

Лекция 4. Конвейерная обработка МАШИННЫХ КОМАНД

Повышение производительности

- За счет совершенствования элементной базы (переход к новой интегральной технологии, рост плотности размещения компонентов на единице площади кристалла, рост частоты).
- За счет рациональной организации процесса выполнения команд в компьютере (параллелизм, архитектурные решения: CISC и RISC).

Лекция 4. Конвейерная обработка машинных команд

Особенности архитектур RISC и CISC

CISC – компьютер с полным набором машинных команд;

RISC – компьютер с сокращенным набором машинных команд.

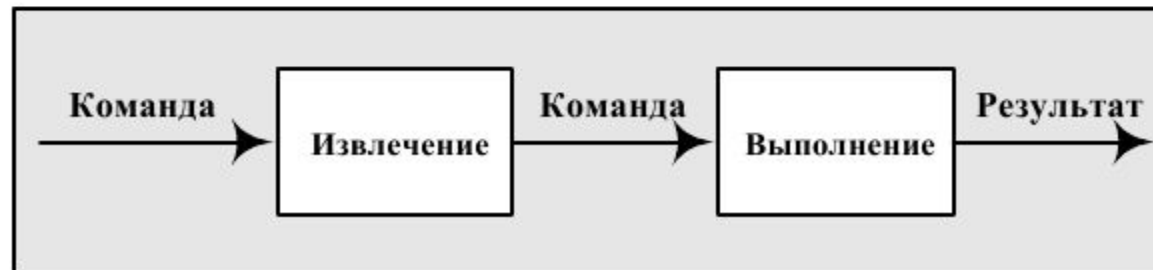
| Наименование | CISC | RISC |
|----------------------------------|---------------------|----------------|
| 1. Количество команд | много | мало |
| 2. Длина программы | короткие | длинные |
| 3. Формат команд | сложный | простой |
| 4. Выполнение команд | за несколько циклов | за цикл |
| 5. Скорость выполнения программы | выше (?) | ниже (?) |
| 6. Типы адресации | сложные (КА) | простые (Pr) |
| 7. Количество регистров | мало | много |
| 8. Устройство управления | МПУ | жесткая логика |

Лекция 4. Конвейерная обработка машинных команд

Конвейеризация вычислений

Конвейер имеет два независимых блока обработки – извлечения и выполнения команды.

Пока команда выполняется на втором блоке, первый блок может загружать следующую машинную команду.

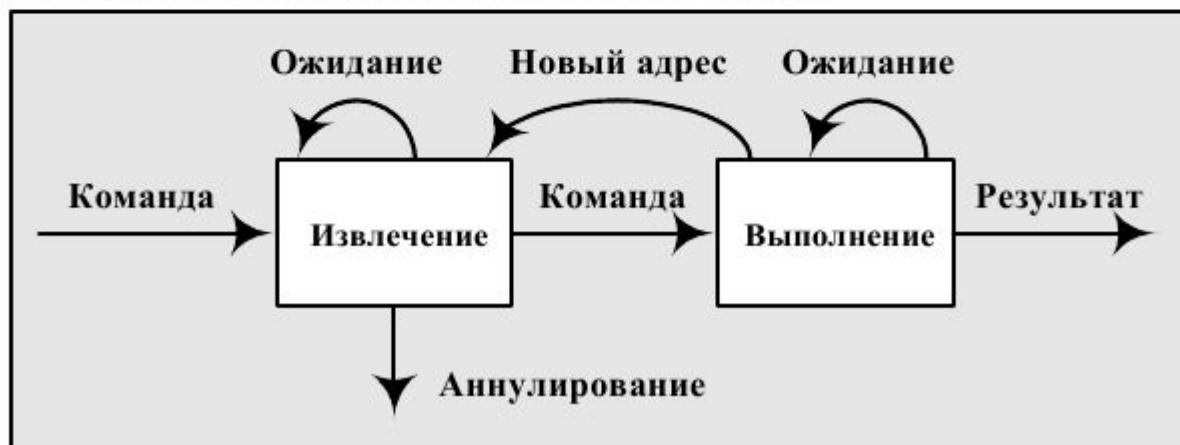


Лекция 4. Конвейерная обработка МАШИННЫХ КОМАНД

Конвейеризация вычислений

Причины снижения производительности конвейера:

- Время выполнения больше времени извлечения команды;
- В командах условного перехода нельзя заранее предсказать адрес следующей выполняемой команды.



