

## 25 ІНТЕРФЕЙСИ МІКРОСХЕМ (МПС)

### 25.1 Класифікація інтерфейсів

Сучасні МПС мають магістральної-модульну організацію, яка заснована на принципах модульності (агрегування) та уніфікації. Модульність (агрегування) – це поділ МПС на прості функціонально і конструктивно закінчені блоки, які називаються модулями, наприклад: модуль мікропроцесора, модуль пам'яті тощо. Уніфікація полягає в оптимізації складу модулів, зв'язків між ними і в їх конструктивному оформленні.

Зв'язок пристроїв МПС між собою здійснюють за допомогою сполучень, які називаються інтерфейсами.

**Інтерфейс** – це сукупність інформаційно-логічних, електричних та конструктивних засобів і вимог (правил), які забезпечують оптимальний алгоритм взаємодії всіх модулів МПС.

**Інформаційно-логічні вимоги** визначають структуру і склад ліній і сигналів, способи кодування і формати даних, адрес і команд, протоколів обміну для різних режимів і фаз роботи. Вони безпосередньо впливають на пропускну здатність, надійність обміну і апаратурні витрати.

**Електричні вимоги** задають необхідні статичні і динамічні параметри сигналів на сигнальних лініях інтерфейсу: рівні напруг, тривалість фронтів, навантажувальну здатність, стійкість тощо.

**Конструктивні вимоги** вказують на тип сполучних елементів і розподіл ліній по їх контактам, геометричні розміри плат, каркаса і інші ознаки.

**Сигнальна лінія** – це провідник (електричне коло), яка фізично з'єднує джерело і приймач інформації. Сукупність сигнальних ліній, за якими передають сигнали однакового функціонального призначення, називають **шиною**. Розрізняють шини даних, адреси і управління.

Інтерфейс повинен забезпечувати:

- побудову машин зі змінним складом устаткування (змінною конфігурацією, відкритістю архітектури);
- паралельне в часі виконання програм і процедур вводу-виводу;

- збільшення швидкості обміну інформацією;
- спрощення та стандартизацію програмування операцій вводу-виводу і їх незалежність від особливостей периферійних пристроїв,
- автоматичне розпізнавання і реакцію центрального процесора на різноманітні ситуації в периферійних пристроях (готовність пристрою, відсутність носія даних, порушення нормальної роботи).

За функціональним призначенням інтерфейси поділяються на такі типи:

- **внутрішні** – внутрішньооплатні, міжплатні та системні;
- **зовнішні** – для периферійних пристроїв, для локальних мереж, для розподілених систем керування (рис. 25.1).



Рисунок 25.1 –Класифікацій інтерфейсів за функціональним призначенням

В МПС широко використовуються паралельні системні стандартні інтерфейси, в яких уніфікуються: формати команд і даних і процедури обміну; алгоритм функціонування; склад і типи ліній зв'язку; швидкодія передачі; конструктивні вимоги; допустимі відстані між модулями системи; можливість розширення і сумісність з попередніми інтерфейсами.

Всі пристрої (модулі), що підключаються до каналу передачі даних, називаються абонентами (АБ).

За напрямом обміну інформацією розрізняють наступні інтерфейси:

- **симплексні** – обмін в одному напрямку (рис. 25.2, а);
- **напівдуплексні** – по черговий обмін в двох напрямках (рис. 25.2, б);
- **дуплексні** – одночасний обмін в двох напрямках (рис. 25.2, в);
- **мультиплексні** – обмін реалізується за допомогою загальної магістралі (шини), в якій в кожен момент часу взаємодіють джерело і приймач інформації (рис. 25.2, г).

