

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

з навчальної дисципліни
«Мікроконтролерні пристрої електромеханічних систем»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого(бакалаврського) рівня вищої освіти

***141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(Електромеханіка)***

за темою № 1 - Архітектура мікропроцесорів

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2023 № 7

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного коледжу
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 28.08.2023 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією Науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, протокол від 28.08.2023р № 1

Розробник: викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Волканін Є.Є.

Рецензенти:

1. Доцент кафедри електричних станцій Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», к.т.н. Шокарьов Д.А.
2. Викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання КЛК ХНУВС, к.т.н., професор Гаврилюк Ю.М.

План лекції:

1. Вступ.
2. Типова структура мікропроцесора.

Рекомендована література:

Основна:

1. Грищук Ю.С. Мікропроцесорні пристрої: Навчальний посібник. – Харків: НТУ “ХП”, 2007.– 280с.

2. Основи електротехніки, електроніки та мікропроцесорної техніки: навч. посіб. / В. Ф. Болюх, В. Г. Данько, Є. В. Гончаров; за ред. В. Г. Данька; НТУ «ХП». – Харків: Планета-Прінт, 2019. – 248 с.

Допоміжна:

1. Мікроконтролерні пристрої: навч. посіб. для студ. спец. «Мікро- та наноелектроніка» / О. С. Тонкошкур, І. В. Гомілко, О. В. Коваленко; Дніпропетровський нац. ун-т ім. О. Гончара. – Д. : Вид-во ДНУ, 2011. – 264 с.

2. Мікропроцесорні пристрої: Методичні вказівки до виконання курсової роботи./ Ю.М.Трофімов К.: [ДЕТУТ], 2007.-191с.

3. Електронні системи: навчальний посібник / Й. Й. Білінський, К. В. Огороднік, М. Й. Юкиш. — Вінниця: ВНТУ, 2011. — 208 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті:

1. <https://uk.wikipedia.org/wiki/Мікроконтролер>
2. http://elprivod.nmu.org.ua/ua/interesting/what_is_mp_mc_plc.php
3. <http://vozmom.ho.ua/MP/page61.html>
4. <https://life-prog.ru/ukr/arhitektura.php>

Текст лекції

1. Вступ

Завдання науково-технічного прогресу в паливноенергетичному, електротехнічному, машинобудівному і транспортному комплексах висувають в даний час на перше місце проблему забезпечення необхідної надійності, живучості і безаварійності складних технічних об'єктів і їх систем управління. До таких об'єктів відносяться сучасні потужні електроенергетичні системи і їх елементи (наприклад, електричні станції, дальні лінії електропередачі, електричні розподільні системи крупних промислових підприємств, автономні електроенергетичні, перетворювальні, електротехнічні і електромеханічні установки і системи управління ними), що включають пристрої релейного захисту і протиаварійної автоматики, контактні розподільні пристрої. Комутація, захист, управління, регулювання і інші функції в цих об'єктах, як правило, виконуються різними електричними апаратами (ЕА).

Останніми роками у зв'язку з появою мікропроцесорів (МП) намітилася тенденція до широкого використання їх в електропобутовій техніці (ЕПТ) і електроапаратобудуванні, до безпосереднього впровадження в пристрої управління ЕА, техніку релейного захисту, системи протиаварійної

автоматики, в автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУТП) виробництва, випробування і дослідження ЕПТ і ЕА. Це викликано появою нових підвищених і різноманітних вимог до систем автоматизації управління об'єктами. У зв'язку з цим традиційні ЕА і системи управління і регулювання, виконані на аналогових елементах, опинилися не в змозі конкурувати з цифровими пристроями, в яких використовуються мікропроцесори.

Відмінними рисами пристроїв і систем, виконаних на базі МП, є: можливість значного розширення функцій шляхом додавання нових алгоритмів і програм в систему програмного забезпечення, високий рівень уніфікації елементів, можливість перепрограмування, для реалізації тих або інших функцій без зміни комплексу технічних і апаратних засобів і автоматизації процесів діагностики і настройки апаратури. Сучасні МП мають малі габаритні розміри, і можуть розміщатися поруч з керованими об'єктами, володіють високою надійністю і розвиненими логічними можливостями, характеризуються низькими енергоспоживанням і вартістю. У багатьох застосуваннях сучасні МП можуть складатися тільки одну ВІС з одним рівнем напруги +5 В. Крім того, їх застосування в системах управління забезпечує високу швидкодію, гнучкість і ефективність.