Лекция 4. Конвейерная обработка МАШИННЫХ КОМАНД

Конвейеризация вычислений

Для достижения быстродействия конвейера необходимо:

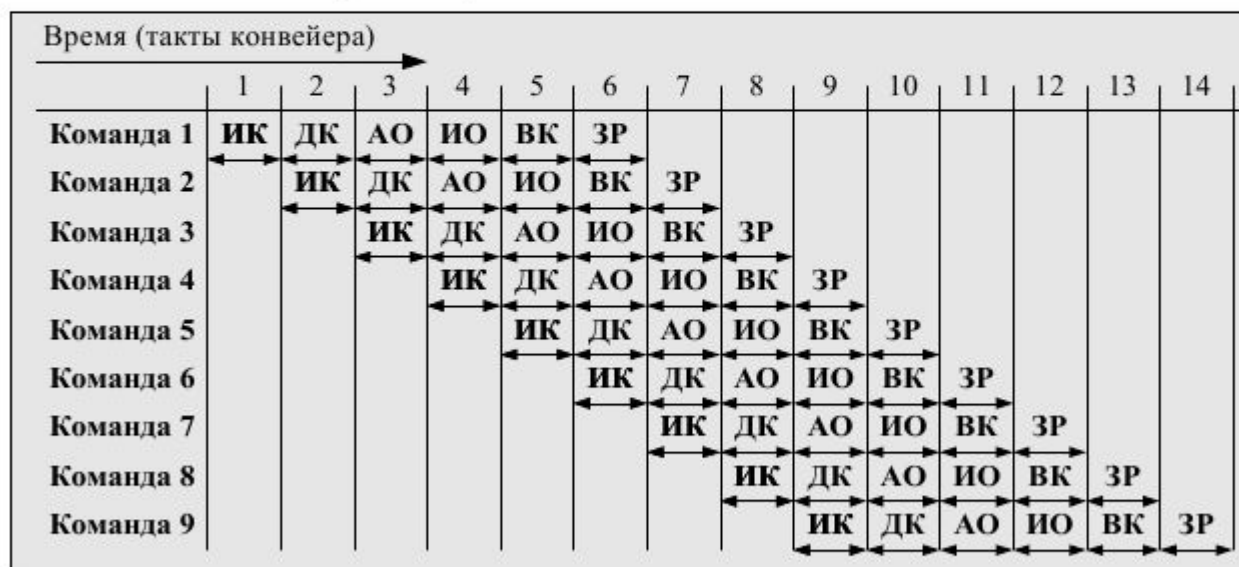
- разделить ЦОК на большее количество независимых этапов;
- время выполнения команды на каждом этапе одинаково (такт конвейера).

$$t_i \approx const$$



Лекция 4. Конвейерная обработка МАШИННЫХ КОМАНД

Конвейеризация вычислений



6 этапов,
9 команд:
1) 54
такта
2) 14
тактов

ИК – извлечение команды; ДК – декодирование команды;
АО – вычисление адресов операндов; ИО – извлечение операндов;
ВК – выполнение команды; ЗР – запись результатов.

Лекция 4. Конвейерная обработка машинных команд

Конфликты в конвейере

Причины возникновения (риски):

