



# **Вычислительные системы, сети и телекоммуникации**

**Тема: Многомашинные и  
многопроцессорные  
вычислительные системы.**

- 
- 1. Назначение , область применения и способы оценки производительности МВС.**
  - 2. SMP, MPP, NUMA, PVP - архитектуры.**
  - 3. Способы организации высокопроизводительных процессоров.**



## Две основные сферы применения многопроцессорных ВС:

Обработка транзакций в режиме реального времени  
(OLTP, On line transaction processing)

Создание хранилищ данных для организации  
систем поддержки принятия решений (Data Mining,  
Data Warehousing, Decision Support System)



## **Фундаментальные проблемы, для решения которых используются сверхмощные вычислительные ресурсы:**

- ▶ Прогноз погоды;
- ▶ Материаловедение;
- ▶ Сверхпроводимость;
- ▶ Генетика;
- ▶ Астрономия;
- ▶ Управляемый термоядерный синтез;
- ▶ Геоинформационные системы;
- ▶ Распознавание и синтез речи;
- ▶ Распознавание изображений.

# **Многопроцессорные вычислительные системы (МВС) существуют в различных конфигурациях:**

**Системы высокой надежности** (кластерные системы, катастрофоустойчивые системы, системы высокой готовности и т.д.);

**Системы для высокопроизводительных вычислений** (мейнфреймы, суперкомпьютеры);

**Многопоточные системы** (для обеспечения единого интерфейса к ряду ресурсов, например, группа WEB-серверов).

# Главная отличительная особенность МВС – её производительность (кол-во операций, производимых системой за единицу времени):

- ▶ Пиковая производительность (ПП): величина, равная произведению пиковой производительности одного процессора на число процессоров в машине.

$$\text{ПП} = \text{ПП}_{\text{одного процессора}} \times N_{\text{процессоров}}$$

- ▶ Реальная производительность: производительность, достигаемая на конкретном приложении. Она зависит от взаимодействия программной модели, в которой реализовано приложение, с архитектурными особенностями машины, на которой приложение запускается.

# Существует 2 способа оценки пиковой производительности:

Производительность, выраженная в миллионах инструкций в секунду (**MIPS**, Million Instructions Per Second).

- ▶ Это показатель, поясняющий скорость выполнения компьютером своих же инструкций, однако, каждая программа обладает своей спецификой, то есть MIPS – дает общее представление о возможностях компьютера.

Производительность, выраженная в числе операций с плавающей точкой, производимых компьютером за 1 секунду **Flops** (Floating point operations per second).

- ▶ Указанная единица является более приемлемой для пользователя и представляет собой нижнюю оценку времени выполнения операции.

## Особенности оценки производительности МВС:

- ▶ Пиковая производительность имеет место только в **идеальных условиях**, т.е. при отсутствии конфликтов при обращении к памяти.
- ▶ В реальных условиях на выполнение конкретной программы влияют такие **особенности компьютера** как: структура процессора, система команд, состав функциональных устройств и др.
- ▶ Одним из **определяющих факторов**, влияющих на производительность является **время взаимодействия с памятью**, которое определяется строением, объемом и архитектурой подсистем доступа к памяти.
- ▶ В современных компьютерах для повышения эффективности доступа используется **многоуровневая иерархическая память**, включающая: регистры и регистровую память, основную оперативную память, cash-память, виртуальные и жесткие диски.