Застосування мікропроцесорів вимагає від розробників корінного перегляду традиційних методів при проектуванні систем управління ЕПТ, ЕА і електронними апаратами, заміни у багатьох випадках проектування схем і систем управління розробкою програм настройки мікропроцесорної апаратури на виконання певних функцій. Рішення цих задач вимагає підготовки кваліфікованих фахівців, здатних проектувати, розробляти, експлуатувати і обслуговувати таку складну МП техніку, як ЕА і ЕПТ з мікропроцесорним управлінням.

2. Типова структура мікропроцесора

Під архітектурою мікропроцесора мають на увазі складові частини мікропроцесора, а також їх взаємне з'єднання і взаємодію між ними.

Архітектура включає: 1) структурну схему самого МП; 2) програмну модель МП (опис функцій регістрів); 3) інформацію про організацію пам'яті (місткість пам'яті і способи її адресації); 4) опис організації процедур вводу-виводу і управління; 5) опис системи команд і ін.

Існують два основних типи архітектури – фоннейманівська і гарвардська.

Фоннейманівську архітектуру запропонував в 1945 р. американський математик Джо фон Нейман. Особливістю цієї архітектури є те, що програма і дані знаходяться в загальній пам'яті, доступ до яких здійснюється по одній шині даних і команд. Прикладом такої архітектури є класичний мікропроцесор КР580 (І 8080). Гарвардська архітектура вперше реалізована в 1944 р. в релейній обчислювальній машині Гарвардського університету (США). Особливістю цієї архітектури є те, що пам'ять даних і пам'ять

програм розділені і мають окремі шину даних і шину команд, що дозволяє збільшити швидкодію МП системи за рахунок можливості одночасного звернення по цих двох шинах до пам'яті програм і пам'яті даних. Прикладом такої архітектури є мікроконтролер K1816BE51 і всі представники сімейства МК51 та інші сучасні МК.

Розглянемо особливості організації процесу обробки інформації в цифрових пристроях (цифрових автоматах).

Завдання створення цифрового автомата, що виконує певні дії над двійковими сигналами, полягає у виборі елементів і способі їх з'єднання, що забезпечує задане функціональне перетворення. Ці завдання вирішують за допомогою математичної логіки або алгебри логіки.

Пристрої, що формують функції алгебри логіки, називають логічними, або цифровими і класифікують за різними відмітними ознаками.

По схемному рішенню і характеру зв'язку між вхідними і вихідними змінними з урахуванням їх зміни по тактах роботи, розрізняють два типи цифрових пристроїв – комбінаційні і цифрові.

У комбінаційних цифрових пристроях сукупність сигналів на виходах в кожен конкретний момент часу повністю визначається вхідними сигналами, що діють у цей момент на його входах. Алгоритм функціонування комбінаційних пристроїв може бути представлений у вигляді таблиці відповідності, що містить значення вихідних сигналів для всіх можливих комбінацій значень вхідних сигналів.

Цифрові пристрої послідовного типу істотно відрізняються від комбінаційних, перш за все, наявністю пам'яті. Їх вхідні сигнали є функцією не тільки вхідних сигналів, але і внутрішнього стану, в якому пристрій знаходився до надходження вхідних сигналів.

На основі цифрового пристрою послідовного типу може бути спроектовано пристрій, який залежно від послідовності вхідних сигналів виконуватиме один з багатьох алгоритмів. Ці вхідні сигнали можуть розміщуватися і послідовно витягуватися із зовнішнього блоку регістрів, названого керуючою пам'яттю. Деякі вихідні сигнали можуть використовуватися для синхронізації надходження вхідних сигналів з пам'яті, що управляє, і для їх адресації. Такий пристрій може бути названий пристроєм з програмованою логікою, або програмованим пристроєм. До таких пристроїв відноситься і мікропроцесор.

Архітектура мікропроцесора є логічна організація, що визначає можливості апаратної або програмної реалізації функцій, необхідних для побудови мікроЕОМ.

Мікропроцесори визначаються наступними характеристиками: розрядність адреси і даних, тип корпусу, кількість джерел живлення, потужність розсіяння, температурний діапазон, можливість розширення розрядності, час циклу виконання команд (мікрокоманд), рівні сигналів, перешкодостійкість, здатність навантаження, об'єднання сигналів на виходах, надійність і т.ін.

По числу ВІС в комплекті (МПК) розрізняють однокристальні, багатокристальні, багатокристальні секційні мікропроцесори.