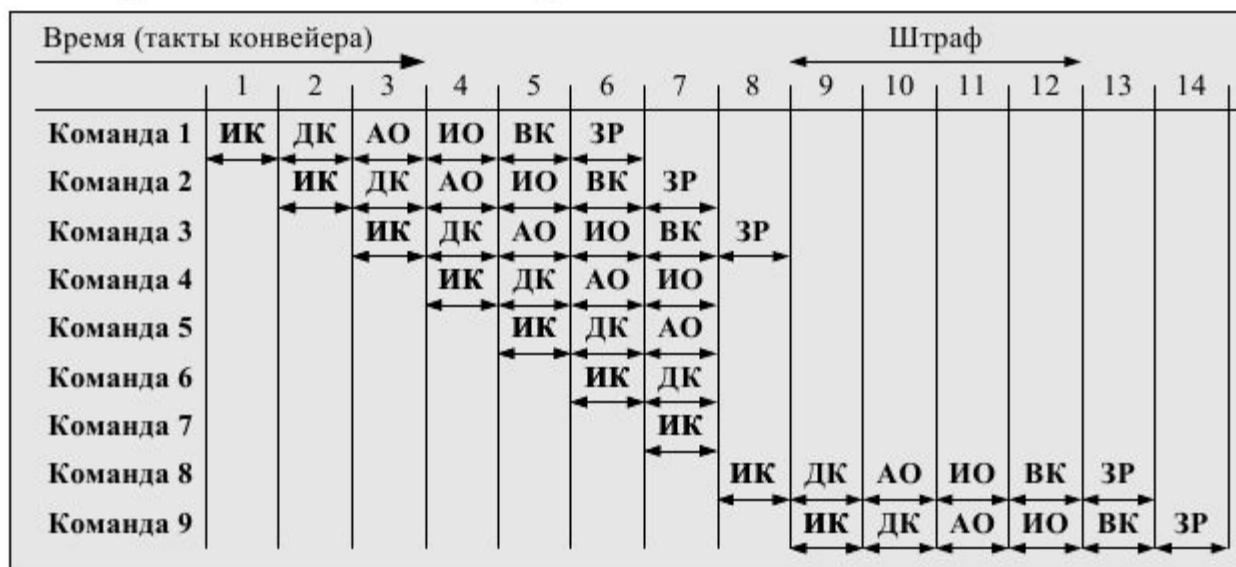
Структурный риск – попытка нескольких команд
одновременно обратиться к одному и тому же ресурсу ВМ;

Риск по данным – взаимосвязь команд по данным;

Риск по управлению – неоднозначность при выборке
следующей команды в случае команд условного перехода.

Лекция 4. Конвейерная обработка машинных команд

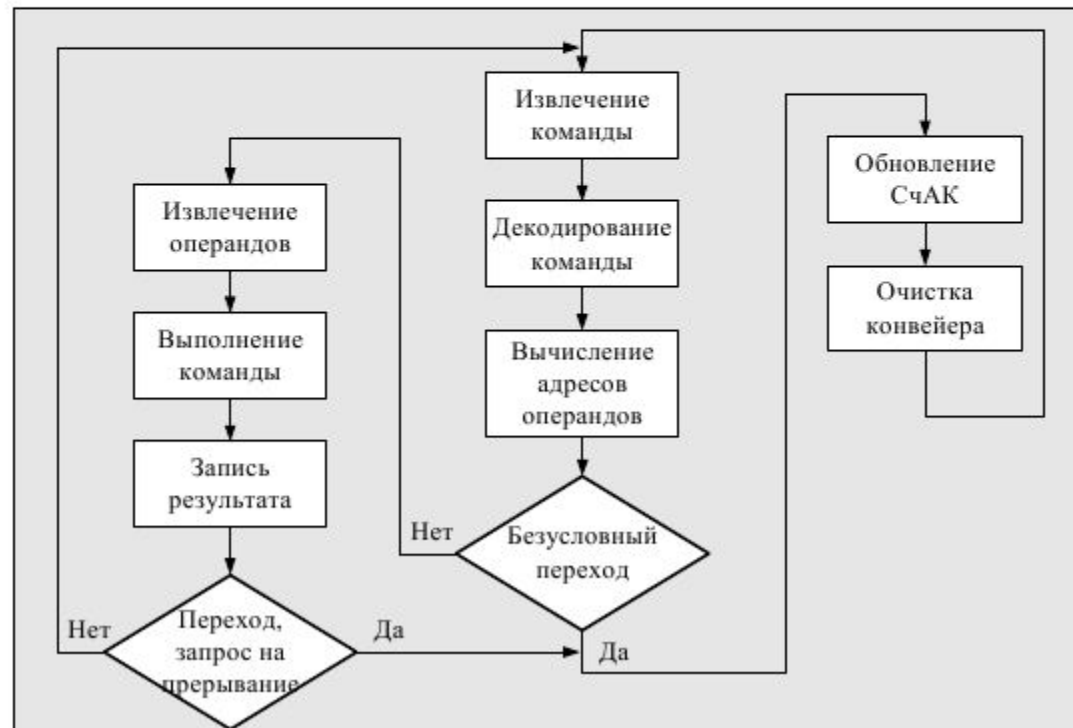
Конфликты в конвейере



3-я команда – условный переход, передающий управление 15-й команде. Загрузка на 8-м такте. С 9 по 12 такты ни одна команда не вышла из конвейера – штраф.

