

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кавун С. В.
Сорбат І. В.

АРХІТЕКТУРА КОМП'ЮТЕРІВ.
ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ
КОМП'ЮТЕРІВ В ІС

Навчальний посібник

Харків. Вид. ХНЕУ, 2010

УДК 004.2(075.8)

ББК 32.973я73

К12

Рецензенти: докт. техн. наук, професор, директор ДП "Харківський орган із сертифікації залізничного транспорту" Міністерства транспорту і зв'язку України" *Тимофєєва Л. А.*; докт. техн. наук, професор, зав. кафедри автоматизації й комп'ютерних технологій Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка *Фурман І. О.*

Рекомендовано до видання рішенням вченої ради Харківського національного економічного університету.

Протокол № 4 від 01.02.2010 р.

Кавун С. В.

К12 Архітектура комп'ютерів. Особливості використання комп'ютерів в ІС : навчальний посібник / С. В. Кавун, І. В. Сорбат. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2010. – 256 с. (Укр. мов.)

Подано теоретичний і практичний матеріал із сучасних проблем архітектури комп'ютерів. Наведено методичні, наукові та практичні рішення з підвищення рівня знань студентів щодо використання й визначення конфігурації комп'ютерів.

Рекомендовано для студентів, аспірантів і науковців в економічній, технічній і виробничій сферах, а також для фахівців з архітектури побудови ПК, які спеціалізуються в галузі використання й упровадження інформаційних технологій у різних сферах діяльності.

ISBN

УДК 004.2(075.8)

ББК 32.973я73

© Харківський національний економічний університет, 2010

© Кавун С. В.
Сорбат І. В.
2010

Вступ

Розглянуті основні загальні питання побудови апаратної частини сучасних комп'ютерів різних класів. Приділена увага архітектурним рішенням, які прийняті при побудові як універсальних комп'ютерів, так і супер-ЕОМ, зокрема персональних комп'ютерів.

У першому пункті викладені основні принципи організації вводу-виводу, за якими будуються обчислювальні машини, поняття їхньої архітектури і розглянуті основні питання подання даних, а також кодування команд. У наступних пунктах викладені особливості використання сучасних типів ЕОМ – архітектурні особливості комп'ютерів різних типів, архітектура системного блоку ПК, також наведені базові принципи усунення помилок та обслуговування комп'ютерів. При цьому основна увага приділяється архітектурним рішенням, що використовуються при побудові сучасних засобів обчислювальної техніки. Показана еволюція розвитку і приводиться порівняльний аналіз різноманітних архітектурних рішень, за якими вони побудовані.

Навчальний посібник призначений для студентів, які навчаються різноманітним спеціальностям та починають вивчення апаратних засобів ПК, а також може бути використаний для вивчення лекційного курсу з дисциплін "Архітектура комп'ютерів", "Комп'ютерна схемотехніка", "Основи комп'ютерної грамоти". Засвоєння матеріалу навчально-практичного посібника не вимагає спеціальних знань в області обчислювальної техніки.

Вивчення навчальної дисципліни "Архітектура комп'ютерів" дозволяє студентам оволодіти знаннями та вміннями, які утворюють теоретичний і практичний фундамент, необхідний для побудови й аналізу комп'ютерних систем і технологій у галузі оброблення інформації в автоматизованих інформаційних системах із застосуванням різноманітних режимів роботи комп'ютерів, і здійснюється на другому та третьому курсі.

Метою навчальної дисципліни є навчання студентів принципам організації та забезпечення функціонування комп'ютерів і систем, розглядаючи їх як комплекс технічних, інформаційних та програмних засобів, що призначені для вирішення широкого кола завдань за забезпечення вирішення інформаційних процесів; формування необхідних

теоретичних знань та практичних навичок у галузі побудови й функціонування комп'ютерів і систем, комп'ютерних технологій та можливостей їх використання.

Предмет навчальної дисципліни – вивчення арифметичних, логічних, інформаційних та архітектурних основ побудови комп'ютерів і комп'ютерних систем різних рівнів, призначення та принципів дії основних модулів і їх взаємозв'язку.

