

## ОРГАНІЗАЦІЯ ШИН КОМП'ЮТЕРА

Сукупність трактів, об'єднуючих між собою основні пристрої ОМ (центральный процесор, пам'ять і модулі вводу/виводу), утворює структуру взаємозв'язків обчислювальної машини. Структура взаємозв'язків повинна забезпечувати обмін інформацією між:

- центральним процесором і пам'яттю;
- центральним процесором і модулями вводу/виводу;
- пам'яттю і модулями вводу/виводу.

Інформаційні потоки, що характерні для основних пристроїв ОМ, показані на рис. 1.

Взаємозв'язок частин ОМ і її «спілкування» із зовнішнім середовищем забезпечуються системою шин. Більшість машин містять декілька різних шин, кожна з яких оптимізована під певний вид комунікацій. Частина шин прихована всередині інтегральних мікросхем або доступна тільки в межах друкованої плати.

Деякі шини мають доступні ззовні роз'єми, з тим щоб до них легко можна було підключити додаткові пристрої, причому більшість таких шин не просто доступні, але і відповідають певним стандартам, що дозволяє під'єднувати до шини пристрої різних виробників.

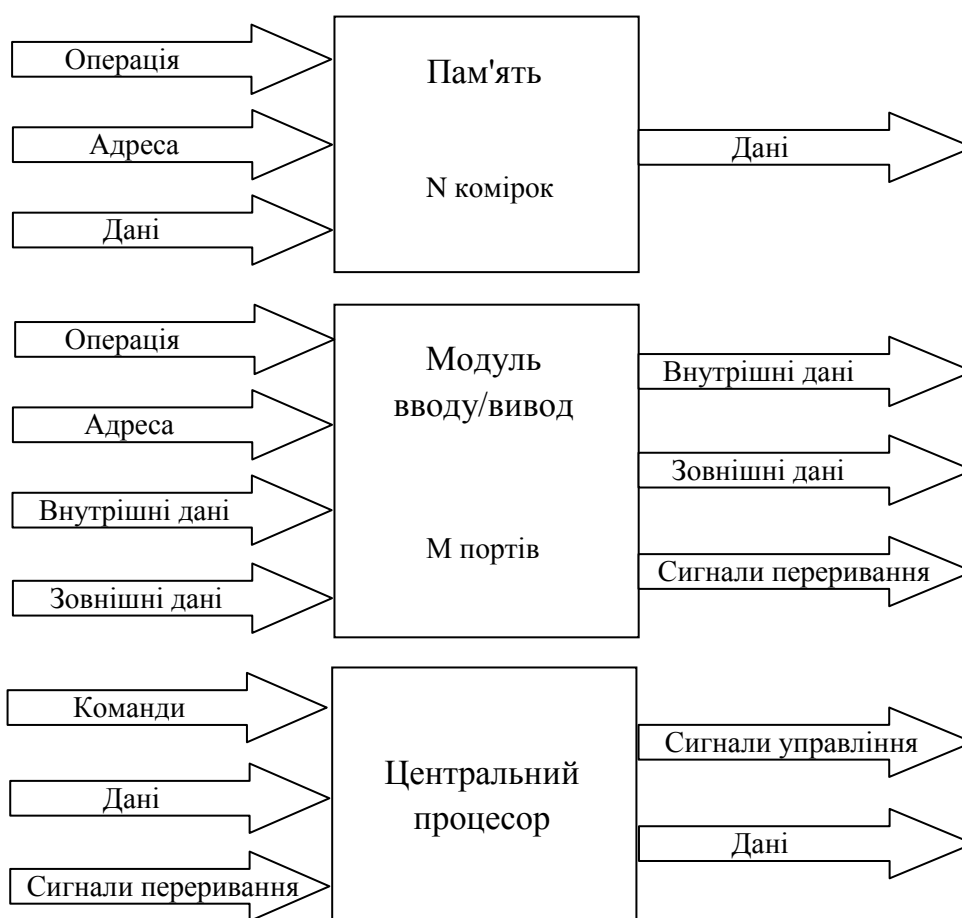


Рисунок 1 - Інформаційні потоки в обчислювальній машині

Щоб охарактеризувати конкретну шину, потрібно описати [24]:

- сукупність сигнальних ліній;
- фізичні, механічні та електричні характеристики шини;
- використовувані сигнали арбітражу, стану, управління і синхронізації;
- правила взаємодії підключених до шини пристроїв.

Шину утворює набір комунікаційних ліній, кожна з яких здатна передавати сигнали, що представляють двійкові цифри 1 і 0. По лінії може пересилатися розгорнена в часі послідовність таких сигналів. При сумісному використанні декілька ліній можуть забезпечити одночасну (паралельну) передачу двійкових чисел. Фізично лінії шини реалізуються у вигляді окремих провідників, як смужки провідного матеріалу на монтажній платі або як алюмінієві чи мідні провідні доріжки на кристалі мікросхеми.

Операції на шині називають **транзакціями**. Основні види транзакцій – транзакції читання і транзакції запису. Якщо в обміні бере участь пристрій вводу/виводу, можна говорити про транзакції вводу і виводу, по суті еквівалентних транзакціям читання і запису відповідно. Шинна транзакція включає дві частини: пересилання адреси і прийом (або пересилання) даних.

