

Ю. С. Яковлев

## Мікропроцесор

**МІКРОПРОЦЕСОР** - програмно-керований універсальний пристрій для цифрового оброблення дискретної та (або) аналогової інформації, побудований на одній або декількох великих інтегральних схемах (ВІС). М. характеризуються: напівпровідник. технологією виготовлення інтеграл. схем; арх-рою; набором інструкцій; ємністю пам'яті, що адресується; продуктивністю; вартістю тощо. Існують поняття зовн. (сукупність апаратур., програм. і мікропрограм. можливостей М., важливих при його програмуванні; призначена для програміста) і внутр. (апаратурна організація та логічна структура електрон. схем, окремих блоків, що зв'язують їх за допомогою інформ. шин; призначена для розробника) арх-р М. Зовн. архітектура М., як правило, може бути у такому вигляді: один набір команд обробляє один набір даних - SISD (від англ. Single Instruction Single Data stream). Можливі також архітектури типів SIMD (Single Instruction Multiple Data stream), MISD (Multiple Instruction Single Data stream) і MIMD (Multiple Instruction Multiple Data stream). Створюючи М., використовують усі види архітектури: регістрові, стекові, орієнтовані на оперативну пам'ять. Регістр. архітектура М. (типу регістр-регістр) визначає наявність достатньо великого регістр. файлу в середині ВІС процесора, що має високу ефективність вирішення наук.-тех. завдань, оскільки швидкість роботи статич. оператив. запам'ятовуючого пристрою дозволяє ефективно використовувати швидкісні можливості арифмет.-логіч. блоку. Стек. архітектура М. дає можливість створити поле пам'яті з упорядк. послідовністю запису та вибірки інформації. Вона ефективна для організації роботи з підпрограмами, що необхідно для вирішення склад. завдань управління або при роботі з мовами високого рівня. Арх-ра М., орієнтована на оперативну пам'ять (типу пам'ять-пам'ять), забезпечує високу швидкість роботи й велику інформ. ємність робочих регістрів і стека при їхній організації в оператив. запам'ятовувал. пристрої. З такою арх-рою всі оброблювані числа після операції в М. не зберігаються в робочих регістрах, а повертаються в пам'ять. М. складається з ядра (його

утворюють арифмет.-логіч. пристрій і блоки – реєстр. пам'яті RRAM, лічильника команд і упр. перериваннями), оператив. запам'ятовувал. пристроїв програм PRAM і даних DRAM, логіч. схем. Склад периферій. пристроїв залежить від застосування процесора. У традиц. М. управління, включаючи реєстр і дешифратор команд, зосереджено в одному пристрої, що переважно завдяки простоті розробки й модифікації реалізовано як мікропрограм. автомат. У виробництві М. використовують відомі види технологій (TTL, I2L, I3L, ECL, N-MOS, K-MOS і P-MOS), що визначають різні вихідні характеристики. Високі споживчі властивості мають М., виготовлені за технологією K-MOS на підкладці з сапфіра. Незалежно від програм. забезпечення, базу всіх програм. продуктів складає т. зв. осн. цикл роботи М.: вибірка команди, її дешифрування, обчислення адреси й вибірка операндів, виконання команди, запис результату та перехід до наступ. команди. Усі пакети, операц. системи, текст. процесори мають в основі цей набір дій. За призначенням М. бувають універсальні (в системі команд закладена алгоритмічна універсальність) і спеціалізовані (призначені для вирішення певного класу завдань, а іноді лише одного конкрет. завдання). За виглядом оброблюв. вхід. сигналів розрізняють цифр. й аналог. М. Хоч М. – це цифр. пристрої, проте можуть мати вбудовані аналого-цифр. й цифро-аналог. перетворювачі. Зазвичай у складі однокристал. аналог. М. є декілька каналів аналого-цифр. і цифро-аналог. перетворення. За кількістю програм, що виконує М., виокремлюють одно- (тільки одну програму; перехід до ін. відбувається після завершення поточ.) і багатопрограмні, або мультипрограмні (зазвичай декілька десятків програм). За кількістю ВІС М. умовно поділяють на 2 класи: одно- (функціонально закінчені процесори з розрядністю, що фіксуються, і набором інструкцій) та багатокристалні, або секційні (секції розрядності 2, 4, 8 або 16 бітів з фіксованим набором інструкцій для побудови процесора із змін. розрядністю слова й різною арх-рою). Застосування останніх дає можливість досягти макс. продуктивності М., але пов'язане з певними труднощами: необхідне мікропрограмування інструкцій процесора. У цьому напрямі найперспективнішим є розроблення процесорів зі скороч. набором інструкцій RISC (Reduce Instruction Set). Галузь RISC-процесорів розвивається найдинамічніше. Для отримання багатокристал. М. необхідно здійснити поділ його логіч. структури на функціонально закінчені частини й реалізувати їх у вигляді ВІС. Функціонал. закінченість ВІС багатокристал. М. означає, що його частини виконують заздалегідь певні функції та можуть працювати автономно. Арх-ра М. дає можливість отримати опис віртуал. (уяв., матем.) мікромашини, представленої своєю системою команд, способами організації та упр. внутр. і зовн. пам'яті, адресації та захисту даних, системою переривання. Вхідні алгоритм. мови відображають у віртуал. машині програм. способом. Тому будь-яке завдання машині, виражене

