



Введение в архитектуру вычислительных систем

Архитектура вычислительной системы определяет её организацию, принципы взаимодействия между компонентами и способы выполнения программ. Классификация архитектур помогает понять эволюцию вычислительной техники, сравнивать производительность систем и выбирать оптимальную платформу для решения конкретных задач. Основой для большинства классификаций служит классификация Флинна, предложенная в 1966 году.

Автор фото: [Maarten Deckers](#) на [Unsplash](#)



Классификация Флинна

Это наиболее известная и широко используемая классификация.

Она основана на концепциях потока команд (Instruction Stream) и потока данных (Data Stream). Каждый поток может быть единственным (Single) или множественным (Multiple).

Это даёт четыре основных класса архитектур: SISD, SIMD, MISD и MIMD. Например, архитектура SISD представляет собой систему с одиночным потоком команд и одиночным потоком данных.



SISD (Один поток команд – один поток данных)

Это классическая последовательная архитектура, соответствующая принципам фон Неймана. В каждый момент времени одно процессорное ядро выполняет одну команду над одним элементом данных.

Пример: обычный одноядерный процессор. Такая архитектура ограничивает параллельную обработку данных, что может снижать производительность в некоторых задачах. В современных многоядерных процессорах используются усовершенствованные архитектуры, позволяющие более эффективно распределять нагрузку между ядрами.

Автор фото: [Matthew Henry](#) на [Unsplash](#)

SIMD (Один поток команд – множество потоков данных)

Один блок управления декодирует инструкцию, но несколько арифметико-логических устройств (АЛУ) выполняют эту одинаковую операцию над разными данными одновременно. Это идеально подходит для параллельной обработки массивов данных (векторов).

Примеры: современные расширения (SSE, AVX для x86), графические процессоры (GPU) для вычислений, суперкомпьютеры прошлых поколений (Cray).

Такое распределение нагрузки позволяет существенно ускорить обработку больших объёмов информации.



MISD (Множество потоков команд – один поток данных)

Теоретический класс, где несколько процессоров обрабатывают одни и те же данные разными командами. На практике в чистом виде почти не встречается.

Иногда к этому классу условно относят системы fault tolerance, где несколько процессов дублируют вычисления для проверки на ошибки. Такой подход может быть полезен для повышения надёжности и отказоустойчивости вычислительных систем.

Автор фото: [Anders Jildén](#) на [Unsplash](#)

MIMD (Множество потоков команд – множество потоков данных)

Самый распространённый и мощный класс современных параллельных систем.

Несколько независимых процессоров (или ядер) выполняют разные команды над разными данными.

Подвиды: симметричные мультипроцессорные системы (SMP), кластеры, системы с массовым параллелизмом (MPP). Такие системы обеспечивают высокую производительность и масштабируемость, что делает их идеальными для решения сложных вычислительных задач.

Другие виды классификаций

Классификация Флинна не охватывает все аспекты, поэтому используются и другие подходы.

По уровню параллелизма: компьютеры с инструкционно-уровневым параллелизмом (ILP), компьютеры с параллелизмом на уровне потоков (TLP), компьютеры с параллелизмом на уровне задач/процессов. По способу организации памяти: архитектура с общей памятью (UMA), архитектура с распределённой памятью (NUMA), архитектура с распределённой памятью без общего адресного пространства (NORMA).

Автор фото: [Julien Moreau](#) на [Unsplash](#)



Современные тенденции и гибридные архитектуры

Современные системы часто являются гибридными, сочетая в себе несколько архитектурных моделей. Многоядерный CPU: ядра внутри чипа работают по принципу MIMD. При этом каждое ядро может использовать SIMD-инструкции (AVX, NEON) для ускорения вычислений. Гетерогенные вычисления: система объединяет разные типы процессоров.

Классический пример — CPU + GPU. Такие системы также могут включать специализированные ускорители, например, для машинного обучения или обработки графики.

Ускорители

Специализированные сопроцессоры (например, TPU — Tensor Processing Unit от Google) для конкретных задач (искусственный интеллект), часто построенные по гибридной архитектуре. Ускорители дополняют центральные процессоры, обеспечивая более высокую производительность для специализированных задач.

Они также способствуют снижению энергопотребления и тепловыделения при выполнении ресурсоёмких вычислений.

Автор фото: [Lance Anderson](#) на [Unsplash](#)



Заключение

Классификация архитектур вычислительных систем, особенно таксономия Флинна, предоставляет фундаментальный framework для понимания принципов работы компьютеров.

Эволюция движется от чисто последовательных моделей (SISD) к сложным гибридным и massively parallel архитектурам (MIMD, SIMT в GPU).

Понимание этих различий критически важно для эффективного программирования, проектирования систем и выбора правильной вычислительной платформы под конкретные приложения.

Спасибо за внимание!

Спасибо за внимание. В этой презентации мы рассмотрели основные классы архитектур вычислительных систем по классификации Флинна, включая SISD, SIMD, MISD и MIMD, а также другие виды классификаций и современные тенденции в области гибридных архитектур и ускорителей. Мы надеемся, что представленная информация была полезной и поможет вам в изучении данной темы.