Методична основа даної навчальної дисципліни – методи аналізу, моделювання й синтезу інформаційних процесів, які базуються на математичному апараті теорії графів, теорії ймовірності та математичної статистики.

Спосіб досягнення зазначеної мети полягає у використанні в навчально-виховному процесі системи педагогічних заходів і дій, що засновані на реалізації під час занять загальнодидактичних принципів інформаційно-рецептивного, репродуктивного та проблемного методів навчання.

Основними компетенціями у процесі вивчення навчальної дисципліни є: вміння аналізувати основоположні принципи побудови та функціонування архітектури комп'ютерів, здібність створення конфігурації архітектури комп'ютерних систем, здібність визначати функціональні можливості елементів і складових частин комп'ютерів; здібність підготовки до подальшого поглибленого вивчення спеціальних дисциплін; вміння самостійного вивчення різних архітектур комп'ютерів та проведення їх порівняльного аналізу при створенні ефективної інформаційної системи.

Дане видання є складовою частиною навчальної дисципліни "Архітектура комп'ютерів".

Для управління у сфері використання обчислювальні машини складають технічну основу автоматизованої системи управління виробничими циклами, що вирішує широке коло завдань управління, як в умовах повсякденної діяльності, так і при використанні за спеціальним призначенням.

1. Особливості застосування комп'ютерів в ІС

1.1. Організація вводу-виводу в комп'ютерах

1.1.1. Призначення та інтерфейси системи вводу-виводу комп'ютерів

Під час роботи обчислювальна машина повинна мати можливість одержувати вхідну і видавати вихідну інформацію, а також за безпечувати зберігання великих обсягів інформації. З цією метою до складу ЕОМ окрім пристроїв ядра, до яких відносяться процесор і оперативна пам'ять, включається велика кількість периферійних пристроїв.

Периферійні пристрої (ПП) за своїм призначенням можна поділити на три групи.

До першої групи відносяться пристрої вводу, що забезпечують перетворення вхідної інформації із вхідної форми подання у форми і формати, що прийняті в ЕОМ. Прикладами таких ПП є: пристрої вводу з перфоновісних (перфокарт, перфострічок), вхідна інформація для яких подається отворами на папері; клавіатура або друкарська машинка, де введення інформації здійснюється механічним натиском на клавіші; сканери, що забезпечують зчитування графічної інформації. Як периферійні пристрої вводу можуть використовуватися також різноманітні датчики і перетворювачі інформації, що забезпечують введення інформації від об'єктів управління у тому випадку, коли ЕОМ включена до складу АСУ цими об'єктами.

До другої групи відносять пристрої виводу, призначення яких забезпечити перетворення інформації з машинної форми подання у форму, зручну для сприймання людиною або технічним пристроєм, підключеним до ЕОМ. До таких ПП відносяться друкуючі пристрої різноманітних типів, графопобудовувачі, дисплеї, пристрої відтворення звуку та ін.

До третьої групи включаються зовнішні запам'ятовуючі пристрої, що забезпечують тривале зберігання великих обсягів інформації. В першу чергу до них відносяться нагромаджувачі на гнучких і жорстких магнітних дисках, нагромаджувачі на магнітних стрічках (стрімери), нагромаджувачі на оптичних дисках.

Треба відзначити, що деякі ПП виконують функції пристроїв декількох груп. Так, нагромаджувачі на гнучких магнітних і оптичних дисках разом із зберіганням інформації виконують функцію введення інформації у ЕОМ. Також модеми, що забезпечують сполучення каналу зв'язку з ЕОМ в обчислювальній мережі, здійснюють як введення, так і виведення інформації з ЕОМ.

Передача інформації з периферійного пристрою у ядро ЕОМ називається операцією вводу, а передача інформації з ядра ЕОМ у ПП – операцією виводу.

Продуктивність і ефективність ЕОМ у цілому визначається не тільки можливостями її процесора та характеристиками оперативної пам'яті, але й її складом ПП, їхніми технічними даними та способом організації їхньої спільної роботи з ядром ЕОМ. При цьому слід ураховувати, що більшість ПП порівняно з процесором є повільнодіюніми пристроями, бо мають у своєму складі механічні вузли, що працюють значно повільніше електронних схем.