**В 1966 году М. Флинном был предложен удобный подход к классификации архитектур вычислительных систем:**

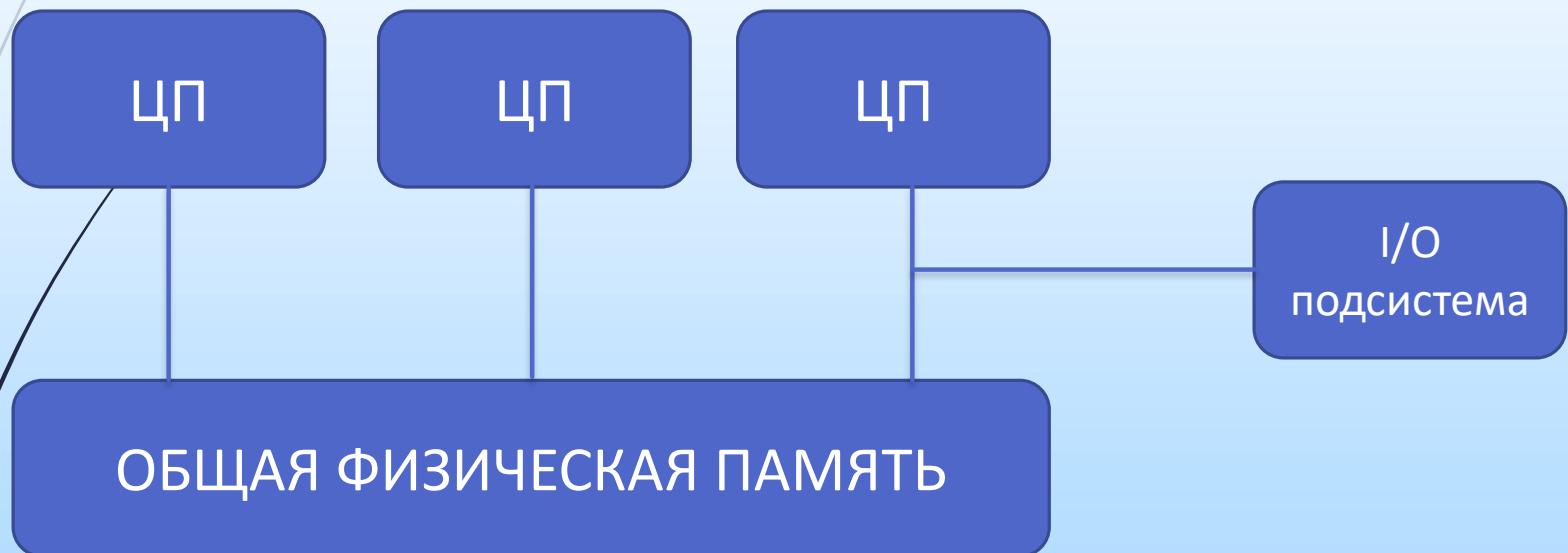
**SISD (single instruction stream/single data stream)** –  
одиночный поток команд и одиночный поток данных.

**MISD (multiple instruction stream/single data stream)** –  
множественный поток команд и одиночный поток данных.

**SIMD (single instruction stream/multiple data stream)** –  
одиночный поток команд и множественный поток данных.

**MIMD (multiple instruction stream/multiple data stream)** –  
множественный поток команд и множественный поток данных.

**SMP (symmetric multiprocessing) –**  
симметричная многопроцессорная  
архитектура.





**Симметричность архитектуры объясняется тем, что устройства имеют равные права и одну и туже адресацию для всех ячеек памяти.**