Однокристальні мікропроцесори утворюються при реалізації всіх апаратних засобів процесора в одній ВІС. У міру збільшення ступеня інтеграції елементів в кристалі і числа виведень корпусу, параметри однокристальних мікропроцесорів поліпшуються. Проте можливості однокристальних мікропроцесорів обмежені апаратними ресурсами кристала і корпусу. Тому поширеніші багатокристальні і багатокристальні секційні мікропроцесори.

Багатокристальні мікропроцесори виходять при розбитті його логічної структури на функціонально закінчені частини, які реалізують у вигляді ВІС.

Функціональна закінченість ВІС багатокристального мікропроцесора означає, що його частини виконують наперед певні функції і можуть працювати автономно, а для побудови розвиненого процесора не вимагається організації великої кількості нових зв'язків і яких-небудь інших інтегральних схем (ІС).

Одним з можливих варіантів розбиття структури процесора є створення трьохкристального мікропроцесора, що містить ВІС операційного процесора, процесора, що управляє, і інтерфейсного процесора. Операційний процесор (ОП) служить для обробки даних, процесор, що управляє (УП), виконує функції вибірки, декодування і обчислення адрес операндів, а також генерує послідовності мікрокоманд. Автономність роботи і велика швидкодія ВІС дозволяють вибирати команди з пам'яті з більшою швидкістю, ніж ВІС ОП. При цьому в УП утворюється черга ще не виконаних команд, наперед готуються ті дані, які будуть потрібні ОП в наступних циклах роботи. Така випереджаюча вибірка команд економить час ОП на очікування операндів, необхідних для виконання команд програм. Інтерфейсний процесор (ІП) дозволяє підключити пам'ять і периферійні засоби до мікропроцесора. Велика інтегральна схема ІП виконує також функції каналу прямого доступу до пам'яті.

Вибрані з пам'яті команди розпізнаються і виконуються кожною частиною мікропроцесора автономно, і тому може бути забезпечений режим одночасної роботи всіх ВІС МП, тобто конвейерний потоковий режим виконання послідовності команд програми (виконання послідовності з невеликим зміщенням у часі). Такий режим роботи значно підвищує продуктивність мікропроцесора.

Багатокристальні секційні мікропроцесори виходять у тому випадку, коли у вигляді ВІС реалізуються частини (секції) логічної структури процесора.

Мікропроцесорна секція – це ВІС, призначена для обробки декількох розрядів даних або виконання певних керуючих операцій. Секційність ВІС МП визначає можливість «наращування» розрядності оброблюваних даних або ускладнення пристроїв управління мікропроцесором при «паралельному» включенні більшого числа ВІС. Багатокристальні секційні мікропроцесори

мають розрядність від 2–4 до 8–16–32–64 біт і дозволяють створювати високопродуктивні процесори ЕОМ.

За призначенням розрізняють універсальні і спеціалізовані мікропроцесори. Універсальні мікропроцесори можна застосовувати для вирішення різноманітних завдань. Їх ефективна продуктивність мало залежить від проблемної специфіки вирішуваних задач. Спеціалізація МП, тобто його проблемна орієнтація на прискорене виконання певних функцій, дозволяє різкозбільшити ефективну продуктивність при вирішенні тільки певних задач. Серед спеціалізованих мікропроцесорів можна виділити: мікроконтролери, орієнтовані на виконання складних послідовностей логічних операцій; математичні МП, призначені для підвищення продуктивності при виконанні арифметичних операцій за рахунок, наприклад, матричних методів їх виконання; МП для обробки даних в різних областях застосування і т.д. За допомогою спеціалізованих МП можна ефективно вирішувати складні задачі паралельної обробки даних.

По вигляду оброблюваних вхідних сигналів розрізняють цифрові і аналогові мікропроцесори. Самі мікропроцесори – це цифрові пристрої, проте вони можуть мати вбудовані аналого-цифрові і цифро-аналогові перетворювачі.

Вхідні аналогові сигнали передаються в МП після перетворення в цифрову форму, обробляються, і після зворотного перетворення в аналогову форму, поступають на вихід. З погляду архітектури такі мікропроцесори є аналогові функціональні перетворювачі сигналів і називаються аналоговими мікропроцесорами. Вони можуть виконувати функції будь-якої аналогової схеми. Застосування аналогового мікропроцесора значно підвищує точність обробки аналогових сигналів, а їх відтворення розширює функціональні можливості за рахунок програмного налагодження цифрової частини мікропроцесора на різні алгоритми обробки сигналів.