Для організації ефективної спільної роботи ядра і периферійних пристроїв до складу обчислювальної машини входить спеціальна система вводу-виводу. Ця система більшою або меншою мірою залежно від моделі ЕОМ, є автономною відносно процесора і становить набір апаратно-програмних засобів. Вона забезпечує обмін інформацією між ПП і ядром ЕОМ, а точніше оперативною пам'яттю, і здійснює управління операціями вводу та виводу.

Основними задачами системи вводу-виводу є:

- реалізація машин із змінним складом периферійного обладнання (із змінною конфігурацією), з тим, щоб користувач міг вибирати склад обладнання залежно від своїх задач і можливостей, легко доповнювати машину новими пристроями;

- забезпечення паралельної роботи процесора при виконанні поточної програми і периферійних пристроїв при виконанні операцій вводу-виводу, що дозволяє значно підвищити ефективність виконання операцій вводу-виводу ЕОМ і її загальну продуктивність;

- стандартизація програмування операцій вводу-виводу незалежно від типу периферійного пристрою, що виконує цю операцію. Це значно полегшує і дозволяє автоматизувати працю програміста, бо відпадає необхідність враховувати специфіку роботи ПП;

– забезпечення автоматичного розпізнавання і реакції ядра ЕОМ на різноманітність ситуацій, що виникають в ПП, наприклад, готовність пристрою, відсутність носія, несправність та ін.

Для рішення цих задач система вводу-виводу сучасних ЕОМ будується з використанням таких принципів.

Модульність. Припускає побудову пристроїв обчислювальної техніки, і в першу чергу периферійних пристроїв, у вигляді конструктивно і функціонально закінчених агрегатів, які можуть порівняно просто об'єднуватися за кількістю і номенклатурою в обчислювальну машину. Приєднання нових пристроїв до обчислювальної машини при використанні такого принципу не вимагає жодних змін в ній, окрім завантаження додаткового програмного забезпечення у вигляді драйвера підключеного пристрою.

Уніфікація форматів даних. За її допомогою виконується обмін між ПП і ядром ЕОМ незалежно від типу конкретного ПП. Уніфікації підлягають також і службові повідомлення, з допомогою яких ПП повідомляє ядру ЕОМ про свій стан. Перетворення форматів даних, що уніфікувалися в специфічні для даного ПП формати, виконується самими ПП, а точніше їхніми блоками управління, що називаються також контролерами.

Уніфікація інтерфейсів, тобто уніфікація за складом і призначенням набору ліній і шин, схем підключення, сигналів та алгоритмів (протоколів) управління обміном інформацією між ПП і ядром ЕОМ.

Уніфікація формату і набору команд процесора для операцій вводу-виводу, які не залежать від типу ПП. Операція вводу-виводу з будь-яким ПП є для процесора просто операцією передачі даних незалежно від особливостей принципу дії даного ПП.

Багато функцій управління вводом-виводом є загальними, вони не залежать від типу ПП і покладаються на уніфіковані пристрої системи вводу-виводу. Для великих універсальних ЕОМ такими пристроями є спеціалізовані процесори вводу-виводу, що називаються каналами вводу-виводу. В малих ЕОМ і персональних комп'ютерах загальні функції управління вводом-виводом покладаються на контролери прямого доступу до пам'яті.

Специфічні функції управління периферійними пристроями, що залежать від типу ПП і не піддаються уніфікації, покладаються на спеціалізовані для даного типу ПП електронні блоки управління. Ці блоки

називаються контролерами або адаптерами і конструктивно можуть міститися як у самих ПП, так і поза цими пристроями. В останньому випадку, як правило, один контролер може керувати роботою декількох однотипних ПП.

З погляду на принципи модульності пристроїв ЕОМ і уніфікації способів їхнього фізичного та логічного сполучення між собою велике значення має поняття інтерфейсу, бо саме з ним пов'язана реалізація цих принципів.

За визначенням під інтерфейсом розуміють сукупність ліній, шин, сигналів, електронних схем і алгоритмів (протоколів), призначену для обміну інформацією між пристроями.

