

## Тема 9. Призначення та класифікація процесорів

Процесор – пристрій, що здійснює процес автоматичної обробки даних і програмне управління цим процесом. Процесор дешифрує й виконує команди програми, організовує звертання до оперативної пам'яті, в потрібних випадках ініціює роботу каналів вводу/виводу і периферійних пристроїв, приймає та обробляє запити переривання, які надходять з пристроїв комп'ютера і ззовні. За виконуваними функціями процесор є центральним пристроєм ОМ. Постійне прагнення до підвищення швидкодії ОМ призвело до створення великої різноманітності процесорів, які відрізняються за своєю структурою, призначенням, за способом організації обчислювального процесу та ін. Весь парк процесорів можна класифікувати, наприклад, за такими ознаками:

За використовуваною системою числення:

- процесори, що працюють у позиційній системі;
- процесори, що працюють у непозиційній системі (наприклад, у системі залишкових класів – СЗК).

За способом обробки розрядів:

- з паралельною обробкою розрядів;
- з послідовною обробкою;
- із змішаною обробкою (послідовно-паралельною).

За складом операцій:

- процесори загального призначення;
- проблемно-орієнтовані;
- спеціалізовані.

За місцем процесора в системі:

- центральний процесор (ЦП);
- співпроцесор; периферійний процесор;
- каналний процесор (контролер каналу вводу/виводу);
- процесорний елемент (ПЕ) багатопроцесорної системи.

За організацією операційного пристрою:

- з операційним пристроєм процедурного типу (І-процесори, М-процесори);
- процесори з блоковим операційним пристроєм;
- процесори з конвеєрним операційним пристроєм (з арифметичним конвеєром).

За організацією обробки адрес:

- із загальним операційним пристроєм;
- із спеціальним (адресним) операційним пристроєм.

За типом операндів:

- скалярний процесор;
- векторний процесор;
- з можливістю обробки і скалярних, і векторних даних.

За логікою управління процесором:

- з жорсткою логікою управління;
- з мікропрограмним управлінням.

За складом (повнотою) системи команд:

- RISC;
- CISC.

За організацією управління потоком команд/способом завантаження виконавчих пристроїв:

- з послідовною обробкою команд;
- з конвеєром команд;
- суперскалярні процесори;
- процесори з довгим командним словом (VLIW) і так далі.

Як всяка класифікація, приведена вище класифікація не може вважатися повною, оскільки кількість типів процесорів достатньо велика і за своєю архітектурою процесори дуже різноманітні.

## 9.1 Принципи побудови елементарного процесора

Вище було відзначено, що конкретні типи ОМ містять у своєму складі процесори, побудовані за різними схемами, і процесори великих ЕОМ істотно відрізняються від процесорів міні- і мікро-ЕОМ (про супер-ЕОМ і говорити не доводиться).

Проте основні принципи побудови процесорів загалом однакові, причому найнаочніше їх можна продемонструвати на прикладі простого мікропроцесора.

Раніше розглядалися дії над числами (додавання, віднімання, множення), представленими в різній формі. Було підкреслено, що всі ці дії здійснюються за допомогою елементарних операцій, що виконуються в певній послідовності.

До таких елементарних операцій відносяться:

- запис числа в регістр;
- інвертування вмісту розрядів регістра;
- пересилка вмісту регістрів;
- зсув вмісту регістра;
- додавання кодів;
- порозрядні логічні операції або аналіз розрядів;
- операція лічби  $C+1$  або  $C-1$  (інкремент або декремент).

Приклад.

Операція множення реалізується з допомогою:

- аналізу розряду множника;
- підсумовування;
- зсуву.

Всі ці дії виконуються в пристрої, що називається процесором, який складається з двох пристроїв – операційного (ОПр) і управляючого (ПУ).

ОПр – виконує вказані елементарні операції.

ПУ – управляє ОПр, задаючи необхідну послідовність виконання цих операцій.