Лекция 4. Конвейерная обработка МАШИННЫХ КОМАНД

Алгоритм управления конвейером



Лекция 4. Конвейерная обработка машинных команд

Метрики производительности конвейера

Ускорение – отношение времени обработки без конвейера и при его использовании (S).

Время обработки потока из N команд на конвейере с K позициями и тактом конвейера τ :

$$T_K = (K + (N - 1))\tau$$

Время обработки потока из N команд без конвейера: $NK\tau$

$$S = \frac{NK\tau}{(K + (N - 1))\tau} = \frac{NK}{K + (N - 1)}$$

Лекция 4. Конвейерная обработка машинных команд

Метрики производительности конвейера

Эффективность – доля ускорения, приходящаяся на одну позицию конвейера (E)

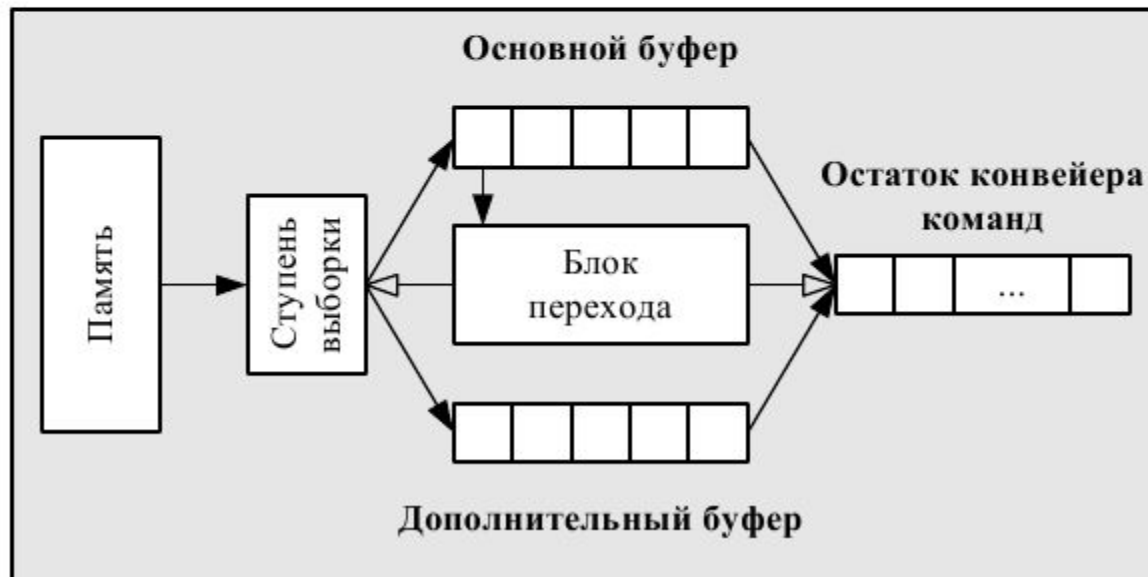
$$E = \frac{S}{K} = \frac{N}{K + (N - 1)}$$

Пропускная способность – эффективность, деленная на длительность такта конвейера (P)