З даного визначення витікає, що у поняття інтерфейсу включаються апаратні засоби, програмні засоби, що реалізують алгоритм його роботи і набір стандартів, який забезпечує універсальність його використання для обміну інформацією між пристроями ЕОМ одного рівня, але різного призначення і принципу дії. Слід відзначити, що конструктивно інтерфейс є розподіленим об'єктом, бо його апаратні засоби включені до складу пристроїв, що з'єднуються, і окремо від них існують тільки засоби електричного сполучення (кабелі, шлейфи, роз'єми).

Усі інтерфейси, що використовуються в ЕОМ певного класу, стандартизовані. Кожний пристрій ЕОМ у відповідності зі своїм призначенням повинен забезпечувати підтримку одного стандарту інтерфейсу. Інакше він не може бути включений до складу машини. Саме жорстка стандартизація інтерфейсів дозволяє об'єднувати в єдину ЕОМ пристрої, що виготовлені різними виробниками в різних країнах.

Характеристики інтерфейсів визначають максимальну швидкодію системи вводу-виводу і значно впливають на продуктивність обчислювальної машини в цілому. Основними характеристиками інтерфейсів є:

– пропускна спроможність або швидкість обміну даними. Визначає максимальну кількість інформації, що передається через інтерфейс за одиницю часу. Вимірюється кількістю бітів або байтів, що передаються за секунду, наприклад, Кбіт/с, Кбайт/с, Мбайт/с та ін. Треба відзначити, що пропускна спроможність інтерфейсу визначає тільки максимально досяжну швидкість передачі даних, а реальна швидкість визначається швидкодією найбільш повільного із пристроїв, що з'єднуються;

– інформаційна ширина. Визначає кількість двійкових символів у бітах або байтах, що передаються через інтерфейс паралельним кодом;

– максимальна частота передачі інформаційних сигналів, що є показником, аналогічним швидкості передачі даних;

– час передачі одного блока інформації певної довжини, наприклад, слова, кластера, сторінки та ін., є динамічним показником інтерфейсу і розраховується з урахуванням тривалості процедур підготовки і завершення передачі;

– загальне число проводів (ліній) в інтерфейсі. При цьому всі лінії інтерфейсу об'єднані у три групи. Перша група називається інформаційною шиною і об'єднує інформаційні лінії, що призначені для передачі інформаційних символів паралельного коду даних. Друга група складає адресну шину, її лінії призначені для передачі адреси комірки ОП, у якій виконується обмін даними. Кількість ліній у шині адреси визначає максимальний обсяг ОП, з якої може вести обмін даними інтерфейс. У деяких типах інтерфейсів передбачене використання одних і тих же ліній як для передачі даних, так і для передачі адресного коду. В цьому випадку передача даних і адреси розподіляється за часом, тобто виконується їхнє мультиплексування. Такий інтерфейс називається мультишиною. Третя група об'єднує лінії управління як самим інтерфейсом, так і пристроями, що підключені до нього.

Склад і стандарти інтерфейсів, що використовуються в ЕОМ, залежать від типу та призначення ЕОМ, її архітектури. Як правило, в будь-якій машині застосовується багаторівнева система інтерфейсів. Ніж ближче до процесора знаходиться інтерфейс, тим вище швидкість передачі інформації через нього і більш його ширина. Це пояснюється необхідністю погодження, по-перше, швидкості передачі даних між пристроями з їхньою швидкодією і, по-друге, формату даних, що передаються, з внутрішнім форматом пристроїв.

На верхньому рівні ЕОМ використовуються найбільш швидкодіючі інтерфейси з великою інформаційною шириною. Так, інтерфейс основної пам'яті має ширину, яка дорівнює ширині вибірки оперативної пам'яті, тобто 16 байтів і швидкодію не нижчу, ніж часу звернення до ОП.

Інтерфейс "процесор-канали" служить для обміну управляючою інформацією між відповідними пристроями і не вимагає великої пропускної спроможності.

