

# 1.3 Паралелізм на рівні команд(ILP)— є мірою того, яка кількість операцій в комп'ютерній програмі може виконуватися одночасно. Потенційне поєднання виконання команд називається паралелізмом на рівні команд.

Є два підходи до паралелізму на рівні команд:

- Апаратне\_забезпечення
  - Програмне\_забезпечення
1.  $e = a + b$
  2.  $f = c + d$
  3.  $m = e * f$

1,2 – паралельно бо незалежні. 3. не паралельно.

В основі концепції конвеєризації обчислень є твердження про те, що процес обробки машинної команди можна розбити на декілька практично незалежних етапів, які потім можна суміщати в часі для декількох команд в відповідній апаратурі (конвеєрі команд).

Загальноприйнятим в теорії конвеєрних структур є така послідовність етапів:

1. Вибірка (instruction fetch, IF)— завантаження нової команди зпам'яті
2. Декодування (instruction decode, ID)— інтерпретація та відправка команди у відповідний операційний пристрій в залежності від різновиду операції
3. Виконання (execution, EX)— виконання команд та обчислення ефективної адреси пам'яті для результату або операндів, які необхідно завантажити
4. Звертання до пам'яті (memory, MEM)— виконання операцій з пам'яттю (для команд завантаження/збереження)
5. Збереження результату (writeback, WB)— збереження результату обчислень в регістрі

Параметри ефективності:

- Пропускна здатність— максимальна кількість команд, які виконуються за один такт машинного часу (instructions per cycle, IPC)
- Тривалість етапу (стадії)— кількість машинних циклів для виконання одного етапу конвеєрного обчислення (може бути різною для різних етапів)
- Необхідний (максимальний) ступінь паралелізму

**Суперскалярність**— архітектура обчислювального ядра, що використовує кілька декодерів команд, які можуть навантажувати роботою безліч виконавчих блоків. Планування виконання потоку команд є динамічним і здійснюється самим обчислювальним ядром.

Intel Pentium. Благодаря использованию суперскалярной архитектуры процессор может выполнять 2 команды за 1 такт. Такая возможность существует благодаря наличию двухконвейеров— U и V. U-конвейер— основной, выполняет все операции над целыми и вещественными числами; V-конвейер— вспомогательный, выполняет только простые операции над целыми и частично над вещественными. Чтобы старые программы (для 486) в полной мере использовали возможности такой архитектуры, необходимо было их перекомпилировать. Pentium— первый ISC-процессор, использующий многоконвейерную архитектуру.

Сучасна суперскалярність

- Модуль передбачення умовних переходів , Кеш
- Конвеєр команд— використовується у всіх сучасних суперскалярах. КПЛ