Звичайно до складу однокристальних аналогових МП входять декілька каналів аналого-цифрового і цифро-аналогового перетворювачів. У аналоговому мікропроцесорі розрядність оброблюваних даних досягає 24 біт і більше, велике значення приділяється збільшенню швидкості виконання арифметичних операцій.

По характеру тимчасової організації роботи розрізняють синхронні і асинхронні мікропроцесори. Синхронні мікропроцесори – це мікропроцесори, в яких початок і кінець виконання операцій задаються пристроєм управління (час виконання операцій в цьому випадку не залежить від виду виконуваних команд і величин операндів). Асинхронні мікропроцесори дозволяють початок кожної наступної операції визначити по сигналу фактичного закінчення виконання попередньої операції. Для ефективнішого використання кожного пристрою мікропроцесорної системи, до складу асинхронно працюючих пристроїв, вводять електронні ланцюги, що забезпечують автономне функціонування пристроїв.

Закінчивши роботу над якою-небудь операцією, пристрій виробляє сигнал запиту, що означає його готовність до виконання наступної операції. При цьому функції природного розподільника робіт приймає на себе пам'ять, яка, відповідно до наперед встановленого пріоритету, виконує запити решти пристроїв по забезпеченню їх командною інформацією і даними.

По кількості виконуваних програм розрізняють одно- і багатопрограмні мікропроцесори.

У однопрограмних мікропроцесорах виконується тільки одна програма.

Перехід до виконання іншої програми відбувається після завершення поточної програми.

У багато- або мультипрограмних мікропроцесорах одночасно виконуються декілька (звичайно декілька десятків) програм. Організація мультипрограмної роботи мікропроцесорних керуючих систем дозволяє здійснювати контроль за станом і управляти великим числом джерел або приймачів інформації.

Типова структура мікропроцесора приведена на рис.

Мікропроцесор складається з трьох основних блоків: арифметико-логічного пристрою (АЛП), блоку внутрішніх регістрів і пристрою управління. Для передачі даних між цими блоками використовується внутрішня шина даних.

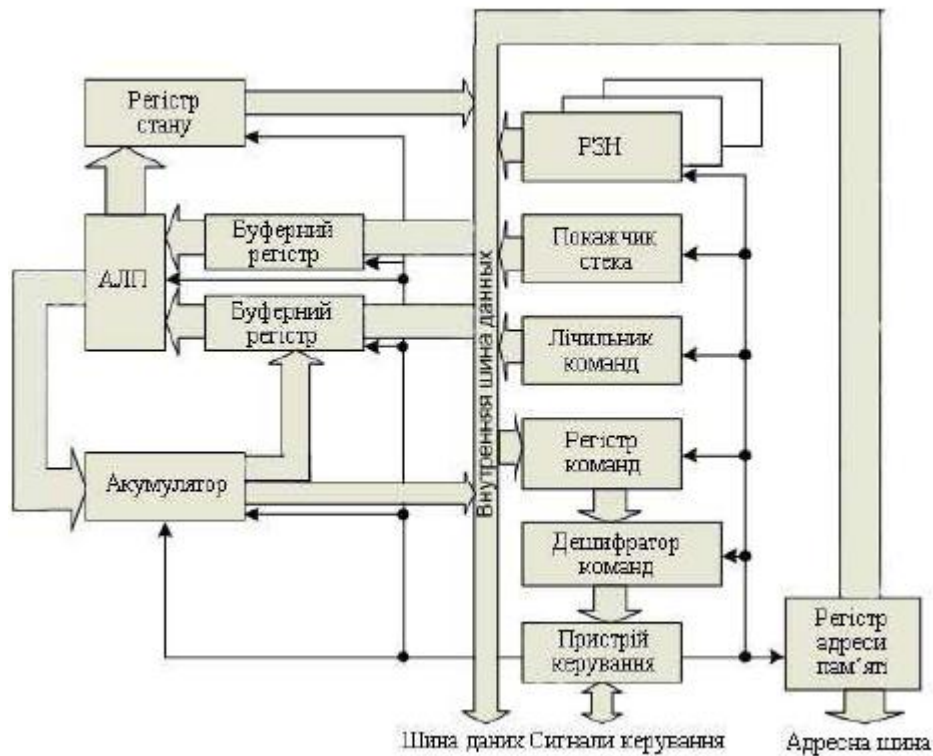
Арифметико-логічний пристрій виконує одну з головних функцій мікропроцесора – обробку даних. Перелік функцій АЛП залежить від типу мікропроцесора. Деякі АЛП здатні виконувати безліч різних операцій, у інших набір операцій обмежений. Функції АЛП визначають архітектуру мікропроцесора в цілому. У більшості мікропроцесорів АЛП виконує наступні операції: складання, віднімання, І, АБО, виключаюче АБО, інверсію, зсув вправо, зсув вліво, прирости позитивні і негативні.