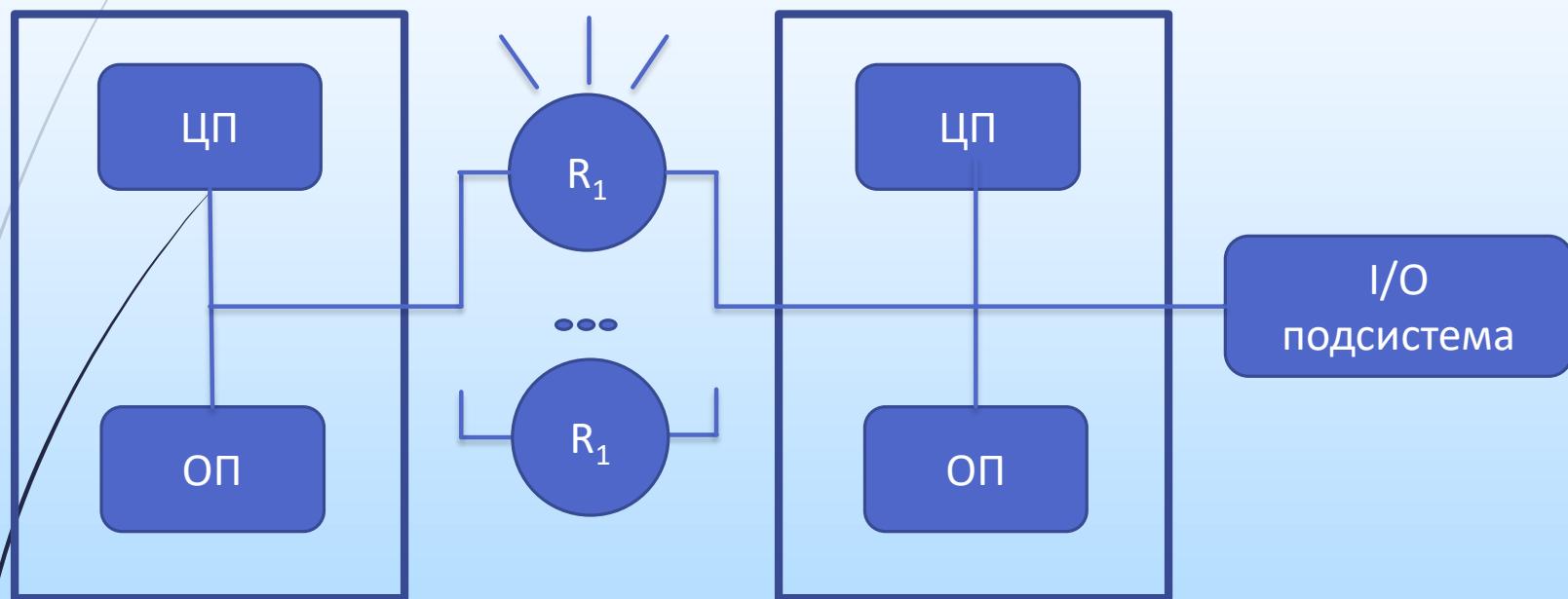
### **Достоинства SMP –архитектуры:**

- простота и универсальность для программирования;
- простота эксплуатации;
- использование общей памяти увеличивает скорость обмена;
- наличие средств эффективного распараллеливания решения задач.

### **Недостатки SMP –архитектуры:**

- Системы с общей память плохо масштабируются.

# МПР-архитектура (Massive Parallel Processing) - массивно-параллельная архитектура.



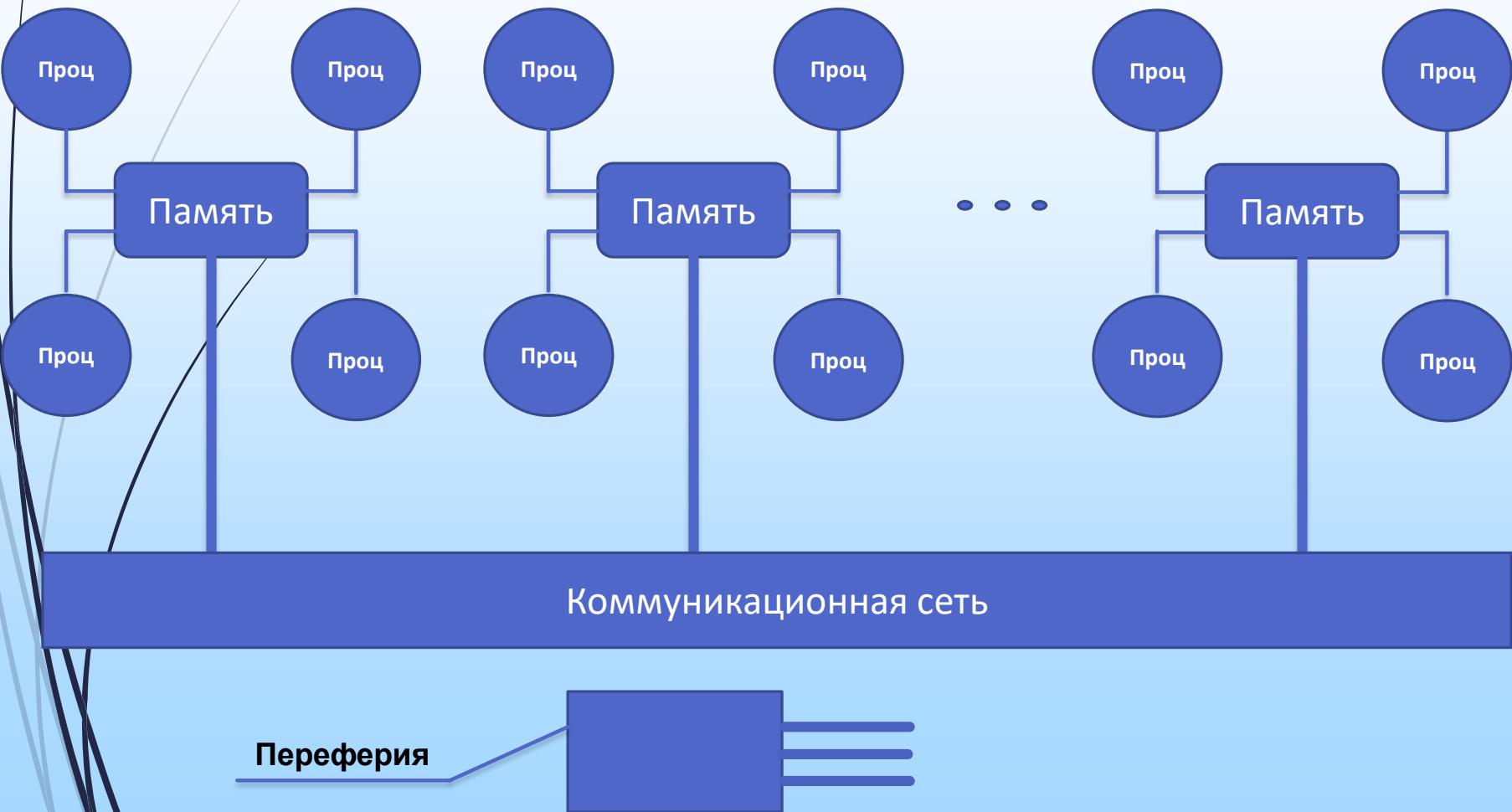
## Особенности архитектуры МРР:

- ▶ Система строится из отдельных модулей (каждый модуль представляет собой полнофункциональный компьютер);
- ▶ Память физически разделена;
- ▶ Модули соединяются специальными коммуникационными каналами;
- ▶ Высокая масштабируемость.

