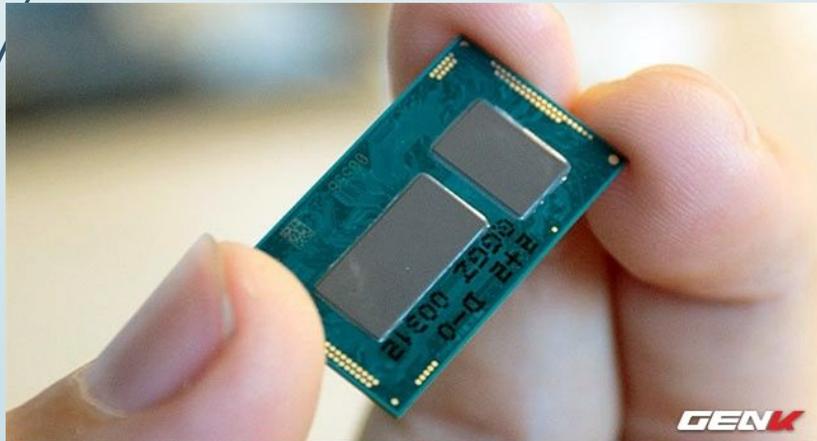


Для каждого типа и модели устройств используется свой контроллер, а в составе ОС имеется управляющая программа (драйвер устройства)

## Важное событие в совершенствовании архитектуры ПК произошло в 2005 г: был создан первый двух ядерный микропроцессор.

Каждое ядро способно выполнять функции центрального процессора.

Эта особенность архитектуры позволяет производить на ПК параллельную обработку данных, что существенно увеличивает его производительность.



# Архитектура ненеЙмановских вычислительных систем

В процессе развития происходят некоторые отклонения от фон-неймановской архитектуры.

Несмотря на нарастающую производительность ЭВМ, которые каждые 4-5 лет по важнейшим показателям практически удваиваются, всегда есть классы задач, для которых никакой производительности не хватает. Укажем некоторые из них:

1. Математические расчёты, лежащие в основе реализации математических моделей многих процессов. Гигантские вычислительные ресурсы, которые нужно реализовать очень быстро, необходимы для более надежного и долгосрочного прогноза погоды, для решения аэрокосмических задач, для решения инженерных задач.
2. Поиск информации в гигантских БД.
3. Моделирование интеллекта – при всех фантастических показателях, объем оперативной памяти современных компьютеров составляет лишь малую долю объема памяти человека.

Быстродействие компьютера с одним ЦП имеет физическое ограничение: повышение тактовой частоты процессора ведет к повышению тепловыделения, которое не может быть неограниченным.

# Зачем компьютеру несколько процессоров?

- Есть массив из 100 чисел:  $a_1, a_2, \dots, a_{100}$ . Найти их сумму  $S$ .