Коли два пристрої обмінюються інформацією по шині, один з них повинен ініціювати обмін і управляти ним. Такого роду пристрої називають ведучими (bus master). У комп'ютерній термінології «ведучий» – це будь-який пристрій, здатний узяти на себе володіння шиною і управляти пересилкою даних. Ведучий не обов'язково використовує дані сам. Він, наприклад, може захопити управління шиною на користь іншого пристрою. Пристрої, що не володіють можливостями ініціювання транзакції, носять назву ведених (bus slave). В принципі до шини може бути підключено декілька потенційних ведучих, але у будь-який момент часу активним може бути тільки один з них: якщо декілька пристроїв передають інформацію одночасно, їх сигнали перекриваються і спотворюються. Для запобігання одночасної активності декількох ведучих в будь-якій шині передбачається процедура допуску до управління шиною тільки одного з претендентів (арбітраж). У той же час деякі шини допускають ширококомовний режим запису, коли інформація одного ведучого передається відразу декільком веденим (тут арбітраж не потрібний). Сигнал, направлений одним пристроєм, доступний решті всіх пристроїв, підключених до шини.

Англійський еквівалент терміну «шина» – «bus».

## **1 Типи і призначення шин комп'ютера**

Важливим критерієм, що визначає характеристики шини, може служити її цільове призначення. По цьому критерію можна виділити:

- шини «процесор-пам'ять»;
- шини вводу/виводу;
- системні шини.

Взаємозв'язок шин і основних пристроїв у типовому комп'ютері на основі процесорів Pentium III показаний на рис. 2.

**Шина «процесор-пам'ять»** забезпечує безпосередній зв'язок між центральним процесором (ЦП) обчислювальної машини і основною пам'яттю (ОП). У сучасних мікропроцесорах таку шину часто називають *шиною переднього плану* і позначають аббревіатурою FSB (Front-Side Bus). Інтенсивний трафік між процесором і пам'яттю вимагає, щоб смуга пропускання шини, тобто кількість інформації, що проходить по шині в одиницю часу, була найбільшою. Роль цієї шини іноді виконує системна шина (див. нижче), проте в плані ефективності значно вигідніше, якщо обмін між ЦП і ОП ведеться по окремій шині. До даного виду можна віднести також шину, що пов'язує процесор з кеш-пам'яттю другого рівня, відому як *шина заднього плану*, - BSB (Back-Side Bus). BSB дозволяє вести обмін з більшою швидкістю, чим FSB, і повністю реалізувати можливості швидкіснішої кеш-пам'яті.

Оскільки у фон-нейманівських машинах саме обмін між процесором і пам'яттю багато в чому визначає швидкодію ОМ, розробники приділяють зв'язку ЦП з пам'яттю особливу увагу. Для забезпечення максимальної пропускної спроможності шини «процесор-пам'ять» завжди проектується з урахуванням особливостей організації системи пам'яті, а довжина шини – по можливості мінімальною.

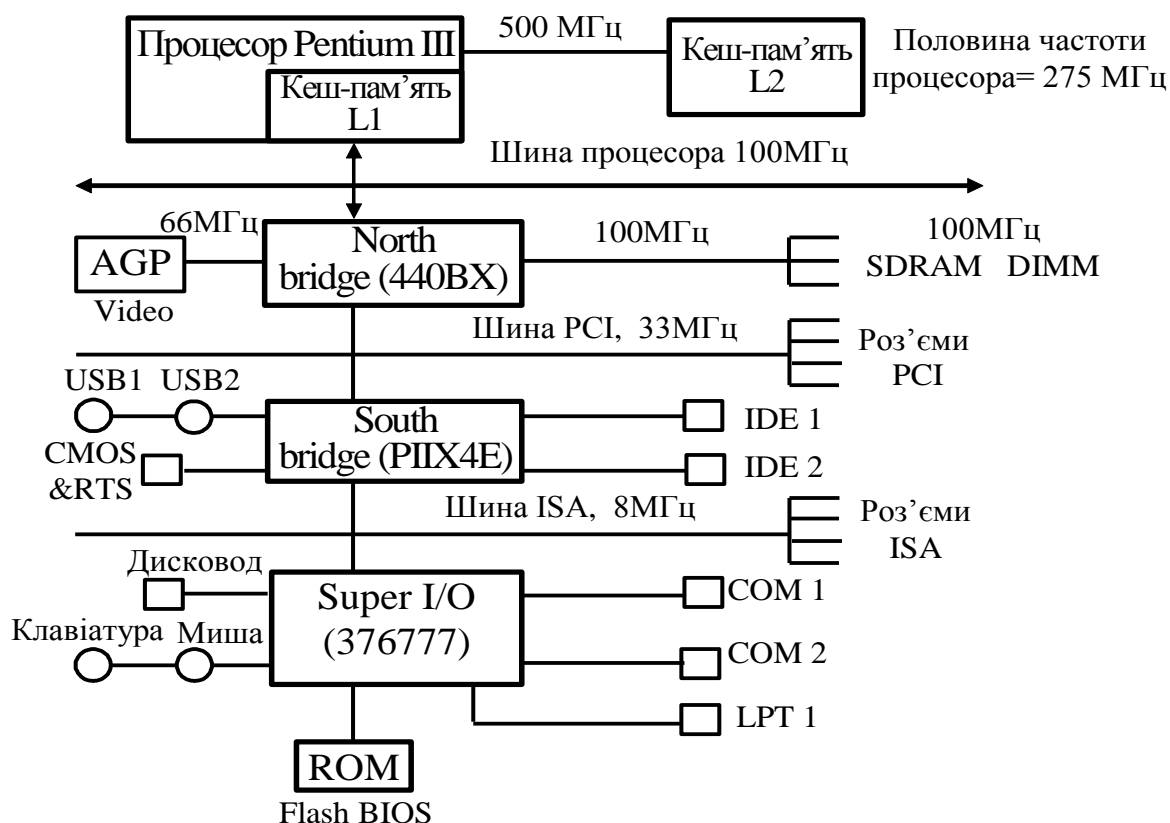


Рисунок 2 - Підключення шин у комп'ютерах з процесором Pentium III

**Шина вводу/виводу** служить для з'єднання процесора (пам'яті) з пристроями вводу/виводу. Враховуючи різноманітність таких пристроїв, шини вводу/виводу уніфікуються і стандартизуються. Зв'язки з більшістю пристроїв вводу/виводу (але не з відеосистемами) не вимагають від шини високої пропускної спроможності. Під час проектування шин вводу/виводу враховується вартість конструктиву і з'єднувальних роз'ємів. Такі шини містять

менше ліній в порівнянні з варіантом «процесор-пам'ять», але довжина ліній може бути дуже великою. Типовими прикладами подібних шин можуть служити шини PCI і SCSI.