Інтерфейси вводу-виводу забезпечують обмін інформацією між каналами і периферійними пристроями. Інформаційна ширина цих інтерфейсів повинна бути погоджена з форматом даних, що використовують ПП для подання інформації на своїх інформаційних входах (виходах), і

має довжину один байт. Для збільшення швидкості передачі інформації ширина цього інтерфейсу приймається рівною двом байтам. Для того, щоб не допустити втрати інформації на виході периферійних пристроїв, пропускна спроможність цього типу інтерфейсів повинна бути не нижче швидкодії найбільш швидкісних ПП. Виходячи з цього, швидкість обміну інформацією для цього типу інтерфейсів складає як правило від 5 до 100 Мбайт/с залежно від типу каналу вводу-виводу, що обслуговує інтерфейс. Інтерфейси вводу-виводу є найбільш стандартизованими і уніфікованими внаслідок того, що номенклатура периферійних пристроїв дуже велика, а їхній склад визначається потребами конкретного користувача.

"Малі" інтерфейси використовуються для зв'язку пристроїв управління – контролерів периферійних пристроїв (КПП) з конкретними ПП. Контролери ПП, як правило, є груповими, тобто забезпечують управління відразу кількома однотипними ПП. Ці інтерфейси повинні враховувати специфіку та характеристики конкретних периферійних пристроїв. Тому вони стандартизуються в середині свого класу периферійних пристроїв. Таких стандартів достатньо багато навіть усередині одного класу ПП.

Архітектура мікро- та міні-ЕОМ з метою спрощення і зменшення вартості апаратних засобів використовує в своїй основі принцип загальної шини, коли усі пристрої з'єднуються один з одним через єдиний інтерфейс. Структура ЕОМ на основі загальної шини зображена на рис. 1.1.

При такій організації міжмодульних сполучень частина пристроїв підключається до загальної шини безпосередньо, частина – через індивідуальні або групові контролери (КПП), інша частина – через контролер прямого доступу до пам'яті (контролер ПДП). Задачею загальної шини є забезпечення зв'язку, по-перше, між оперативною пам'яттю та процесором і, по-друге, між оперативною пам'яттю та одним із периферійних пристроїв.

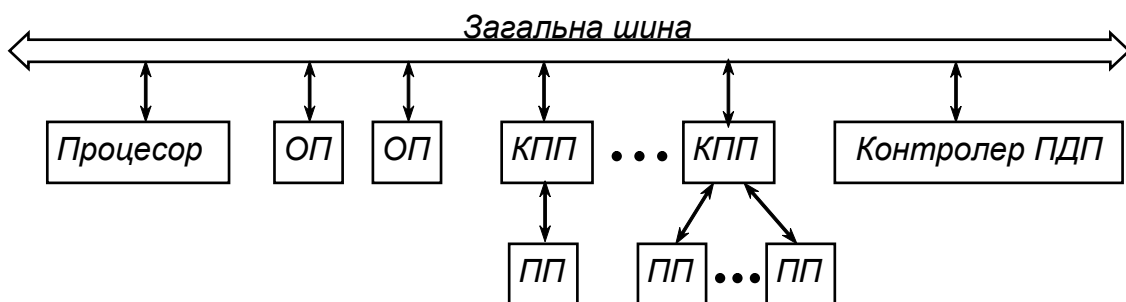


Рис. 1.1. Структура ЕОМ на основі загальної шини

У такій структурі єдиним пристроєм, який виконує загальні функції управління шиною і має засоби адресації ОП, є процесор. Тому усі ПП, що підключені до загальної шини через свої пристрої управління (адаптери), ведуть обмін інформацією тільки через процесор. У цьому випадку процесор на час обміну даними між ОП і ПП повинен переривати виконання поточної задачі, що значно знижує продуктивність комп'ютера в цілому. Для усунення цього недоліку до складу комп'ютера вводиться контролер прямого доступу до пам'яті. Цей пристрій як і канал вводу-виводу у великих машинах призначений для управління обміном даними між ПП і ОП. З цією метою він має свої засоби адресації пам'яті.

