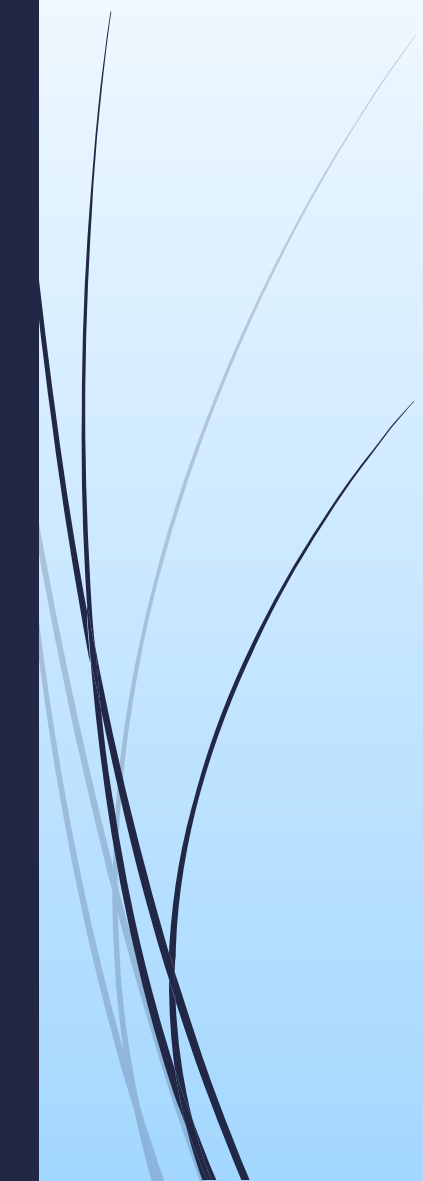

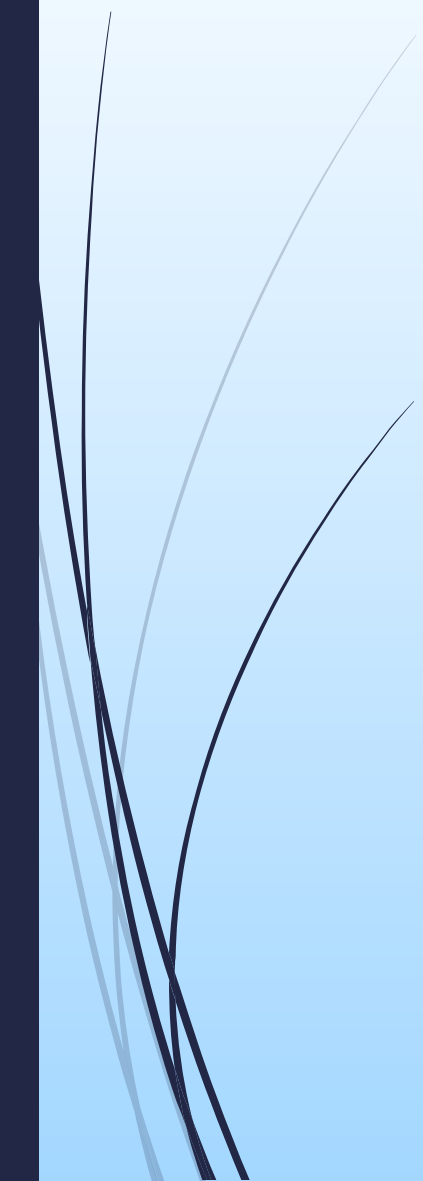




# Лекция 21

**Тема: 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

$$PP = PP_{\text{одного процессора}} \times N_{\text{процессоров}}$$

- 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

## ВЫШЕУКАЗАННЫХ СИСТЕМ:

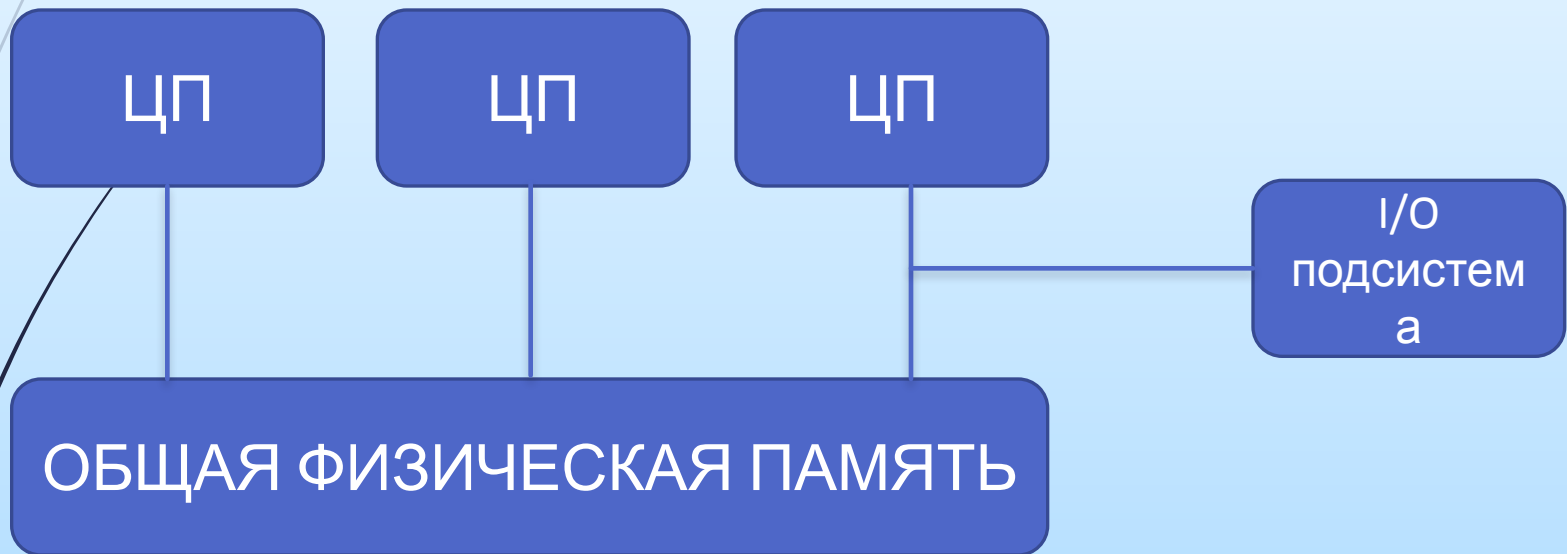
**SISD (single instruction stream/single data stream)** – одиночный поток команд и одиночный поток данных.