**Шина розширення PCI** була розроблена фірмою Intel для процесора Pentium. Розробники її відмовились від традиційної концепції, ввівши ще одну шину між процесором і шиною вводу/виводу. Вона не підключається безпосередньо до шини процесора, яка дуже чутлива до зовнішніх втручань. Було розроблено новий комплект мікросхем контролерів для розширення шини. Підключення пристроїв до шини PCI подано на рис. 3.

Ця шина доповнює традиційну конфігурацію розташування шин ще одним рівнем. При цьому звичайна шина вводу/виводу не використовується, а фізично створюється ще одна високошвидкісна системна шина з розрядністю, що дорівнює розрядності процесора.

У материнських платах тактова частота шини PCI задається як половина тактової частоти системної шини (при тактовій частоті системної шини 66 МГц шина PCI працює на 33 МГц, при 75 МГц – на частоті 37, 5 МГц). Висока пропускна спроможність шини досягається за рахунок її паралельної роботи з шиною процесора, PCI не звертається зі своїми запитами до неї. В той час, як шина PCI обмінюється інформацією з іншими пристроями, процесор працює з даними, що містяться в кеш-пам'яті.

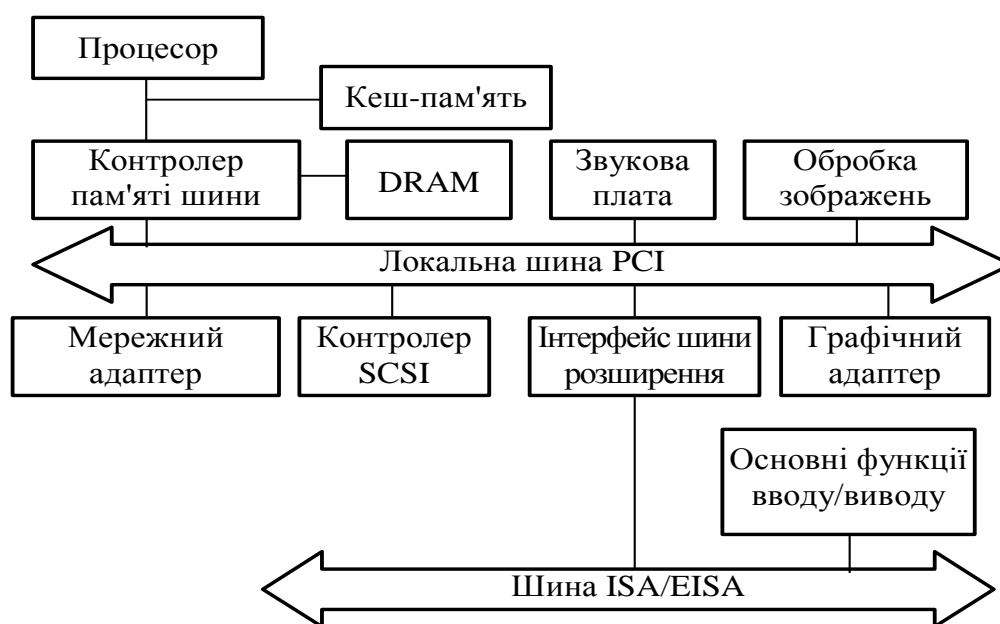


Рисунок 3 - Структурна схема підключення пристроїв до локальної шини PCI

Основним принципом, покладеним в основу локальної шини PCI, є застосування мостів (Bridges), які здійснюють зв'язок між шиною PCI та іншими шинами.

У шині PCI реалізовано принцип Bus Mastering, який відображає здатність зовнішнього пристрою під час передачі даних керувати шиною без участі

процесора. Пристрій, що підтримує Bus Mastering, захоплює шину і стає головним. За такого підходу процесор під час передачі даних звільняється для виконання інших задач. Щодо пристроїв IDE (стандарт для підключення жорстких дисків до шини ISA PC – сумісних комп'ютерів) Bus Mastering вимагає наявності відповідних схем на материнській платі, які дають змогу здійснювати передачу даних з жорсткого диска поза процесором. Це важливо під час використання багатозадачних операційних систем (Windows 95, 98, 2000, XP, NT та ін.).

Для підключення адаптерів шини PCI використовуються спеціальні роз'єми. Їх можна розпізнати по тому, що вони встановлюються окремо від звичайних роз'ємів шин ISA, MCA чи EISA. Плати PCI можуть бути такі самі за розміром, як і плати для звичайної шини вводу/виводу [22]. Шина PCI стала стандартом серед шин вводу/виводу.

**Шина SCSI.** Аббревіатура SCSI розшифровується, як Small Computer System Interface; це універсальний інтерфейс, використовуваний для підключення пристроїв різного типу до персонального комп'ютера і створений на основі стандарту SASI (Shugart Associates System Interface). Інтерфейс SCSI головним чином призначений для підключення високошвидкісних жорстких дисків до високопродуктивних ПК, таких, як робочі станції і мережні сервери. SCSI є не тільки дисковим, але і системним інтерфейсом, тобто дозволяє підключати пристрої самих різних типів, зокрема принтери і сканери. Шина підтримує в цілому від 7 до 15 пристроїв. Існують також багатоканальні адаптери, які забезпечують підтримку від 7 до 15 пристроїв на кожному каналі [13].