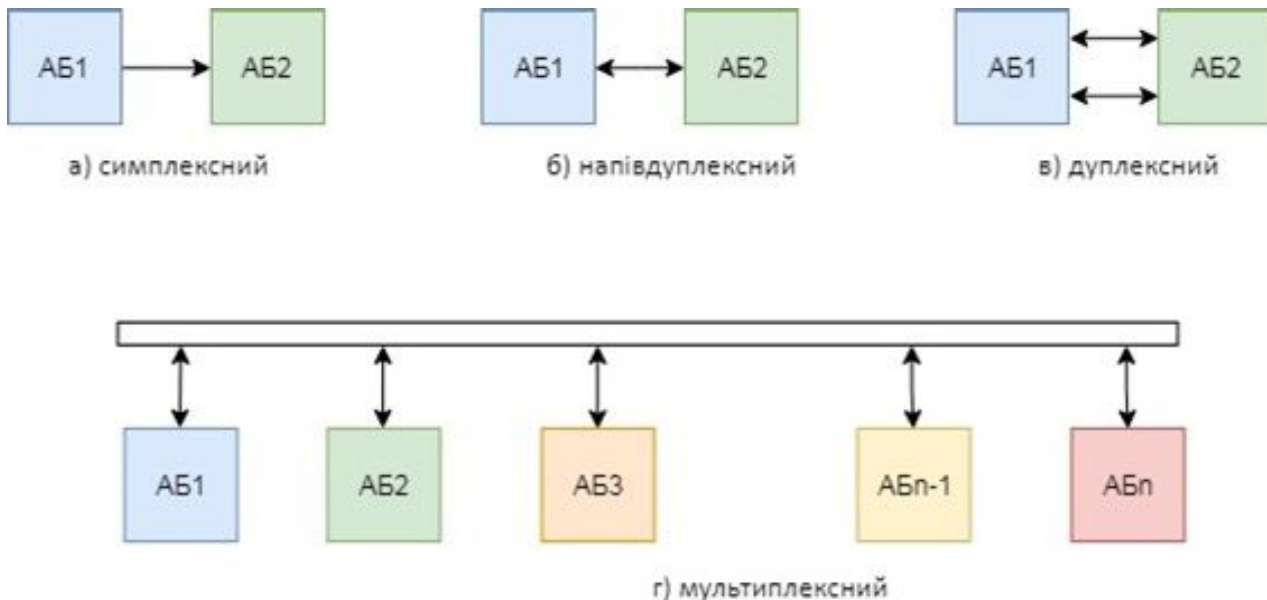


Рисунок 25.2 – Напрямки обміну інформацією:

- а – симплексний; б – напівдуплексний; в – дуплексний;
- г – мультиплексний

За способом передачі інформації в часі розрізняють наступні інтерфейси:

- **синхронні** – з фіксованою тривалістю операцій обміну;
- **асинхронні** – зі змінною тривалістю операцій обміну;
- **синхронно-асинхронні** – з комбінованим з'єднанням двох способів.

За розрядності даних, що передаються розрізняють інтерфейси з паралельним (словами), послідовним (бітами) і паралельно-послідовним обмінами.

До класифікаційних ознак інтерфейсів МПС також відносять:

- **організацію переривань** (векторне або послідовне опитування) і прямиї доступу до пам'яті;
- **спосіб арбітражу доступу модулів до шин** (паралельний, послідовний, циклічний);

- **кількість ліній адресації** даних, управління, синхронізації;
- **довжина і тип ліній зв'язку** (провідники, радіоканал, волоконно-оптичний тип);
- **максимальна кількість абонентів**, які можуть одночасно підключатися до шини;
- **спосіб адресації пристроїв периферії** – з власним адресним простором (характерне для виробів фірми Intel) або з відображенням на адресний простір пам'яті (використовується у виробках фірми DEC).

Для забезпечення високих швидкостей обміну інформацією використовують асинхронні мультиплексні інтерфейси з паралельним способом передачі інформації. До них відносяться: 8-розрядні – Microbus; 16-розрядні – Unibus; Q-bus; Multibus I; 32-розрядні – Vercabus. Основні технічні характеристики цих інтерфейсів представлені в табл. 25.1.

Таблиця 25.1 – Основні технічні характеристики інтерфейсів

Технічна характеристика	Microbus	Z-bus	Unibus	Q-bus	Microbus I	Vercabus
Кількість ліній:						
загальна	37	–	56	43	86	260
даних	8	8	16	16	16	32
адресних	16	–	18	–	20	35
керування	13	–	20	–	11	–
Швидкість передачі, кбіт/сек	$10^3$	–	$2 \cdot 10^3$	800	$10^4$	$10^5$
Довжина лінії, м	–	–	15	15	–	–
Кількість абонентів	–	–	20	15	–	–

## 25.2 Інтерфейсні мікросхеми

В МПС широко використовують інтерфейсні мікросхеми, реалізують типові функції, а саме: генерацію тактових імпульсів, запам'ятовування адрес, забезпечення двонаправленого обміну даними між модулями системи, вироблення сигналів управління записом-зчитуванням пам'яті або в портах, арбітражу, пріоритетного доступу до системної шини багатьох мікропроцесорів і т.д.

Магістрально-модульна організація сучасних керуючих пристроїв заснована на уніфікації та стандартизації системи інформаційних, адресних і керуючих магістралей, процесора, шин пам'яті і пристроїв вводу-виводу.

Широко використання в таких системах мультиплексування магістралей забезпечується використанням ліній зв'язку зі стандартними рівнями переданих електричних сигналів, стандартних часових і фазових діаграм. Розрізняють такі основні типи інтерфейсних мікросхем:

- магістральні прийомопередавачі, що об'єднують в собі функції приймачів і передавачів;
- комутатори магістралей;
- передавачі або шинні формувачі і приймачі сигналів;
- пристрої обміну інформацією;
- багатоцільові буферні регістри;
- програмовані канали вводу-виводу;
- системні контролери.