$$P = \frac{N}{(K + (N - 1))\tau}$$

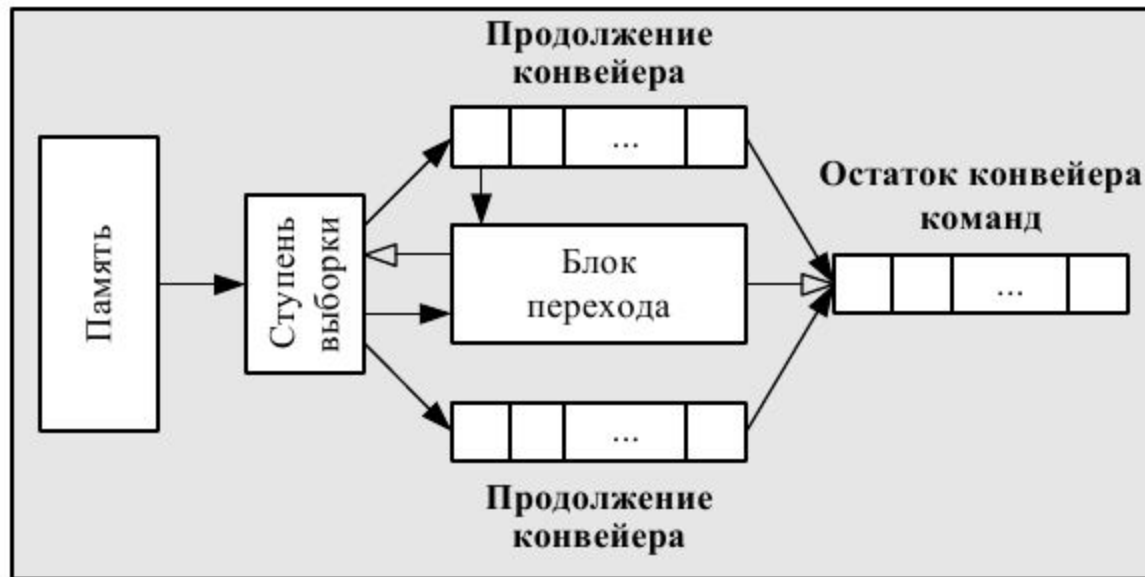
Лекция 4. Конвейерная обработка МАШИННЫХ КОМАНД

**Методы решения проблемы условного перехода:
буферы предвыборки**



Лекция 4. Конвейерная обработка машинных команд

**Методы решения проблемы условного перехода:
множественные потоки**



Лекция 4. Конвейерная обработка МАШИННЫХ КОМАНД

Методы решения проблемы условного перехода: задержанный переход

Безусловное продолжение выполнения команд, следующих за командой условного перехода. В качестве таких команд должны быть «полезные команды», на результат выполнения которых не влияет условный переход, т.е. независимые от перехода.

Лекция 4. Конвейерная обработка МАШИННЫХ КОМАНД

Методы решения проблемы условного перехода: предсказание перехода

До момента выполнения команды условного перехода делается предположение о наиболее вероятном исходе этой команды. Последующие команды поступают на конвейер в соответствии с предсказанием.

Различают *статические*, когда прогнозируемое направление перехода не изменяется, и *динамические*, когда прогнозируемое направление зависит от истории выполнения программы, способы предсказания.

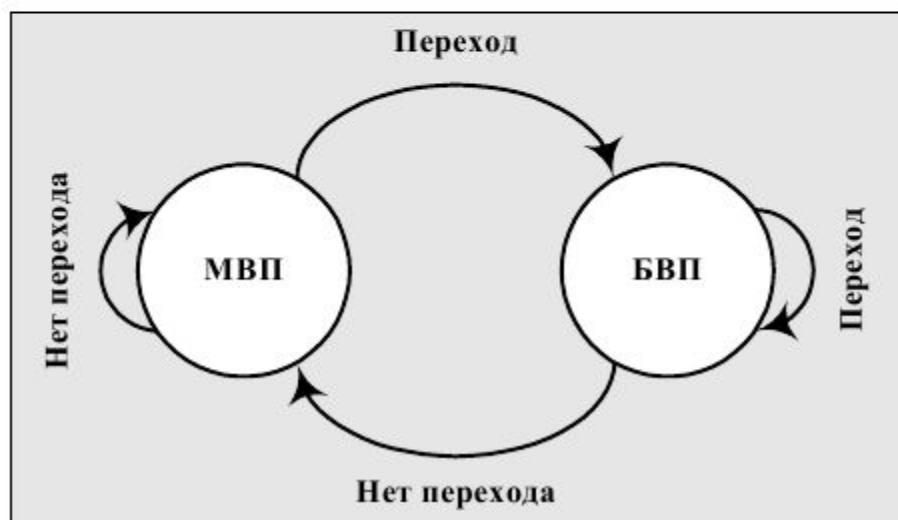
Лекция 4. Конвейерная обработка МАШИННЫХ КОМАНД

**Методы решения проблемы условного перехода:
предсказание перехода**

Автомат с двумя состояниями:

МВП – малая
вероятность
перехода;

БВП – большая
вероятность
перехода.