### Недостатки:

- отсутствие общей памяти снижает скорость межпроцессорного обмена;
- Каждый процессор может использовать ограниченный объем памяти.

# Гибридная архитектура NUMA (nonuniform memory access) – с неоднородным доступом к памяти.



# PVP (Parallel Vector Process) – параллельная архитектура с векторным процессором.

- ▶ Основным признаком PVP систем является наличие специальных **векторно-конвейерных процессоров**, в которых предусмотрены команды однотипной обработки векторов независимых данных, эффективно выполняющиеся на конвейерных функциональных устройствах.
- ▶ Парадигма программирования на PVP системах предусматривает **векторизацию циклов** (для достижения необходимой производительности одного процессора) и их распараллеливание (для одновременной загрузки нескольких процессоров одним приложением).

## Архитектуры многопроцессорных систем:

Архитектура в виде плоской решетки;

Архитектура в виде трехмерного куба;

Архитектура в виде гиперкуба;

Архитектура кольца с полной связью по хордам;

Архитектура с топологией «толстого дерева»

- 
1. Назначение , область применения и способы оценки производительности МВС.
  2. SMP, MPP, NUMA, PVP - архитектуры.
  3. Способы организации высокопроизводительных процессоров.

# Способы организации вычислительных процессоров

1.Процессоры баз данных

2.Потоковые процессоры

3.Нейропроцессоры

4. Нечеткие процессоры

# 1. Процессоры баз данных

- ▶ **Процессорами(машинами) баз данных называют программно-аппаратные комплексы, предназначенные для выполнения всех или некоторых функций систем управления базами данных (СУБД).**
  - ▶ Процессоры баз данных **выполняют функции:**
    - управления;
    - обеспечения дистанционного доступа к информации через шлюзы,
    - репликации обновленных данных с помощью различных механизмов тиражирования (копирования данных из одного источника на другой или на множество других и наоборот).
- Процессоры баз данных обеспечивают **построение клиент-серверных архитектур (двухуровневых)**.

## 2. Потоковые процессоры

- ▶ Потоковыми называют процессоры, в основе которых лежит принцип обработки многих данных с помощью одной команды (SIMD).
- ▶ Потоковые процессоры подразделяются на:
  - **отдельные потоковые процессоры** (SSP – single-streaming processor);
  - **многопотоковые процессоры** (MSP – Multi-Streaming Processor).
- ▶ Пример потокового процессора – семейство процессоров INTEL, начиная с Pentium 3. В основе функционирования процессоров Intel лежит технология SSE (streaming SIMD extensions – потоковая обработка по принципу «одна команда-много данных»). Используется для обработки речи, трехмерной графики изображений.
- ▶ **Векторные процессоры** – представитель SIMD класса потоковых процессоров. Векторная обработка **повышает производительность** процессора за счет обработки набора данных (вектора) одной командой.

### 3. Нейропроцессоры.

## Области применения нейросетей:

- ▶ Прогнозирование;
- ▶ Распознавание образов;
- ▶ Классификация;
- ▶ Кластеризация и др.

## Отличия нейросетей от традиционных вычислительных систем:

- ▶ Высокая скорость обработки данных;
- ▶ Высокий уровень отказоустойчивости;
- ▶ Возможность обучения.

## Выводы:

- ▶ Рассмотрены назначение , область применения и способы оценки производительности МВС.
- ▶ Рассмотрены различные виды архитектур вычислительных систем (SMP, MPP, NUMA, PVP)
- 3. Рассмотрены способы организации высокопроизводительных процессоров.

# **Литература:**

## **Основная литература:**

Н.В. Кандаурова, С.В. Яковлев, В.П. Яковлев, В.С. Чеканов. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. Курс лекций и лабораторный практикум. М.:издательство «ФЛИНТА», - 2013г.

## **Дополнительная литература:**

Олифер В.Т., Олифер В.А. Компьютерные сети, принципы, технологии, протоколы. Учебное пособие, Спб. Питер,- 2014г.