Один з пристроїв – основний (host) адаптер, виконує роль сполучної ланки між шиною SCSI і системною шиною персонального комп'ютера. Шина SCSI взаємодіє не з самими пристроями (наприклад, з жорсткими дисками), а з вбудованими в них контролерами.

Як уже згадувалося, шина SCSI може забезпечити роботу підключених до неї модулів, кожному з яких привласнюється ідентифікаційний номер – SCSI ID. Один з модулів є платою адаптера, встановленою в комп'ютері; останні сім – периферійними пристроями. До одного і того ж основного адаптера можна підключати жорсткі диски, накопичувачі на магнітній стрічці, CD ROM, сканери та інші пристрої (не більше 7 або 15). Оскільки в більшості комп'ютерів можна встановлювати до чотирьох основних адаптерів, а до кожної шини SCSI можна підключати до 15 периферійних пристроїв, то загальна кількість пристроїв може досягати 60! Більше того, існують також двоканальні адаптери, що дозволяють подвоїти це число.

Будучи "швидким" інтерфейсом, SCSI добре підходить для високопродуктивних робочих станцій, серверів або інших систем, яким життєво необхідний ефективний інтерфейс для пристроїв зберігання даних. Версія інтерфейсу Ultra4 (Ultra320) SCSI підтримує швидкість передачі даних до 320 Мбайт/с. Швидший

інтерфейс Ultra5 (Ultra640), дозволяє передавати дані із швидкістю 640 Мбайт/с. Порівняйте це з показниками 133 Мбайт/с (ATA 6) і 150 Мбайт/с нового інтерфейсу Serial ATA.

Інтерфейс SCSI прийнятий як стандарт і використовується практично у всіх високорівневих PC – сумісних комп'ютерах. Основний адаптер SCSI або встановлюється в один з роз'ємів, або вмонтовується на системній платі. Така конструкція на перший погляд нагадує інтерфейс IDE, оскільки диск SCSI підключається до системної плати за допомогою одного єдиного кабелю. Істотна різниця полягає в тому, що до SCSI можна підключити до семи пристроїв (причому не обов'язково жорстких дисків), а до IDE – два, і їх вибір дуже обмежений. Крім того, кількість пристроїв різного типу (крім жорстких дисків), які підтримуються інтерфейсом SCSI, значно більше. До пристроїв ATA зазвичай відносяться: жорсткий диск, накопичувач CD ROM ATA типу, накопичувач на магнітній стрічці, дисковод SuperDisk моделей LS 120 або LS 240, Zip дисковод і тому подібне Використання SCSI спрощує модернізацію систем, забезпечуючи підключення і нормальне функціонування практично будь-якого накопичувача SCSI, створеного стороннім виробником.

**Прискорений графічний порт (AGP)** призначений для підвищення ефективності роботи з відео- і тривимірною графікою. Він подібний до PCI, але має деякі доповнення і розширення. AGP не залежить від шини PCI ні логічно, ні електрично, ні фізично. Роз'єм AGP подібний до роз'єму PCI, але має контакти для додаткових сигналів і відповідно іншу розводку контактів. AGP – по суті високоефективне з'єднання, розроблене спеціально для відеоадаптера. В системі для одного адаптера допускається тільки один роз'єм AGP. Шина AGP працює на частоті 66 МГц, нею можна передавати дані зі швидкістю приблизно 533 Мбайт/с.

В табл. 1 наведено дані всіх режимів AGP [22].

Таблиця 1 - Параметри режимів роботи AGP

Режим AGP	Базова частота, МГц	Робоча частота, МГц	Швидкість передачі даних, Мбайт / с
1x	66	66	266
2x	66	133	533
4x	66	266	1066

У специфікації AGP 2.0 можливий режим 4-х, за якого дані передаються зі швидкістю 1066 Мбайт/с за рахунок 4-х передач за цикл.

Місце порту AGP як каналу передачі даних між відеокартою і RAM у структурі пристроїв комп'ютера показано на рис. 4.