Важлива складова частина мікропроцесора – регістр. Кожен регістр мікропроцесора можна використовувати для тимчасового зберігання одного слова даних.

Деякі регістри мають спеціальне призначення, інші – багатоцільове.

Останні називаються регістрами загального призначення (РЗН) і можуть використовуватися програмістом на його розсуд.

Кількість і призначення регістрів в мікропроцесорі залежать від його архітектури.



Типова структурна схема мікропроцесора

Розглянемо призначення основних регістрів, наявних майже у всіх мікропроцесорах.

Акумулятор – це головний регістр мікропроцесора. Він використовується при різних маніпуляціях з даними. Більшість арифметичних і логічних операцій здійснюються шляхом використання АЛП і акумулятора. Будь-яка з таких операцій над двома словами даних (операндами) припускає розміщення одного з них в акумуляторі, а іншого – в пам'яті або якому-небудь регістрі. Так, при складанні двох слів, названих умовно А і В, і розташованих в акумуляторі та пам'яті відповідно, результуюча сума С завантажується в акумулятор, заміщаючи слово А. Результат виконання операції АЛП теж звичайно розміщується в акумуляторі, вміст якого при цьому втрачається.

Операцією іншого типу, що використовує акумулятор, є програмована передача даних з однієї частини мікропроцесора в іншу. Наприклад, пересилка даних між портом вводу – виводу і пам'яттю, між двома областями пам'яті і т.ін.

Виконання операції «програмована передача даних» здійснюється в два етапи: спочатку виконується пересилка даних з джерела в акумулятор, потім – з акумулятора в пункт призначення.

Мікропроцесор може виконувати деякі дії над даними безпосередньо в акумуляторі. Наприклад, акумулятор можна очистити шляхом запису двійкових нулів у всі його розряди, встановити в одиничний стан шляхом запису у всі його розряди двійкових одиниць. Вміст акумулятора можна

зрушувати вліво або управо, набувати його інвертованого значення, а також виконувати інші операції.

Акумулятор є найбільш універсальним регістром мікропроцесора. Для виконання будь-якої операції з даними, перш за все, необхідно помістити їх в акумулятор. Дані поступають в нього з внутрішньої шини даних мікропроцесора. У свою чергу, акумулятор може посилати дані на цю шину.

Кількість розрядів акумулятора відповідає довжині слова мікропроцесора, проте деякі мікропроцесори мають акумулятори подвійної довжини. У додаткові розряди акумулятора записуються при цьому біти, що з'являються при виконанні деяких арифметичних операцій. Наприклад, при множенні двох 8-бітових слів результат (16-бітове число) розміщується в акумуляторі подвійної довжини.

Лічильник команд – це один з найбільш важливих регістрів мікропроцесора. Як відомо, програма – це послідовність команд (інструкцій), що зберігаються в пам'яті мікроЕОМ, і призначених для того, щоб інструктувати машину, як вирішувати поставлену задачу. Для коректного її виконання команди повинні поступати в строго певному порядку. Лічильник команд забезпечує формування адреси чергової команди, записаної в пам'яті.

Коли мікропроцесор починає працювати, то по команді початкової установки в лічильник команд завантажуються дані з області пам'яті, заданої проектувальником мікропроцесора. Коли програма починає виконуватися, першим значенням вмісту лічильника команд є ця, наперед визначена, адреса.

На відміну від акумулятора, лічильник команд не може виконувати операції різного типу. Набір команд, що його використовують, украй обмежений в порівнянні з подібним набором для акумулятора.

Перед виконанням програми лічильник команд необхідно завантажити адресою, вказуючою на першу команду програми. Адреса першої команди програми посилається по адресній шині до схем управління пам'яттю, внаслідок чого прочитується її вміст за вказаною адресою. Далі ця команда передається в спеціальний регістр мікропроцесора, званий регістром команд.