Узагальнена структура будь-якого процесора зображена на рис. 9.1.

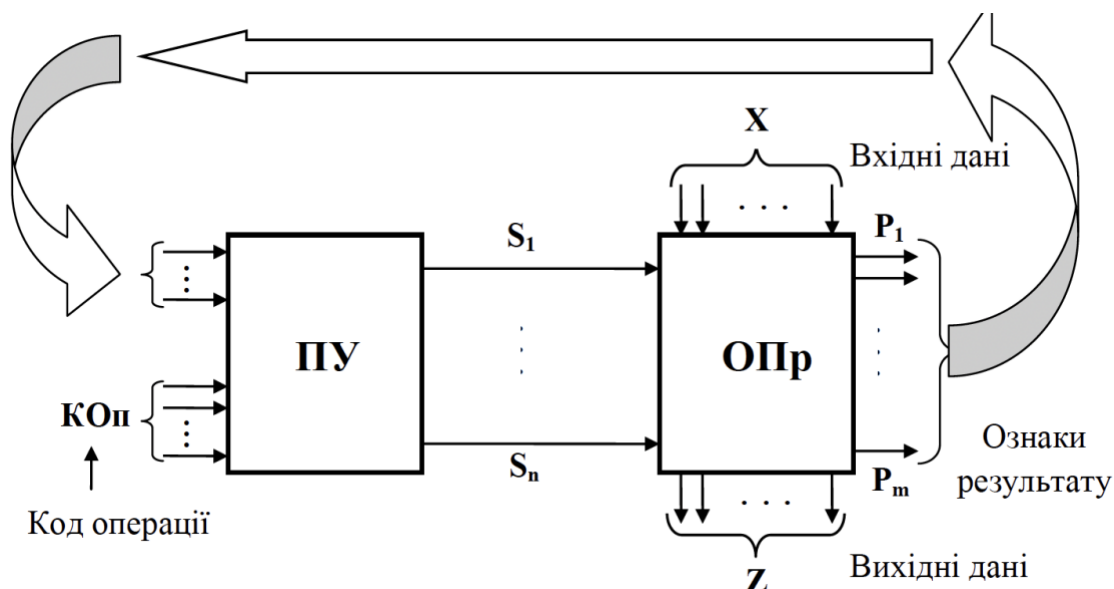


Рисунок 9.1 – Узагальнена структура процесора

Як вузли ПУ і ОПр включають регістри, лічильники, суматори, мультиплексори, дешифратори і так далі. Крім того, нормальне функціонування процесора і всієї ЕОМ можливо тільки за наявності високостабільних імпульсних послідовностей, які формуються, як правило, з однієї імпульсної послідовності, що виробляється кварцевим генератором. Ці тактові імпульсні послідовності синхронізують роботу вузлів процесора, а іноді і всієї ЕОМ.

Кожна елементарна операція, що виконується в одному з вузлів ОПр протягом одного тактового періоду, називається мікрооперацією.

У певні тактові періоди одночасно можуть виконуватися декілька мікрооперацій, наприклад:  $R_7 \leftarrow 0$ ,  $L_4 \leftarrow (L_4) - 1$  і так далі. Така сукупність несуперечливих мікрооперацій називається мікрокомандою, а набір мікрокоманд, призначений для вирішення завдання, називається мікропрограмою.

Якщо в ОПр передбачена можливість виконання  $n$  різних мікрооперацій, то з ПУ повинно виходити  $n$  управляючих ланцюгів  $S_1, \dots, S_n$ , кожний з яких відповідає своїй мікрооперації. Через те що ПУ визначає мікропрограму, тобто які і в якій тимчасовій послідовності повинні виконуватися мікрооперації, він отримав назву мікропрограмного автомата. Відповідно ОПр часто називають операційним автоматом.