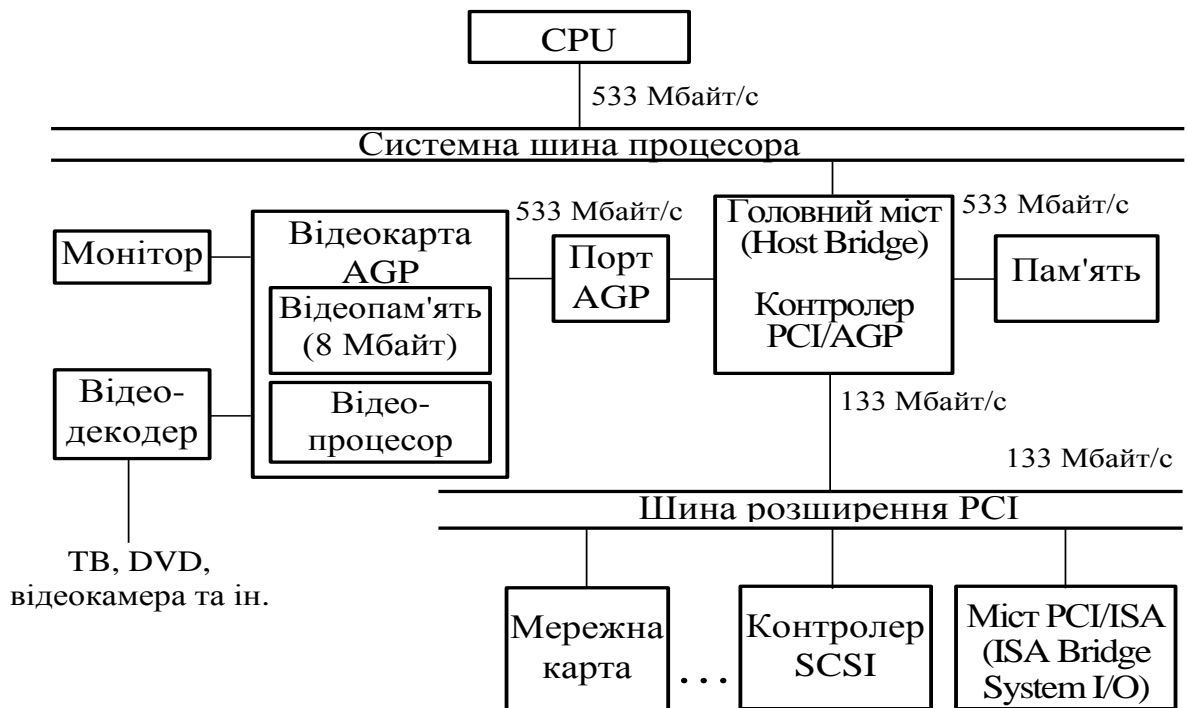


Рисунок 4 - Структура пристроїв комп'ютера з портом AGP

Під час використання відеоадаптера AGP шина PCI вивільняється для виконання традиційних функцій вводу/виводу (для контролерів IDE/ATA, SCSI чи USB, звукових плат та ін.). Крім підвищення ефективності роботи відеоадаптера порт AGP дає змогу отримати швидкий доступ безпосередньо до оперативної пам'яті.

Однією з головних особливостей стандарту AGP є здатність розподілити RAM між процесором і чипсетом відеокарти. Обробка тривимірних зображень виконується RAM центрального процесора і відеопроесором.

Механізм доступу відеокарти до пам'яті називають *безпосереднім виконанням у пам'яті DIME* (Direct Memory Execute).

Іншими характерними особливостями шини AGP є:

а) конвеєрна передача даних, яка полягає в тому, що цією шиною спочатку передається послідовність адрес, а потім – пакет даних. На шині PCI, на відміну від AGP, адреси з даними чергуються;

б) в AGP використовується режим *адресування бічною смугою* (Sideband addressing) за допомогою спеціальних сигналів SBA (Side Band Addressing).

**Системна шина.** З метою зниження вартості деякі ОМ мають загальну шину для пам'яті і пристроїв вводу/виводу. Така шина часто називається системною. Системна шина служить для фізичного і логічного об'єднання всіх пристроїв ОМ. Оскільки основні пристрої машини, як правило, розміщуються на загальній монтажній платі, системну шину часто називають об'єднувальною шиною (backplane bus), хоча ці терміни не можна вважати строго еквівалентними.

Системна шина може містити декілька сотень ліній. Сукупність ліній шини можна підрозділити на три функціональні групи: шину даних, шину адреси і шину управління [23]. До останньої зазвичай відносять також лінії для подачі напруги живлення на модулі, що підключаються до системної шини.

Функціонування системної шини можна описати таким чином. Якщо один з модулів хоче передати дані в інший, він повинен виконати дві дії: отримати в своє розпорядження шину і передати по ній дані. Якщо якийсь модуль хоче отримати дані від іншого модуля, він повинен отримати доступ до шини і за допомогою відповідних ліній управління і адреси передати в інший модуль запит. Далі він повинен чекати, поки модуль, що отримав запит, пошле дані.

Фізично системна шина є сукупністю паралельних електричних провідників. Цими провідниками служать металеві смужки на друкарській платі. Шина підводиться до всіх модулів, і кожен з них під'єднується до всіх або деяких її ліній. Якщо ОМ конструктивно виконана на декількох платах, то всі лінії шини виводяться на роз'єми, які потім об'єднуються провідниками на загальному шасі.

Серед стандартизованих системних шин універсальних ОМ найбільш відомі шини Unibus, Fastbus, Futurebus, VME, NuBus, Multibus-II. Персональні комп'ютери, як правило, будуються на основі системної шини в стандартах ISA, EISA або MCA.

**Шина ISA.** Протягом багатьох років шина ISA була стандартом у галузі PC – комп'ютерів. Вона є однією з перших у сімействі шин, але використовується до цього часу. Це зумовлено тим, що для багатьох пристроїв, зокрема миші, клавіатури, модемів, ручних сканерів та інших, швидкодія цієї шини більш ніж достатня. Свого часу, коли частота ISA перевищила 8 МГц, здійснювались спроби відділити шину ISA від шини процесора, яка була тоді основною. Раніше вони працювали на одній частоті. Згодом, щоб шини не розділяти, було розроблено розширений варіант шини ISA з новою назвою – VESA Local Bus (чи VL-Bus). Так відбувся поворот до архітектури локальних шин.

Фірма Intel сумісно з Microsoft розробила стратегію поступової відмови від шини ISA (згідно із специфікацією PC98 і PC99). За специфікації PC99 надалі в комп'ютері повинні використовуватись тільки дві шини – PCI і AGP. 16-розрядну шину ISA інколи називають AT BUS. Її слот складається з двох частин, одна з яких повністю відповідає слоту 8 – розрядної шини ISA, а на контакти другої частини виведено лінії для додаткових адрес вводу/виводу, переривань та каналів DMA (Direct Memory Access). Тому короткі 8-розрядні карти можна встановити в 16-розрядний слот. Додатковий слот має 36 контактів.