Після витягання команди з пам'яті, мікропроцесор автоматично дає приріст вмісту лічильника команд. Цей приріст лічильник команд набуває в той момент, коли мікропроцесор починає виконувати команду, тільки що завантажену з пам'яті. Отже, з цієї миті лічильник команд містить адресу наступної команди.

Лічильник команд можна завантажити іншим вмістом при виконанні особливої групи команд. Може виникнути необхідність виконати частину програми, яка «випадає» з послідовності команд основної (головної) програми.

Наприклад, таку частину програми, яка повторюється в процесі виконання всієї програми. Замість того щоб писати цю частину програми кожного разу, коли в ній виникає необхідність, програму записують один раз і повертаються до її повторного виконання, відступаючи від вказаної

послідовності. Частина програми, що виконується шляхом відступу від послідовності команд головної програми, називається підпрограмою. В даному випадку в лічильник команд безпосередньо записується необхідна адреса. Часто лічильник команд має набагато більше розрядів, ніж довжина слова даних мікропроцесора. Так, у більшості 8-розрядних мікропроцесорів, число розрядів лічильника команд дорівнює 16.

Регістр команд містить команду в процесі її дешифровки і виконання.

Вхідні дані поступають в регістр з пам'яті у міру послідовної вибірки команд. Звичайно існує можливість запису даних в регістр команд за допомогою набору перемикачів і кнопок на пульті управління ЕОМ. Як правило, цією можливістю користуються для передачі управління в початок програми.

Регістр адреси пам'яті при кожному зверненні до пам'яті мікроЕОМ указує адресу області пам'яті, що підлягає використанню мікропроцесором.

Регістр адреси пам'яті містить двійкове число-адресу області пам'яті. Вихід цього регістра називається адресною шиною і використовується для вибору області пам'яті або порту вводу-виводу.

Протягом вибірки команди з пам'яті, регістри адреси пам'яті і лічильника команд мають однаковий вміст, тобто регістр адреси пам'яті указує місцеположення команди, витягнутої з пам'яті.

Після декодування команди, лічильник команд одержує приріст на відміну від регістра адреси пам'яті.

В процесі виконання команди вміст регістра адреси пам'яті залежить від виконуваної команди. Якщо, відповідно до команди, мікропроцесор повинен провести ще одне звернення до пам'яті, то регістр адреси пам'яті підлягає вторинному використанню в процесі обробки цієї команди. Для деяких команд, наприклад команди очищення акумулятора, адресація до пам'яті не потрібна.

При обробці таких команд регістр адреси пам'яті використовується лише один раз – протягом вибірки команди з пам'яті.

У більшості мікропроцесорів регістри адреси пам'яті і лічильника команд мають однакову кількість розрядів. Як і лічильник команд, регістр адреси пам'яті повинен мати в своєму розпорядженні кількість розрядів достатню для адресації будь-якої області пам'яті мікроЕОМ. У більшості 8-ми розрядних мікропроцесорів кількість розрядів регістра адреси пам'яті дорівнює 16.

Оскільки регістр адреси пам'яті підключений до внутрішньої шини даних мікропроцесора, він може завантажуватися від різних джерел. Більшість мікропроцесорів мають в своєму розпорядженні команди, що дозволяють завантажувати цей регістр вмістом лічильника команд, регістра загального призначення або якої-небудь області пам'яті. Деякі команди надають можливість змінювати вміст регістра адреси пам'яті шляхом виконання обчислень: нове значення вмісту цього регістра виходить шляхом

складання або віднімання вмісту лічильника команд з числом, вказаним в самій команді.

Адресація такого типу називається адресацією з використанням зсуву.

Буферний реєстр – призначений для тимчасового зберігання (буферування) даних.

Реєстр стану – призначений для зберігання результатів деяких перевірок, здійснюваних в процесі виконання програми. Розряди реєстра стану приймають те або інше значення при виконанні операцій, що використовують АЛП і деякі реєстри. Запам'ятовування результатів згаданих перевірок дозволяє використовувати програми, що містять переходи (порушення природної послідовності виконання команд).

За наявності в програмі переходу за заданою ознакою, виконання команд починається з деякої нової області пам'яті, тобто лічильник команд завантажується новим числом. У разі умовного переходу така дія має місце, якщо результати певних перевірок співпадають з очікуваними значеннями.

Вказані результати знаходяться в реєстрі стану.

Реєстр стану надає програмісту можливість організувати роботу мікропроцесора так, щоб за певних умов мінявся порядок виконання команд.

Розглянемо деякі найбільш часто використовувані розряди реєстра стану.