Формування управляючих сигналів  $S_1, \dots, S_n$  може залежати як від зовнішніх сигналів КОп (команди асемблера), так і від стану вузлів ОПр, які визначаються повідомними сигналами ознак стану  $P_1, \dots, P_m$ , що поступають з виходу ОПр на відповідні входи ПУ.

Як уже наголошувалося, ОПр виконує над початковими даними різні арифметичні і логічні операції, тому ОПр найчастіше називають арифметико-логічним пристроєм (АЛП).

Ділення будь-якого процесора на програмний і операційний автомати достатньо очевидно і не викликає особливих труднощів у розумінні. Проте структурні схеми навіть простих реальних процесорів крім АЛП і ПУ містять ще ряд вузлів (регістри, лічильники, дешифратори та ін.), які начебто не відносяться ні до АЛП, ні до ПУ.

Для усунення плутанини в подальшому матеріалі необхідно зробити ряд зауважень:

1. У абсолютній більшості випадків пристрої обробки цифрової інформації мають багаторівневу структуру.

Це означає, що ПУ і ОПр можуть самі розпадатися на пари ПУ' і ОП'р, які, у свою чергу, також можуть розпадатися на відповідні ПУ і ОПр. Все залежить від ступеня деталізації розгляду даного цифрового пристрою. Цей принцип багаторівневості справедливий для всіх пристроїв ЕОМ.

Більше того, ці міркування справедливі в цілому для ЕОМ, яку можна розкласти на ряд віртуальних (що здаються) машин і з кожною працювати на відповідному рівні. У загальному випадку сучасні універсальні ЕОМ мають шість рівнів: рівень проблемно-орієнтованої мови; процедурно-орієнтована мова; асемблерний рівень (мова асемблера); рівень операційної системи (мова операційної системи); традиційний машинний рівень (мова машинних команд); мікропрограмний рівень (мова мікрокоманд).

Машинні мови двох нижніх рівнів є цифровими, і програми на них складаються з довгих числових послідовностей, дуже незручних для людини, але

зрозумілих машині. Все більш високі рівні містять слова і аббревіатуру, що зручніше для людини.

2. Із сказаного виходить, що тільки найпростіші процесори мають один рівень і можуть бути в чистому вигляді розкладені на ПУ і ОПР, що складаються з комбінаційних логічних схем, здатних виконувати елементарні арифметико-логічні операції.

3. В даний час немає строгого визначення АЛП, що викликає деяку плутанину при користуванні різною літературою. АЛП зазвичай позначають так, як показано на рис. 4.2. При цьому одні автори мають на увазі під АЛП тільки комбінаційні логічні схеми, здатні виконувати операції двійкового підсумовування (тобто фактично двійковий суматор), інші – цілий комплекс схем для виконання арифметико-логічних операцій.

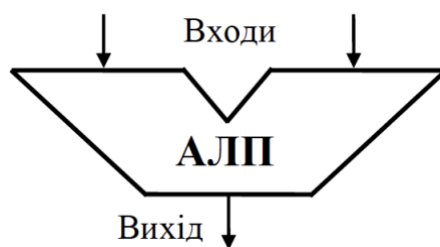


Рисунок 9.2 – Графічне позначення простого АЛП

4. У загальному випадку поняття мікрооперації і мікропрограми відносні і вимагають конкретизації рівня розгляду процесора, оскільки один такт верхнього рівня може включати декілька тактів нижнього рівня.

5. Під час вивчення основних принципів побудови елементарних процесорів вважатимемо:

- процесор має один рівень;
- процесор користується однією тактовою послідовністю;
- значок АЛП (див. рис. 9.2) позначає комплекс комбінаційних схем, здатних виконувати двійкове додавання, зсув двійкового числа, прості порозрядні логічні операції;

- вузли мікропроцесора, що не відносяться безпосередньо до схеми управління, вважатимемо допоміжними вузлами АЛП, або, точніше, вузлами, що забезпечують нормальне функціонування АЛП.