Передача байта даних шиною ISA відбувається так: на адресній шині виставляється адреса комірки RAM чи порту пристрою вводу/виводу, в який необхідно передати байт. Потім на шину даних виставляється байт даних, і



однією з ліній шини керування передається сигнал запису WR, який є стробом. Контроль запису не здійснюється, тому тактова частота шини ISA вибрана 8,33 МГц. Це зроблено для того, щоб навіть найповільніші пристрої встигали здійснювати обмін даними чи командами шиною.

Основним недоліком шини ISA є те, що вже у разі частоти процесорів i386 та i486 дані не можуть передаватися шиною з тією самою швидкістю, з якою їх обробляє процесор. Тому в очікуванні даних він вимушений простоювати. Це стало причиною появи нових стандартів.

**Шина MCA.** Шина MCA була розроблена фірмою IBM в 1987 році і встановлена в комп'ютерах класу PS/2. У ній було підвищено пропускну здатність до 20 Мб/с за рахунок збільшення тактової частоти до 10 МГц і розрядності до 32 біт. Відпала необхідність вручну конфігурувати зовнішні пристрої, встановлені в слоти розширення MCA. Але шина MCA не знайшла значного поширення. Причиною цього була повна її несумісність із шиною ISA і необхідність заміни материнської плати і карт розширення.

**Шина EISA** є подальшим вдосконаленням шини ISA. Вона була розроблена фірмами Epson, Hewlett–Packard, NEC, Compaq і Wyse і має такі переваги:

- повна сумісність слота EISA із слотом ISA, що дає можливість встановлювати карти ISA в слоті EISA, а це, в свою чергу, відкидає необхідність замінювати всі карти розширення;
- шина EISA є 32–розрядною, що дає можливість використання відповідних карт – мережних, графічних, жорсткого диска;
- шина EISA (як і MCA) є інтелектуальною, тобто конфігурація карт розширення виконується не апаратно за допомогою DIP – перемикача і джамперів, а програмно.

У слоті EISA “перший поверх” роз'єму залишається без змін стосовно шини ISA. Для недопущення електричного контакту роз'єму карт ISA з контактами “другого поверху” слота EISA встановлюється заглушка.

Шина EISA не отримала значного поширення через високу вартість і відсутність у достатній кількості карт розширення EISA та нижчу пропускну спроможність порівняно з локальною шиною VESA.

**Шина VESA** була розроблена для зв'язку процесора зі швидкодіючими периферійними пристроями. Вона є розширенням шини ISA для обміну відеоданими. Обмін інформацією з процесором здійснюється під керуванням контролерів, розташованих на картах, що встановлюються в слот VESA (VLB) в обхід стандартної шини вводу/виводу. Ця шина 32–розрядна і працює на тактовій частоті процесора, яка не повинна перевищувати 40 МГц, але вона працює і на частоті процесора 50 МГц, встановленого на материнській платі. На

ній є два слоти VLB, а також відповідні контролери VLB, у тому числі і для вінчестера.

Шина VESA широко застосовувалась для процесорів i486, але на сьогодні вона повністю витіснена продуктивнішою шиною PCI.

## **2 Послідовний, паралельний та інші інтерфейси вводу/виводу**

Основними засобами комунікації в сучасних ПК, є послідовні і паралельні порти.

**Послідовні порти** (вони ж комунікаційні або COM порти) спочатку використовувалися пристроями, яким була потрібна двонаправлена взаємодія з системою. Сюди відносяться модеми, миші, сканери, дигітайзери і будь-які інші пристрої, які "говорять" з ПК і отримують відповідну "відповідь". Нові послідовні порти дозволяють здійснювати високошвидкісну двонаправлену передачу даних.

Асинхронний послідовний інтерфейс – це основний тип інтерфейсу, за допомогою якого здійснюється взаємодія між комп'ютерами (рис. 5.2). Термін асинхронний означає, що під час передачі даних не використовуються ніякі синхронізуючі сигнали і окремі символи можуть передаватися з довільними інтервалами.

Кожному символу, що передається через послідовне з'єднання, повинен передувати стандартний стартовий сигнал, а завершувати його передачу повинен стоповий сигнал.

Стартовий сигнал – це нульовий біт, що називається стартовим бітом. Він повинен повідомити приймаючий пристрій про те, що наступні вісім біт є байт даних. Після символу передаються один або два стопових біта, таких, що сигналізують про закінчення передачі символу. У приймаючому пристрої символи розпізнаються по появі стартових і стопових сигналів.

Термін «послідовний» означає, що передача даних здійснюється по одиночному провідникові, а біти при цьому передаються послідовно, один за другим.

**Паралельний порт** використовується для підключення до комп'ютера принтера, звідси і пішла його назва – LPT (Line Printer Terminal – порт порядкового принтера). Традиційний, він же стандартний, *LPT-порт* (що називається ще *SSP-портом*) орієнтований на виведення даних, хоча з деякими обмеженнями дозволяє і вводити дані. Проте, незважаючи на таку вузьку спеціалізацію, паралельні порти почали застосовуватися як відносний швидкий інтерфейс передачі даних між пристроями.

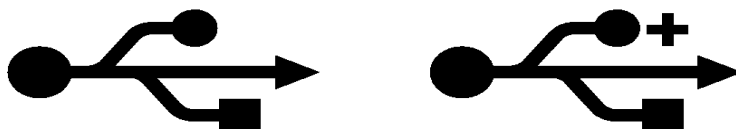
У паралельних портах для одночасної передачі байта інформації використовується вісім ліній. Цей інтерфейс відрізняється високою швидкістю, часто застосовується для підключення до комп'ютера принтера, а також для з'єднання комп'ютерів.

Істотним недоліком паралельного порту є те, що з'єднанні провідники не можуть бути дуже довгими. У разі великої довжини сполучного кабелю в нього доводиться вводити проміжні підсилювачі сигналів, оскільки інакше виникає багато перешкод.