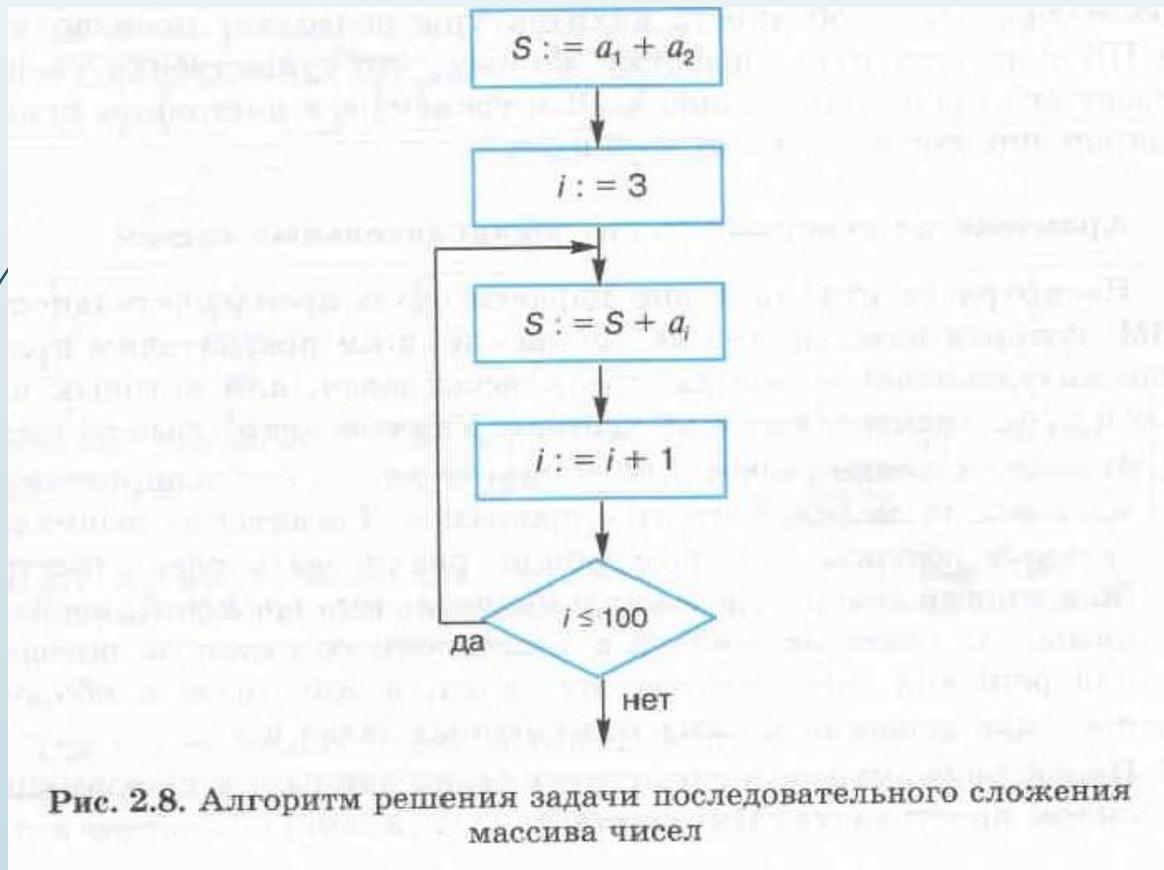


Рис. 2.8. Алгоритм решения задачи последовательного сложения массива чисел

# Решаем задачу не в одиночку, а всем классом.

1. Объединим числа в пары — по два на каждого (итого распределили 50 чисел); например, ученик №1 берет себе  $a_1$  и  $a_2$ , ученик №2 —  $a_3$  и  $a_4$ , и т. д.
2. Даем команду «складывай!» — и каждый складывает свои числа.
3. Даем команду «записывай!» — и каждый записывает мелом на классной доске свой результат.
4. Поскольку у нас осталось еще 50 необработанных чисел ( $a_{51}, \dots, a_{100}$ ), повторяем пункты 1–3. После этого имеем на доске 50 чисел  $b_1 = a_1 + a_2, \dots, b_{50} = a_{99} + a_{100}$  — результаты парных сложений.
5. Объединим в пары числа  $b_i$  и повторим выполнение пунктов 2–4.

Продолжаем этот процесс (2–5) до тех пор, пока не останется одно число — искомая сумма.

# Что надо изменить в устройстве компьютера, чтобы он смог так работать?

- Для реализации подобной схемы вычислений компьютеру потребуется 25 процессоров, объединенных в одну архитектуру и способных работать параллельно.

Такие **многопроцессорные вычислительные комплексы** – реальность сегодняшнего времени.

**Но вернемся к описанной выше последовательности действий – в ней есть источники проблем.**



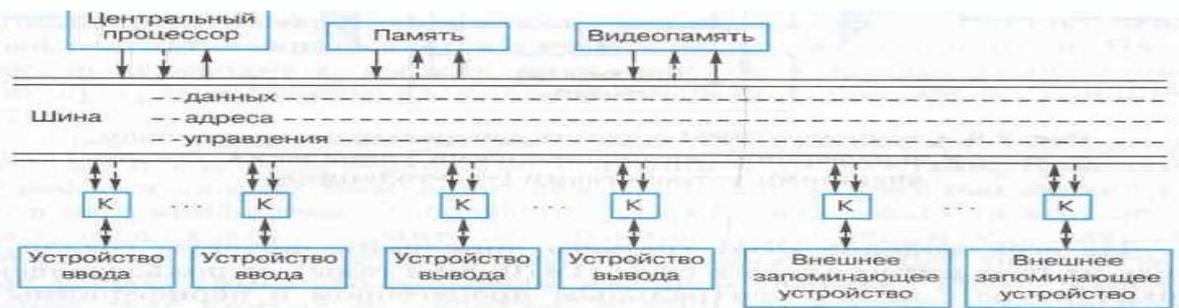


Рис. 2.7. Архитектура персонального компьютера (сплошные стрелки — направление потоков информации, пунктирные — направление управляющих сигналов, К — контроллер)

- Представим, что в схеме мы дорисовали ещё 24 ЦП, соединенных шиной. В этом случае при реализации команды 3 произойдет одновременное обращение 25 процессоров к центральной шине для пересылки результатов сложения в оперативную память. Но шина одна, числа в ней могут передаваться по одному, значит будет очередь на передачу чисел в память.

Вопросы:

1. Если преимущества останутся, то насколько они велики?
2. Окупятся ли расходы на 24 дополнительных процессора?

**Выход**- ввод в архитектуру нескольких системных шин, а может и нескольких устройств оперативной памяти

Обсуждаемые изменения приводят к «ненеймановской» архитектуре.

# Ведущий принцип ненеймановских вычислительных систем:

- Отказ от последовательного выполнения операций.
- **Параллельное программирование:** *распределение вычислений* – способ реализации параллельных вычислений путем использования множества компьютеров, объединенных в сеть (их называют мультикомпьютерными)
- **Мультипроцессорные системы** – образуют единый компьютер, который относится к классу **суперкомпьютеров**. Достижение параллелизма в них происходит благодаря возможности независимой работы отдельных устройств и их дублирования: несколько процессоров, несколько блоков оперативной памяти, шин и т.д.

- Реферат «Архитектура персонального компьютера»
- Презентация «Суперкомпьютеры и их применение»
- Презентация «Архитектура машин пятого поколения»