1. Перенесення/позика. Даний розряд указує, що остання виконана операція супроводжувалася перенесенням або позикою (негативним перенесенням). Значення розряду перенесення встановлюється рівним 1, якщо в результаті складання двох чисел має місце перенесення із старшого розряду АЛП. Негативне перенесення (позика) фіксується в реєстрі стану при відніманні більшого числа з меншого.

2. Нульовий результат. Приймає одиничне значення, якщо після закінчення операції у всіх розрядах реєстра результату виявлені двійкові нулі.

Установка цього розряду в 1 відбувається не тільки при негативному прирості вмісту реєстра, але і при будь-якій іншій операції, результат якої – число з двійкових нулів.

3. Знаковий. Приймає одиничне значення, коли старший значущий біт вмісту реєстра, призначеного для запису результату операції, стає рівним 1.

При виконанні арифметичних операцій з числами в додатковому коді одиничне значення старшого значущого біта показує, що в реєстрі знаходиться негативне число.

Багато мікропроцесорів мають в своєму розпорядженні додаткові розряди станів. У деяких передбачені спеціальні команди для скидання або очищення всіх розрядів стану.

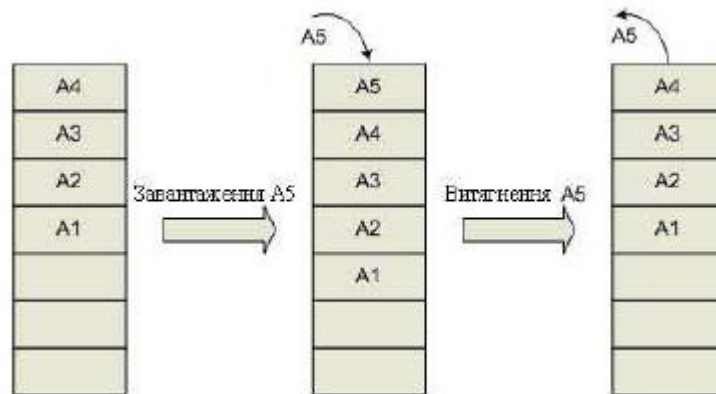
Реєстри загального призначення (РЗП). Більшість МП мають в своєму складі набір реєстрів, використовуваних як пристрої, що запам'ятовують.

Оскільки АЛП може здійснювати операції з вмістом РЗП без виходу на зовнішню магістраль адрес і даних, то вони відбуваються набагато швидше,

ніж операції із зовнішньою пам'яттю. Тому іноді РЗП називають над оперативною пам'яттю. Кількість РЗП і можливості програмного доступу до них у різних мікропроцесорів різні.

Покажчик стека. Стек – це набір регістрів мікропроцесора або елементів оперативної пам'яті, звідки дані або адреси вибираються «зверху» за принципом: перший – що поступив останнім.

При записі в стек чергового слова всі раніше записані слова зміщуються на один регістр вниз. При вибірці слова із стека, слова, що залишилися, переміщуються вгору на один регістр. Вказані процедури ілюструє рис. Тут стек складається з семи регістрів. Якщо в стек завантажується яке-небудь слово, наприклад А5, то воно записується у верхньому регістрі, а кожне із слів А1...А4 переміщається в сусідні нижні регістри. Якщо ж А5 витягується із стека, то кожне із слів А1...А4 переміщається в сусідні верхні регістри. Не можна витягнути А4 раніше А5, тобто автоматично реалізується відмічений вище принцип. Стек звичайно використовується в мікропроцесорах для зберігання адрес повернення при зверненні до підпрограм, а також для запам'ятовування стану внутрішніх регістрів при обробці переривань.



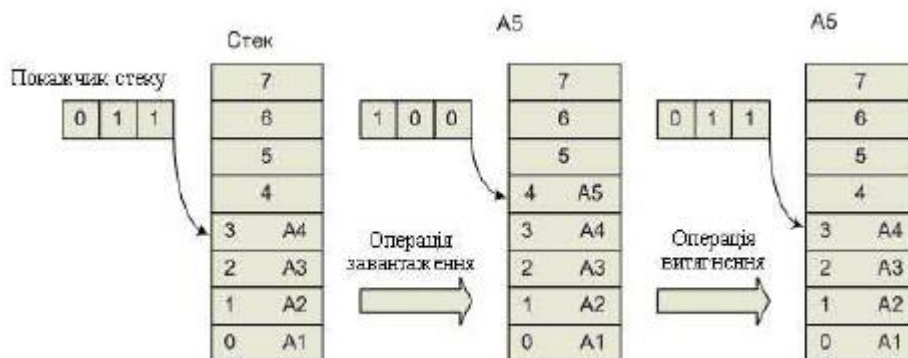
Процедури роботи стека

При організації стека в пам'яті, час на звернення до нього буде дорівнювати циклу звернення до пам'яті. Ця операція виконується значно швидше, якщо стек у вигляді набору регістрів входить до складу мікропроцесора. Важливим параметром у такому разі є число регістрів стека.