В даний час для настільних і портативних комп'ютерів розроблено два високошвидкісні пристрої з послідовною шиною: USB і IEEE 1394, що називається також і.Link або FireWire. Ці високошвидкісні комунікаційні порти відрізняються від стандартних паралельних і послідовних портів, встановлених у більшості сучасних комп'ютерів, ширшими можливостями. Перевага нових портів полягає в тому, що їх можна використовувати як альтернативу SCSI для високошвидкісних з'єднань з периферійними пристроями, а також під'єднувати до них всі типи зовнішніх периферійних пристроїв.

**Периферійна шина USB** призначена для периферійних пристроїв поза корпусом PC. Швидкість обміну інформацією шиною USB – 12 Мбіт/с. Для підключення до комп'ютера всі периферійні пристрої повинні бути обладнані роз'ємами USB і підключатися до PC через окремий блок – USB-хаб чи концентратор, який знаходиться на материнській платі.

До комп'ютерів з шиною USB підключають клавіатуру, мишу, джойстик, принтер та інші периферійні пристрої, не вимикаючи живлення. У разі підключення кожного з них автоматично здійснюється його конфігурування. За його допомогою до комп'ютера можна підключити до 127 периферійних пристроїв. Кабелі, роз'єми, концентратори та периферійні пристрої, що підтримують USB, можна визначити по знаку, показаному на рис. 5. Зверніть увагу на символ плюс, доданий до другого знака – він означає стандарт USB 2.0 (високошвидкісний стандарт).



Підтримка USB 1.x

Підтримка USB 2.0 і 1.x

Рисунок 5 - Логотип пристроїв USB

Основним ініціатором розробки стандарту USB виступила фірма Intel. Починаючи з набору мікросхем системної логіки Triton II (82430HX), в якому стандарт USB був утілений в мікросхемі PIIX3 South Bridge, компанія Intel підтримує цей стандарт у всіх своїх наборах мікросхем системної логіки.

Спільно з Intel над створенням універсальної послідовної шини працювали ще сім компаній, серед яких Compaq, Digital, IBM, Microsoft, NEC і Northern Telecom. Ними був створений USB Implement Forum (USB IF), метою якого є розвиток, підтримка і розповсюдження архітектури USB.

Перша версія USB анонсована в січні 1996 року, а версія 1.1 - у вересні 1998 року. У цій специфікації детальніше описані концентратори та інші пристрої.

Більшість USB пристроїв повинні бути сумісні із специфікацією 1.1, навіть якщо вони випущені до її офіційної публікації. У специфікації USB 2.0, що з'явилася відносно недавно, швидкість передачі даних в 40 разів вища, ніж в оригінальній USB 1.0; крім того, забезпечується повна зворотна сумісність пристроїв.

**USB 3.0.** З упровадженням стандарту USB 3.0 універсальний інтерфейс стає швидкісним. Попередні версії USB (стандарту USB 1.1 і USB 2.0) забезпечували швидкість обміну від 12 Мбіт/с до 480 Мбіт/с, відповідно. Інтерфейс USB 2.0, представлений в 2000 році, був величезним кроком вперед у порівнянні з попередньою ревізією стандарту. Проте після 10 років периферійні пристрої, що підключаються до цієї шини, настільки розвинулися, що на сьогоднішній день її можливостей недостатньо.

Процес практичного впровадження третьої ревізії специфікацій шини USB в готові системи виявився непростим. Фінальна версія стандарту була прийнята в 2008 році, а підготовлений незабаром продукт з її використанням — материнська плата ASUS P6X58 — так і не дісталася до серійного виробництва. Час USB 3.0 прийшов лише в 2010 році, коли відразу два провідних розробники платформ — ASUS і Gigabyte — випустили в продаж цілу серію продуктів, що використовують додатковий контролер NEC PD720200.

USB 3.0 (SS Super Speed) — це радикальне оновлення стандарту. Стандарт Super Speed Universal Serial Bus передбачає повнодуплексний режим передачі даних з десятикратним (до 4,8 Гбіт/с) збільшенням швидкості передавання даних в порівнянні з USB 2.0. Теоретична межа USB 3.0 складає 5 Гбіт/с, що більше, ніж у eSATA на 3 Гбіт/с. Також поліпшено можливості енергозбереження та збережено зворотну сумісність з пристроями USB 2.0 і USB 1.1.

Таким чином, пікова продуктивність USB 3.0 — 5 Гбіт/с, а це означає, що файл розміром 25 Гбайт можна передати за 70 с (у USB 2.0 на те саме завдання витратиться 14 хв.). Тому USB 3.0 вважається ідеальним рішенням для значної кількості завдань, таких як копіювання великих зображень, відео або резервування даних на зовнішній носій.

Стандарт USB 3.0 пропонує оптимізоване енергетичне керування і повну сумісність з USB 2.0. Нові можливості з керування живленням зовнішніх пристроїв і рівнем спілкування з ними, дозволяють узгоджувати режим живлення комп'ютера з режимами роботи цих пристроїв.

У новому протоколі USB 3.0 існує поняття роутінгової інформації в пакетах (щоб не звертатися до всіх пристроїв через хаб). У USB 3.0 внесено зміни до протоколу опитування, завдяки чому контролер не стане "безперервно звертатися до підключеного пристрою в очікуванні передачі даних і витратити даремно енергію.

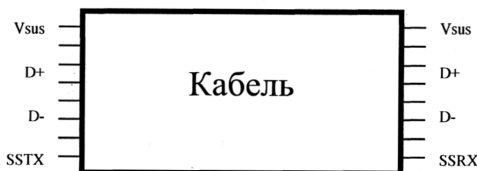
Натомість самі пристрої будуть посылати сигнал, коли ініційовано операцію передачі.