Крім перерахованих існують і інші мікросхеми (контролери запам'ятовуючих пристроїв, селектори адреси та ін.), які можна віднести до розглянутого класу інтерфейсних схем мікропроцесорних комплектів.

**Магістральні прийомопередавачі (МПП)** є найбільш поширеним типом інтерфейсних мікросхем. Основним призначенням МПП є підсилення електричних сигналів, які передаються лініями зв'язку, узгодження рівнів, а також часова і логічна буферизація даних. До його складу, як правило, входить одна потужна двонаправлена магістраль, призначена для реалізації загальносистемного інтерфейсу; кілька малопотужних (внутрішньопроекторних) магістралей; комутатор, який реалізує необхідний граф пересилань між магістралями МПП; схема управління, яка реалізована на регістрі мікрокоманд і дешифраторі; набір буферних регістрів даних; схема паритетного контролю, яка визначає значення розрядів контролю парності з урахуванням значення вхідного біта.

**Комутатори магістралей КМ** є мікросхемами, які орієнтовані зазвичай на комутацію великої кількості внутрішньопроекторних магістралей; при цьому

вони можуть виконувати також деякі операції логіко-арифметичної обробки даних для передачі і тимчасового зберігання даних.

**Шинні формувачі (ШФ) і приймачі сигналів (ПС)**, як правило, не виконують логічних операцій; вони призначені тільки для ретрансляції двонаправлених сигналів, формування необхідних рівнів електричних сигналів під час передачі даних лініями зв'язку між різними блоками обчислювальних і керуючих систем. Розрізняють однонаправлені і двонаправлені ШФ.

**Пристрої обміну інформацією (ПОІ)** – це цілий клас інтерфейсних мікросхем, які поряд з операціями пересилань виконують і прості логічні дії над інформацією, що передається – лічба числа даних, виділення максимуму тощо.

**Багатоцільові буферні регістри (МБР)** призначені для тимчасового зберігання інформації, що передається. Зазвичай МБР мають одну вхідну, одну або кілька вихідних магістралей невеликої потужності і кілька внутрішніх регістрів.

**Програмовані канали вводу-виводу (ПКВВ)** призначені для підключення різних пристроїв до магістралей, які мають стандартний набір керуючих сигналів (протокол обміну). Існування ПКВВ обумовлено тим, що більшість програмованих мікропроцесорних комплектів характеризується наявністю уніфікованої системи команд і орієнтацією на певні стандартні шини.

**Системні контролери (СК)** орієнтовані на виконання таких специфічних функцій, як обробка пріоритетів переривань, лічба подій, керування прямим доступом до пам'яті системи та ін.

### **25.3 Структура з'єднань абонентів**

За структурою зв'язків між абонентами МПС розрізняють інтерфейси з радіальним, кільцевим, каскадним і магістральним підключеннями (рис. 25.3).

У **радіальних** інтерфейсів (рис. 25.3, а) до центрального процесора за допомогою двонаправлених шин і заданого пріоритету підключаються абоненти (робочі станції, віддалені периферійні пристрої, схеми промислової автоматики). Сполучення між абонентами передаються через центральний процесор, який виконує функції концентратора і забезпечує незалежність і паралельність роботи

абонентів. Радіальний інтерфейс – логічно простий, однак вимагає великих апаратних витрат. Крім цього, його живучість залежить від надійності центрального процесора.