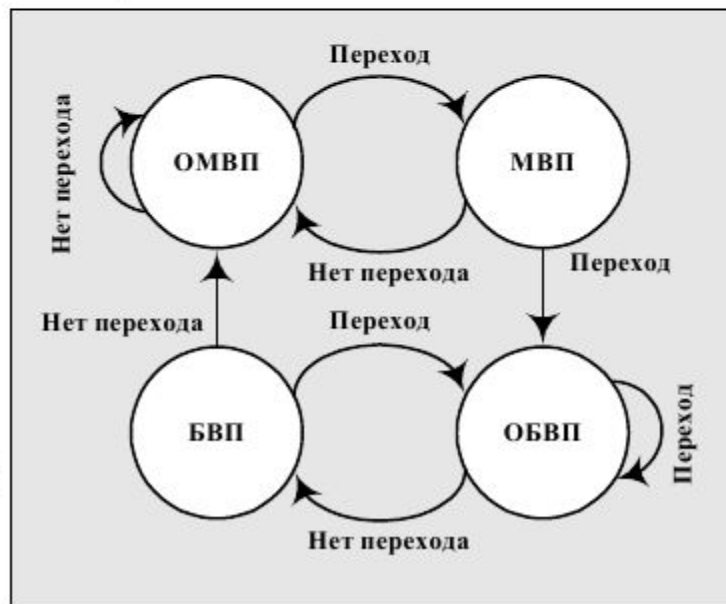
Лекция 4. Конвейерная обработка МАШИННЫХ КОМАНД

Методы решения проблемы условного перехода: предсказание перехода

Автомат с четырьмя состояниями:

ОМВП – очень малая
вероятность перехода;
МВП – малая вероятность
перехода;
ОБВП – очень большая
вероятность перехода.
БВП – большая вероятность
перехода.