Новий стандарт розроблявся для пристроїв категорії «sync-and-go», тобто для мобільних телефонів, плеєрів і зовнішніх накопичувачів. Серед перших продуктів з його підтримкою — зовнішні накопичувачі, для яких існуючий інтерфейс вже накладає ряд обмежень. Крім того, USB 3.0 може використовуватися для трансляції HD-відео.

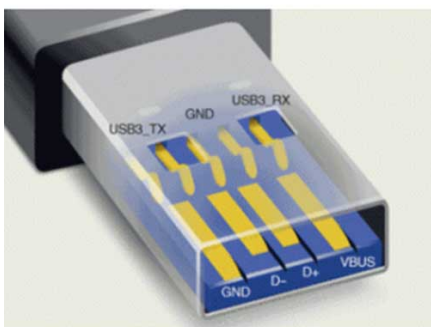
Радикально покращена робота з дрібними файлами. Super Speed передбачає можливість передачі даних декількома потоками через одне з'єднання. Тепер всі операції проводяться в рамках потоку всередині вже існуючого з'єднання і не вимагають великих накладних витрат.

У другій версії USB в ході однієї операції дані передаються тільки в одну сторону. Шина Super Speed, на відміну від USB 2.0, є повнодуплексною, тому контролер може одночасно і приймати, і передавати дані без втрат продуктивності. Існуючі зараз контролери містять два хости, тому можлива одночасна робота з двома пристроями в такому режимі. Для підтримки повного дуплексу введені дві додаткові пари проводів і обов'язкове екранування кабелю.

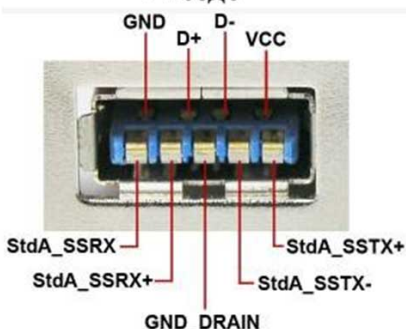
Кабель USB 2.0 містить в собі чотири лінії — пару для прийому-передачі даних, плюс і нуль живлення. На додаток до них USB 3.0, рис. 6, додає п'ять нових ліній, проте нові контакти розташовано паралельно по відношенню до старих на іншому контактному ряду. Можна з легкістю визначити приналежність кабелю до тієї або іншої версії стандарту, просто поглянувши на його роз'єм.



**Штекер**



**Гнездо**



Значним розширенням функціональності можна вважати збільшення допустимого електричного навантаження на порт. Тепер пристрій може споживати до 900 мА (500 мА у USB 2.0), що позбавить від необхідності додаткового підключення живлення до портативних жорстких дисків і оптичних приводів. Відтепер користувач може не лише жити від одного хаба набагато більшу кількість пристроїв, але й саме апаратне забезпечення позбудеться від окремих блоків живлення. Також знижено мінімальне значення напруги живлення приєднаного пристрою з 4,4 В до 4 В.

Super Speed USB — великий крок вперед у розвитку найбільш популярного універсального інтерфейсу. Нова ревізія усуває всі недоліки USB 2.0 і має значний запас пропускної здатності. Але, мабуть, єдиними пристроями, які теоретично можуть завантажити цю шину повністю, є SSD (але вони можуть перейти на SATA 6 Gbit/s) і типові зовнішні накопичувачі на базі REID-масивів HDD.

**Шина Fire Wire (IEEE 1394)** це стандарт високошвидкісної локальної послідовної шини, розроблений фірмами Apple та Texas Instruments, який є частиною стандарту SCSI-3. Шина IEEE 1394 призначена для обміну цифровою інформацією між шиною розширення PCI та іншими пристроями, зокрема жорсткими дисками, пристроями обробки аудіо- і відеоінформації та ін. Вона також ідеально підходить для роботи мультимедійних додатків у реальному часі.

Шина IEEE 1394 передає дані зі швидкістю 12,5; 25; 50; 100 та 200 Мбайт/с, а під час роботи з окремими файлами – до 1 Гбіт/с. Паquetний режим передачі інформації забезпечує її високу швидкість. Для передачі інформації використовується простий 6-провідний кабель. Дві різні пари ліній кабелю призначені для передачі тактових імпульсів та інформації, а дві лінії є лініями живлення. Шина повністю підтримує технологію Plug and Play, в тому числі забезпечує можливість “гарячого” підключення – встановлення і вилучення компонентів без вимкнення живлення комп’ютера.

Шина побудована за розгалуженою топологією і дає можливість використовувати до 63 вузлів у ланцюжку. До кожного вузла, в свою чергу, можна під’єднати до 16 пристроїв. Додаткове підключення 1023 шинних перемичок дає змогу під’єднати понад 64 000 вузлів. Для передачі сигналів без перекручень довжина стандартного кабелю, який з’єднує два вузли, не повинна перевищувати 4,5м. До шини IEEE 1394 можна під’єднувати практично всі пристрої, здатні працювати з SCSI. До них належать накопичувачі на жорстких і оптичних дисках, CD – ROM, DVD – диски, цифрові відеокамери, пристрої запису на магнітну стрічку та інші високошвидкісні периферійні пристрої. Адаптери IEEE 1394 випускаються для шини PCI.

Починаючи з Windows 98, у наступних версіях Windows додаються драйвери для портів IEEE 1394. Фірма Intel згідно із специфікацією PC98 і PC99 планує повністю замінити шину ISA шиною USB для підключення низько-швидкісних периферійних пристроїв вводу/виводу і шиною IEEE 1394 для підключення пристроїв зберігання інформації CD-ROM, HDD та інших, а також введення відеоданих.