на вхід. алгоритм. мові, обов'язково проходить етап трансляції з використанням компіляторів або інтерпретаторів, якщо вхідна алгоритм. і машинна мови віртуал. ЕОМ не збігаються. М. не є функціонально закінченим вузлом, його використовують спільно з великими інтеграл. мікросхемами пристроїв, що запам'ятовують інформацію, а також пристроїв уведення/виведення й реєстрів. Загалом ці великі інтеграл. мікросхеми складають мікропроцесор. комплект, для якого обов'язкове узгодження великих інтеграл. мікросхем за тех. характеристиками. Технологія багатоядерності М. передбачає реалізацію на одному кристалі декількох обчислюв. ядер. Нині на ринку комп'ютер. техніки домінують пристрої з чотири- і восьмиядер. процесорами; їхні виробники заявляють, що незабаром можна буде побачити М. із сотнями обчислюв. ядер. Потенціал багатоядер. архітектури розкривається тільки за наявності якіс. програм. забезпечення. Таким чином, сфера виробництва комп'ютерів і програм. забезпечення тісно пов'язані між собою. Виокремлюють такі етапи проектування мікропроцесор. систем: формалізація вимог до системи (складання зовн. специфікації, визначення функції системи, формалізація тех. завдання на систему, формулювання задуму розробника в офіц. документації); розроблення структури й архітектури системи (визначення функції окремих пристроїв і програм. засобів, вибір мікропроцесор. наборів, на базі яких буде реалізована система, з'ясування взаємодії між апарат. і програм. засобами, тимчас. характеристик окремих пристроїв і програм); розроблення й виготовлення апарат. засобів; комплексна відкладка та випробування. У найближчі роки корпорація «Intel» має намір випустити процесори, що містять декілька сотень ядер. Поступово число ядер може зрости до декількох тисяч. Група дослідників Єльського університету (США) в співпраці з ученими Бельгії, Канади й Австрії спроектувала перший у світі напівпровідник. квант. процесор, що здатний виконувати найпростіші алгоритми. Нова мікросхема, що складається з 2-х кубітів, дозволяє виконувати лише декілька найпростіших операцій. Чіп працює у надпровід. стані, для його функціонування необхідна кріогенна установка. Передачу інформації між квант. станами виконують за допомогою квант. шини. 2016 присуджено Нобелів. премії з хімії за розроблення молекул з керов. рухами та проектування на їхній основі молекуляр. машин. Першим кроком до цього було створення ланцюга з 2-х кільцевих молекул, пов'язаних вільним мех. зв'язком, – катенана. Щоб мініатюрна машина могла виконувати певні завдання, вона повинна складатися з частин, що можуть переміщатися одна щодо одної. Двоє кілець, що блокуються, виконують цю вимогу. Далі був розроблений т. зв. ротаксан, де молекулярне кільце було розміщене на тонку молекулярну вісь. При цьому кільце в змозі рухатися уздовж осі. Серед розробок на основі ротаксанів – молекуляр. ліфт, м'язи й комп'ютерні чіпи. У дослідниц. підрозділі IBM

розробляють нову технологію, що передбачає об'єднання традиц. літографії й методу самозбирання структур на основі ДНК. У цьому випадку ДНК - своєрідні «буд. ліси», що забезпечують можливість точного позиціонування мікроскопіч. елементів чіпа, - вуглец. нанотрубок, нанопровідників і наночасток. Учені підкреслюють, що здатність структур ДНК до самоорганізації є ключовим чинником, необхід. для отримання мініатюр. мікросхем з високою щільністю компонування елементів. Нині новітні чіпи виготовляють з використанням 45-нанометр. методики. Планується комерціалізація 32-, а потім і 22-нанометр. техпроцесу. Нова технологія дозволить підвищити швидкодію чіпів, одночасно понизивши їхнє енергоспоживання й витрати на виробництво. Перший нейросинаптич. процесор TrueNorth може стати основою кардинал. змін, що стосуватимуться всього, починаючи від смартфонів і закінчуючи автомобілями-роботами. Окрім цього, такий процесор може стати базою для побудови масштаб. нейрон. мереж, обчислюв. потужність яких наблизиться до здібностей головного мозку людини. До його складу входить 1 млн програмованих електрон. нейронів і 256 млн програмов. синапсів, здатних забезпечити передавання сигналів від одного нейрона до ін. Ці елементи організовані в 409 нейросинаптич. обчислюв. ядер, до складу яких входять обчислюв., комунікац. модулі й пам'ять. Ядра, як і різні ділянки головного мозку, здатні працювати паралельно. Така архітектура дозволяє подолати «вузьке місце» традиц. архітектури процесорів, що не дає можливості одночасно передавати інструкції та оперативні дані поодинці.

#### Рекомендована література

1. Левенталь Л. Введение в микропроцессоры. Программное обеспечение, аппаратные средства, программирование / Пер. с англ. Москва, 1983;
2. Микропроцессоры: В 3 кн. Москва, 1986;
3. Молчанов А. А., Корнейчук В. И., Тарасенко В. П. Справочник по микропроцессорным устройствам. К., 1987;
4. Щелкунов Н. Н., Дианов А. П. Микропроцессорные средства и системы. Москва, 1989;
5. Корнеев В. В., Киселев А. В. Современные микропроцессоры. Москва, 1998;
6. Локазюк В. М. Мікропроцесори та мікроЕОМ у виробничих системах. К., 2002;
7. Мілих В. І., Шавьолкін О. О. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка. К., 2008;
8. Жуйков В. Я., Терещенко Т. О., Ямненко Ю. С., Заграничний А. В. Мікропроцесорна техніка. К., 2016.

### **Бібліографічний опис:**

**Мікропроцесор / Ю. С. Яковлев // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. - К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2019. - Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-67590>. - Останнє поновлення : 1 січ. 2023.**

2001-2024 © Ця енциклопедична стаття захищена авторським правом згідно з чинним законодавством України ([докладніше](#)).