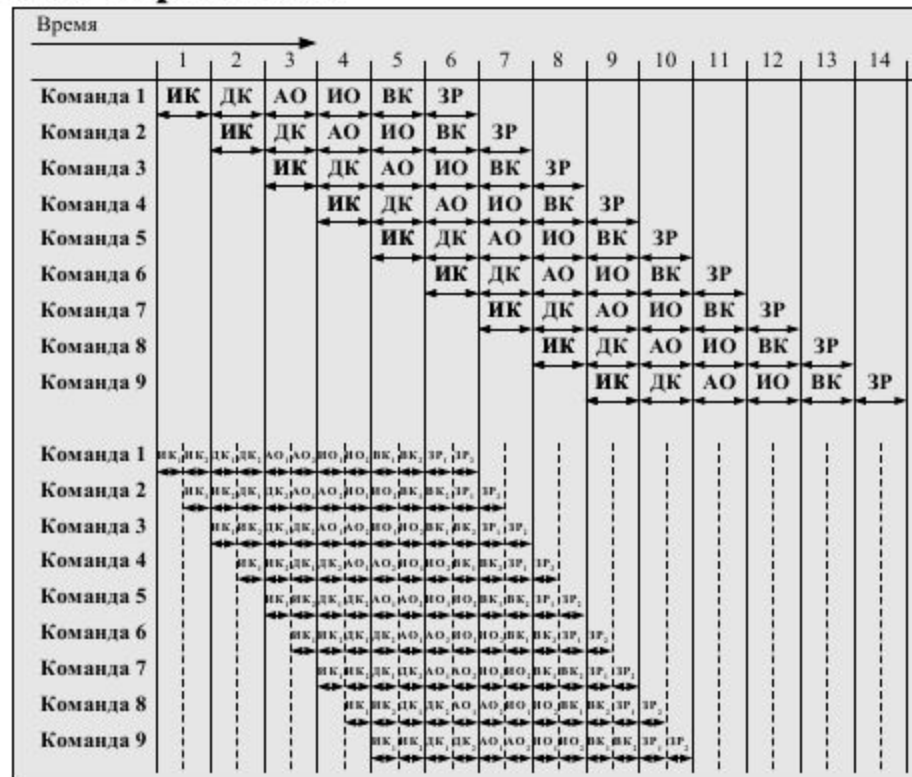
© С. Г. Мосин, 2007



Лекция 4. Конвейерная обработка МАШИННЫХ КОМАНД

Суперконвейерная обработка

Увеличение количества стадий конвейера за счет добавления новых ступеней и дробления имеющихся на несколько простейших подступеней.

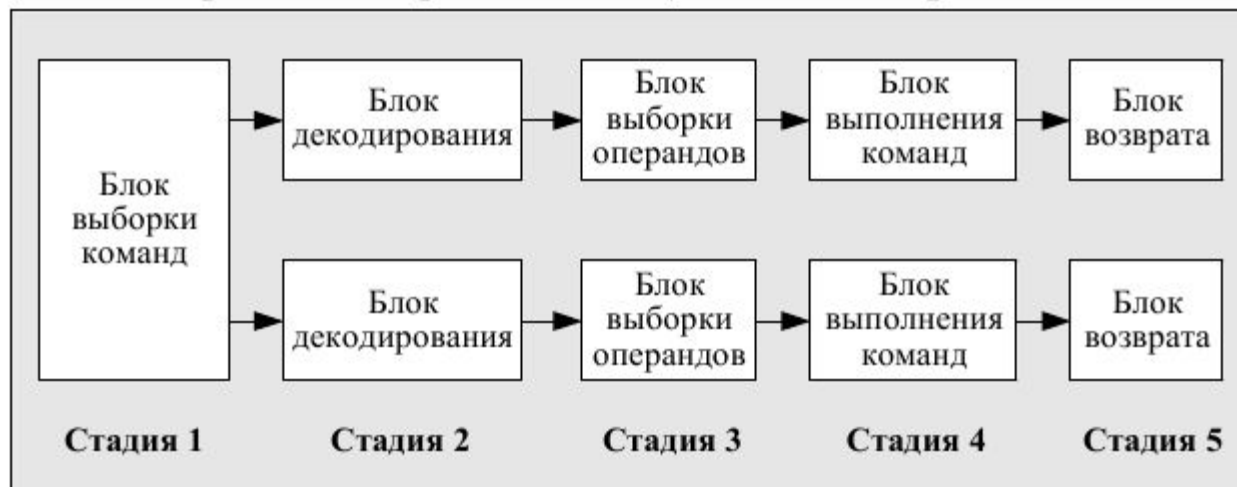


Лекция 4. Конвейерная обработка МАШИННЫХ КОМАНД

Многоконвейерная обработка

Блок выборки команд извлекает из памяти сразу несколько команд и помещает каждую из них в один из конвейеров.

Условие нормальной работы: отсутствие конфликтов.