**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 ту же адресацию для всех ячеек памяти.**

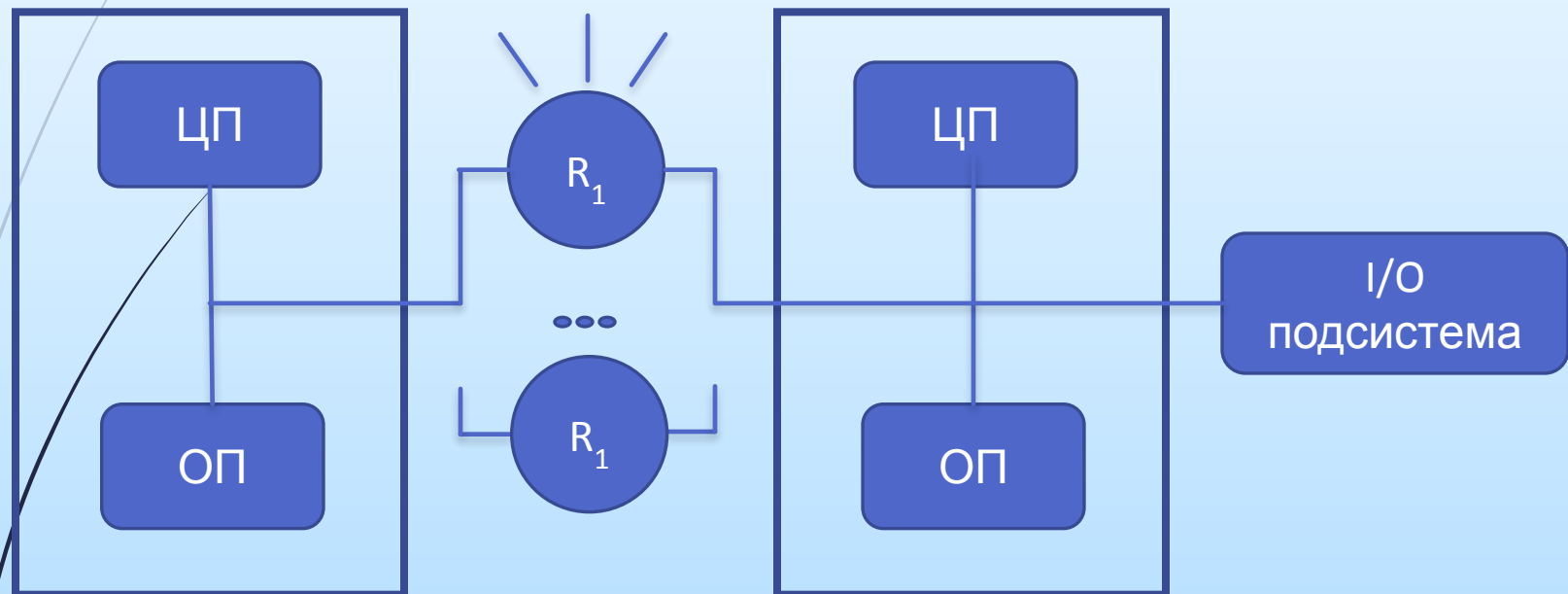
### **Достоинства SMP –архитектуры:**

- 