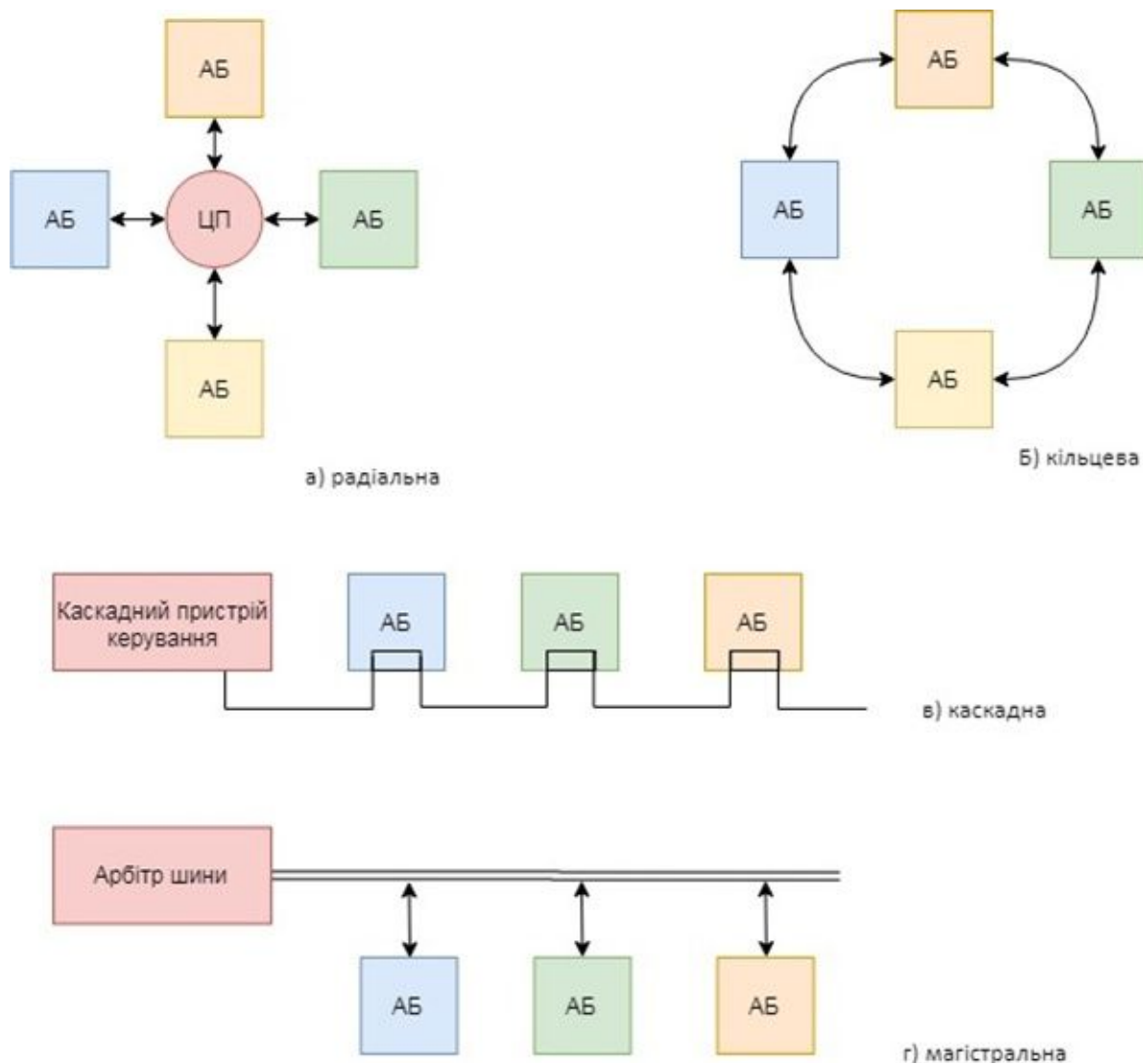


Рисунок 25.3 – Структура з'єднань абонентів: а – радіальна; б – кільцева; в – каскадна; г – магістральна

У **кільцевому** інтерфейсі (рис. 25.3, б) кожен абонент пов'язаний з двома сусідніми. У кільці можуть одночасно циркулювати кілька повідомлень від джерел до приймачів на основі заданих способів адресації і керування. При розширенні МПС додаткові модулі включаються в кільце системи. Недоліком кільцевих інтерфейсів є складність взаємодії абонентів.

У **каскадних** інтерфейсах (рис. 25.3, в) абоненти з'єднані ланцюжком і обслуговуються в порядку їх підключення до ліній інтерфейсу. Каскадні

інтерфейси характеризуються малою кількістю ліній і обмеженням щодо швидкості.

У **магістральних** інтерфейсах (рис. 25.3, г) використовується колективна шина, яку також називають магістраллю. Інформація, передана через магістраль, доступна всім абонентам, які до неї підключені. Зазвичай в кожен момент часу тільки один абонент може бути джерелом інформації. Пріоритет абонентів визначається арбітром шини (АШ). Магістральний інтерфейс є гнучким, економічним і використовується в більшості системних інтерфейсів МПС.

Для організації обчислювальної або керуючої системи на основі мікропроцесорних схем часто доводиться забезпечувати взаємне узгодження мікросхем, що відносяться до різних типів логіки. Природно, що ці мікросхеми можуть мати різні вхідні і вихідні характеристики, розраховані на різні значення робочих струмів і напруг, включаючи відмінності в навантажувальній здатності.

Зазвичай пристрої, які мають підвищені вимоги до швидкодії, реалізуються на основі емітерно-пов'язаної або транзисторно-транзисторної логіки мікросхем, у випадку обмеження на споживану потужності застосовуються комплектарні польові мікросхеми. Емітерно-пов'язані схеми характеризуються нестандартними (відмінними від загальноприйнятих транзисторно-транзисторних рівнів) робочими значеннями вхідних струмів і напруг, тому виникає завдання узгодження між собою мікросхем різних типів, що підключаються до лінії зв'язку проектного інтерфейсу.