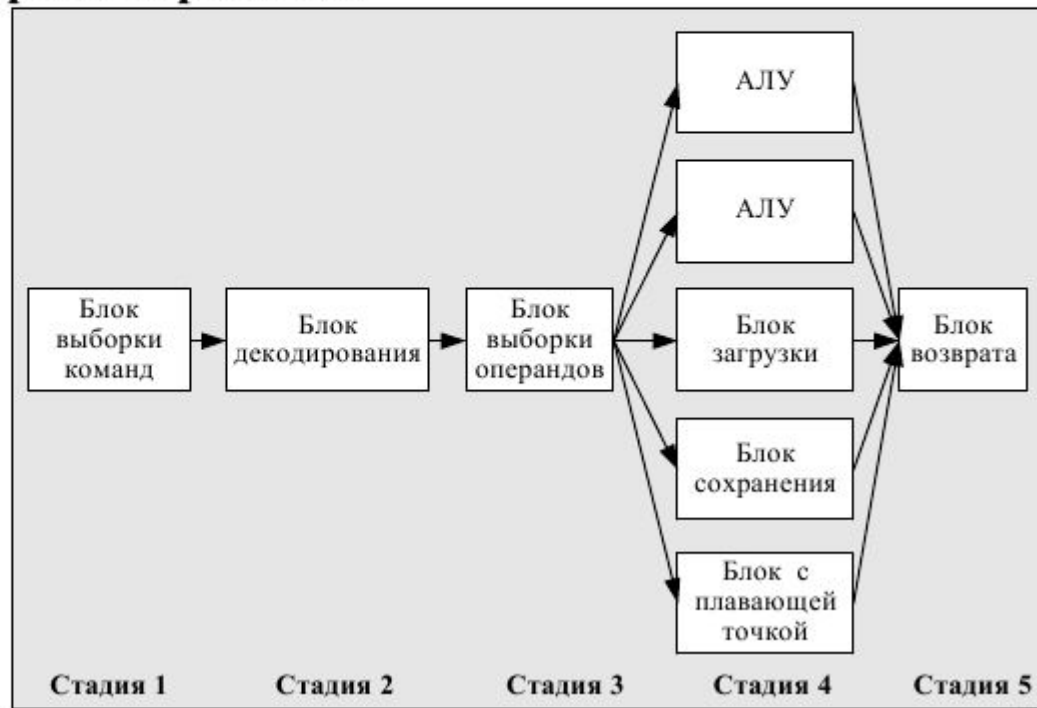


Лекция 4. Конвейерная обработка машинных команд

Суперскалярная обработка

Основная идея:
один конвейер с
большим числом
обрабатывающих
блоков.

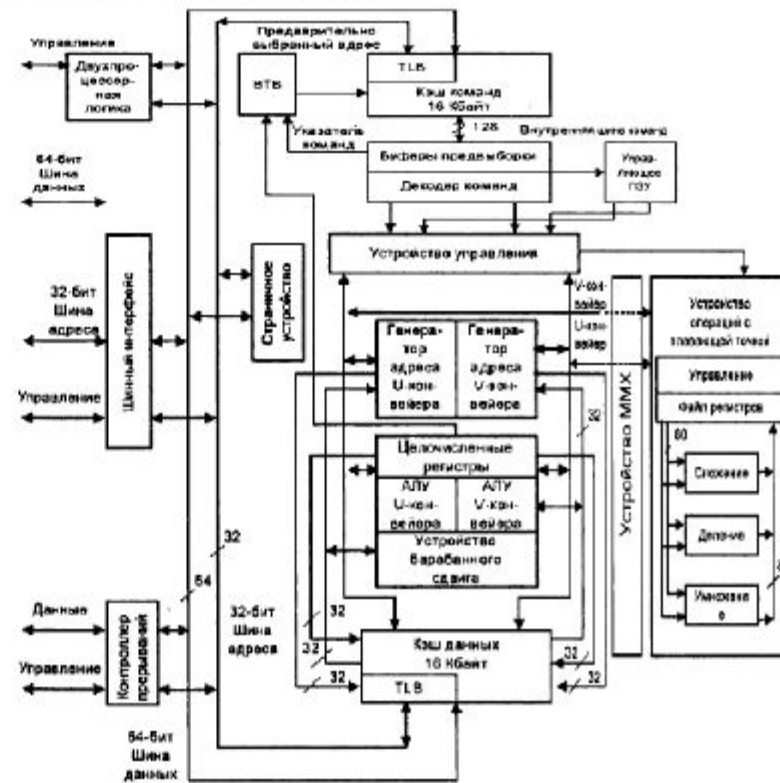
Стадия 3
отрабатывает
значительно
быстрее, чем
стадия 4.



Лекция 4. Конвейерная обработка машинных команд

Структура процессора Pentium MMX

Процессор содержит два командных конвейера (*U*- и *V*-конвейер).
U-конвейер выполняет все целочисленные команды и команды с ПТ.
V-конвейер – простые целочисленные команды и *FXCH* с ПТ.



Лекция 4. Конвейерная обработка машинных команд

Особенности процессора Pentium MMX

- Поддержка выполнения мультимедиа набора команд (дополнительно 57 команды *MMX*);
- Удвоение объема кэш-памяти данных и команд (по 16 кбайт каждый);
- Улучшенная логика предсказания переходов;
- Расширенная конвейеризация.