При спробі записати в стек більшої кількості слів, чим число його регістрів, перше слово буде втрачено. У деяких мікропроцесорах при переповненні регістрів стека відповідні слова записуються в стек пам'яті.

Часто стек реалізується таким чином, що процес його функціонування нагадує роботу з пачкою документів, коли кожен новий документ кладеться зверху пачки. При такій організації стека необхідний спеціальний регістр – покажчик стека (РПС) для зберігання адреси останнього, за часом надходження, елементу стека. Приведений на рис. покажчик стека є трьох розрядний регістр, з двійковим представленням інформації. Спочатку покажчик стека містить число 0112. Це означає, що останній елемент – «верхівка стека» знаходиться в регістрі з адресою 0112 (або 310). При

операції завантаження в регістр 410 записується число A5, а вміст покажчика стека змінюється так, що він указує на регістр 410. При операції витягання із стека проводяться зворотні дії.



Адресація елементу стека з використанням покажчика стека

Схеми управління. Роль схем управління в мікропроцесорі полягає в підтримці необхідної послідовності функціонування всієї решти його ланок.

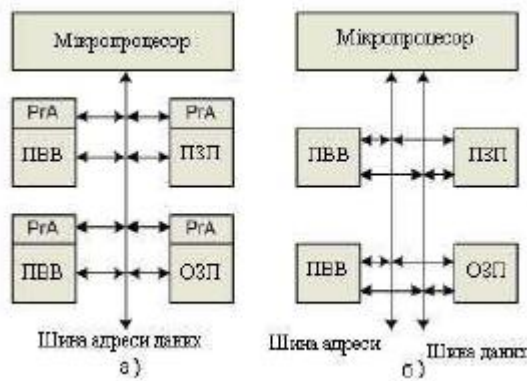
По сигналах схем управління чергова команда витягується з регістра команд. При цьому визначається, що необхідно робити з даними, а потім забезпечується послідовність дій для виконання поставленого завдання.

Одна з головних функцій схем управління – декодування команди, що знаходиться в регістрі команд, за допомогою дешифратора команд, який в результаті видає сигнали, необхідні для її виконання.

Крім вказаних вище дій, схеми управління виконують деякі спеціальні функції керування послідовністю включення живлення і процесами переривань.

Переривання – це свого роду запит, що поступає на схеми управління з інших пристроїв (пам'яті, вводу-виводу). Переривання пов'язане з використанням внутрішньої шини даних мікропроцесора. Схеми управління приймають рішення, коли і в якій послідовності інші пристрої можуть користуватися внутрішньою шиною даних.

Система шин. На характеристики мікропроцесора впливає спосіб організації його зв'язку із зовнішнім середовищем – пристроями вводу-виводу (ПВВ) і пристроями, що запам'ятовують. За способом організації зв'язків із зовнішнім середовищем розрізняють мікропроцесори з мультіплексованою шиною адреси і даних (рис. а) і з роздільними шинами адреси і даних (рис.б). Мікропроцесор з роздільними шинами адрес і даних зображений на рис.



Система шин мікроЕОМ

У мікропроцесорах з мультиплексованою шиною адреса зберігається нашині тільки короткий проміжок часу, тому пристроям, підключеним до шини, потрібні регістри адреси (РГА). Для організації обміну інформацією в таких мікропроцесорах необхідно використовувати керуючий сигнал «дані-адреси».

При роздільних шинах адреси і даних сигнал, що управляє, не потрібен. Крім того, у пристроїв, підключених до шин, відпадає необхідність в регістрі адреси, оскільки він може бути розміщений безпосередньо на кристалі мікропроцесора.

Розрядність адресної шини в таких мікропроцесорах не пов'язана з розрядністю шини даних. Характерним прикладом МП з роздільними шинами адрес і даних є мікропроцесорний комплект КР580, а з мультиплексованою шиною адреси і даних – мікропроцесорний комплект К588.