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 памятью плохо масштабируются.

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





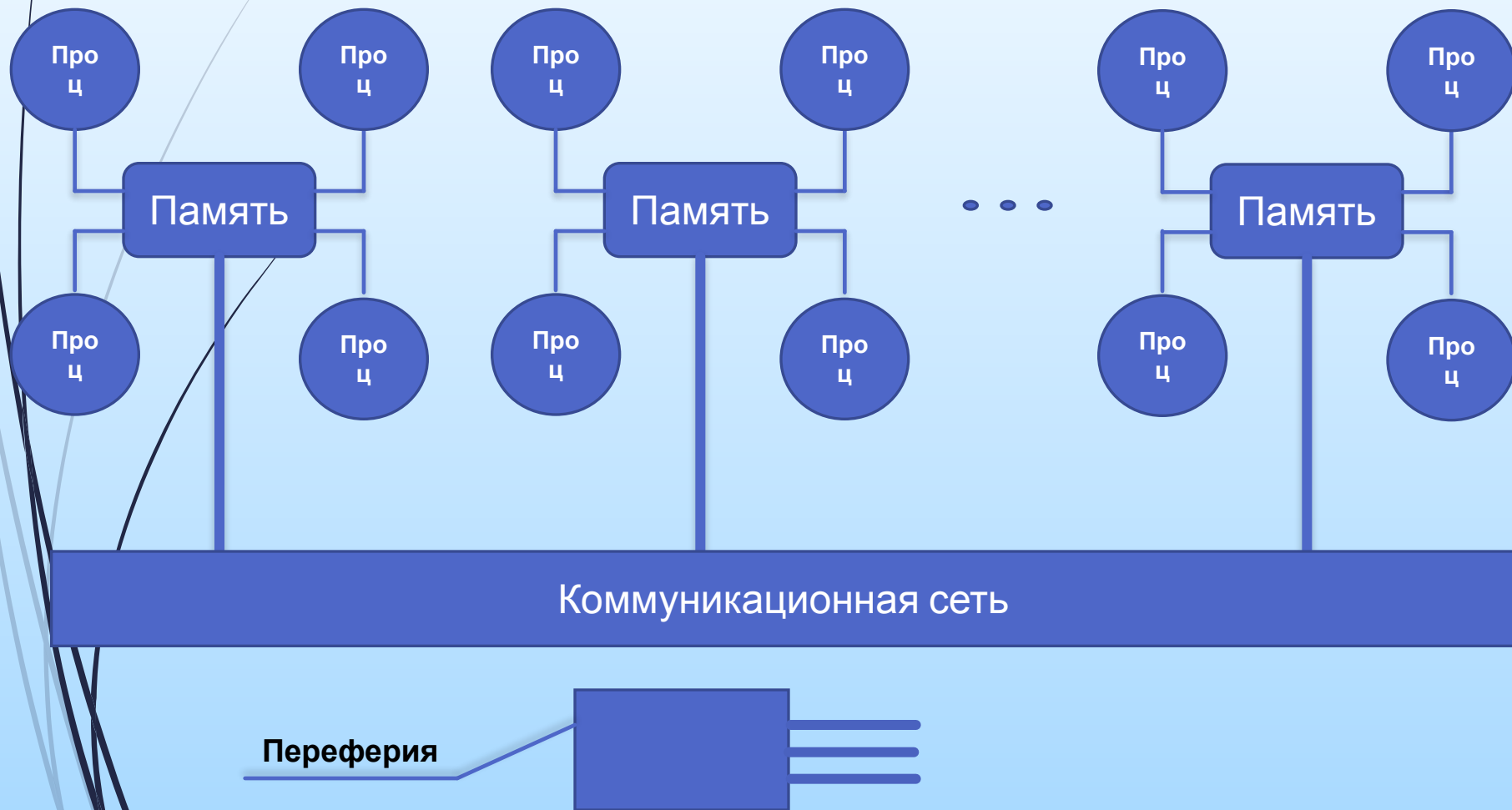
# Особенности архитектуры MPP:

- 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;


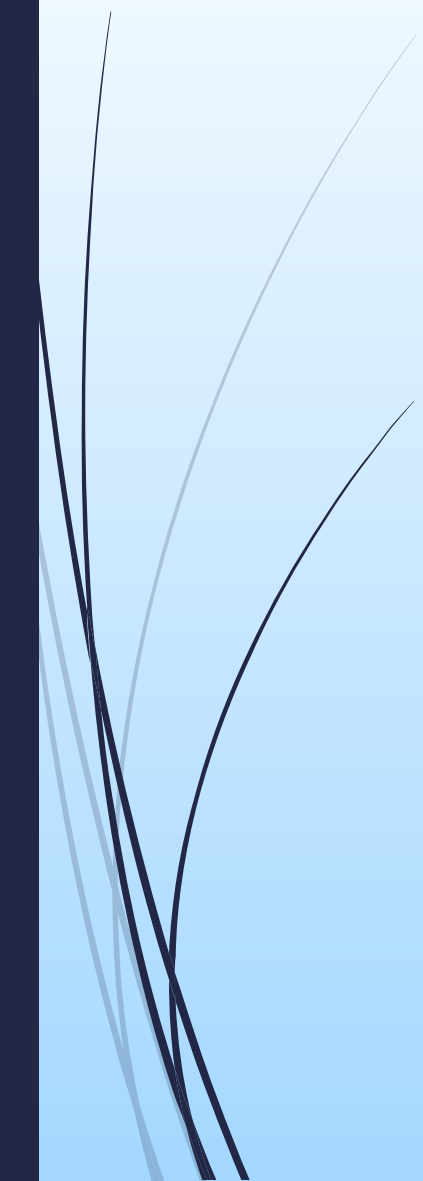
Архитектура в виде трехмерного куба;

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. Поточковые 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. Поточковые процессоры

- Поточковыми называют процессоры, в основе которых лежит принцип **обработки многих данных с помощью одной команды (SIMD)**.
- Поточковые процессоры подразделяются на:
  - **отдельные поточковые процессоры** (SSP – single-streaming processor);
  - **многопоточковые процессоры** (MSP – Multi-Streaming Processor).
- Пример поточкового процессора – семейство процессоров INTEL, начиная с Pentium 3. В основе функционирования процессоров Intel лежит технология SSE (streaming SIMD extensions – **поточковая обработка по принципу «одна команда-много данных»**). Используется для обработки речи, трехмерной графики изображений.
- **Векторные процессоры** – представитель SIMD класса поточковых 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,-2014 г.