Використання контролера ПДП дозволяє визволити процесор від управління обміном даними між ПП і ОП, а отже, підвищити загальну продуктивність комп'ютера. До контролера ПДП підключаються, як правило, швидкодіючі ПП, для яких характерний обмін даними з ОП достатньо великими блоками розміром в декілька Кбайт.

Характеристики інтерфейсів міні- і мікро-ЕОМ повинні погоджуватися з характеристиками і конструктивними особливостями в першу чергу процесорів і, по-друге, периферійних пристроїв. Оскільки як процесори таких машин використовуються мікропроцесори, що мають обмеження на число інформаційних і адресних виводів, то інформаційна ширина загальної шини має розмір один або два байти. Пропускна спроможність такого інтерфейса, як і раніше, повинна бути не нижче швидкодії найбільш продуктивного пристрою. Таким пристроєм у комп'ютері є процесор.

Використання єдиного інтерфейса дозволяє створювати у великій кількості достатньо прості та дешеві обчислювальні машини. Однак масовість виготовлення таких комп'ютерів і велика кількість виробників їхніх складових пристроїв вимагають жорсткої стандартизації інтерфейсів, яку використовують як загальну шину.

З розвитком мікропроцесорної техніки та створенням на її базі достатньо потужних персональних комп'ютерів стали все очевидніше виявлятися недоліки архітектури з загальною шиною. Основним з цих недоліків є те, що одночасно в системі може виконуватися обмін тільки між парою пристроїв, для інших пристроїв інтерфейс виявляється зайнятим. Другий недолік витікає із значного підвищення технологічних і технічних характеристик мікропроцесорів.

Сучасні мікропроцесори мають швидкодію на декілька порядків вищу, ніж швидкодія інших пристроїв, що за своїм принципом дії не

можуть досягти такої швидкодії. Цього і не вимагається, бо периферійні пристрої повинні бути доступними за вартістю масовому користувачеві і швидкодія не є їхнім визначальним показником. Кількість інформаційних виводів мікропроцесора досягає 64. В той же час периферійні пристрої забезпечують обмін даними з шириною вибірки 1-2 байти.

У зв'язку з вищезгаданим, в архітектурі ПК разом з інтерфейсом – загальною шиною, яка отримала назву системної шини, використовуються локальні шини. Структура інтерфейсів ПК зображена на рис.1.2.

На верхньому рівні знаходяться два локальних інтерфейси: шина процесора і шина оперативної пам'яті. Це найбільш швидкодіючі і широкі інтерфейси, що призначені для підключення до системи процесора і модулів оперативної пам'яті. Швидкісні характеристики цих інтерфейсів визначаються тактовою частотою процесора і повинні забезпечувати необхідну швидкість обміну даними між процесором і пам'яттю. Інформаційна ширина шин процесора і пам'яті визначаються кількістю інформаційних виводів мікропроцесора і модулів ОП, що використовуються. В сучасних ПК вона складає 32 або 64 біти.

Шина процесора і шина пам'яті можуть з'єднуватися між собою двома способами: через системну шину або через спеціальний формувач, що сполучає сигнали цих шин. Другий варіант, що наведений на рис. 1.2, є більш прийнятним, бо забезпечує більшу швидкість обміну даними між процесором і ОП. В першому випадку швидкість обміну буде обмежуватися пропускною спроможністю системної шини.

Безпосередньо через локальну шину процесора до нього підключена кеш-пам'ять. Для підвищення швидкодії деяких периферійних пристроїв, наприклад, магнітних нагромаджувачів вінчестерського типу і відеосистем, а тому і швидкості обміну інформацією між ними та ОП, ці периферійні пристрої також стали підключати не до системної, а до локальної шини процесора.

Таким чином, при удосконаленні компонентів ПК і зростанні вимог до його продуктивності, поширювалися функції і зростали вимоги до характеристик локальної шини процесора. Інформаційна ширина цього інтерфейсу складає 32 або 64 біти. В більшості сучасних ПК як локальна шина процесора використовується інтерфейс стандарту PCI (Peripheral Component Interconnect). Пропускна спроможність цього інтерфейсу складає 132 Мбайт/с при інформаційній ширині 32 біти і 264 Мбайт/с при інформаційній ширині 64 біти.

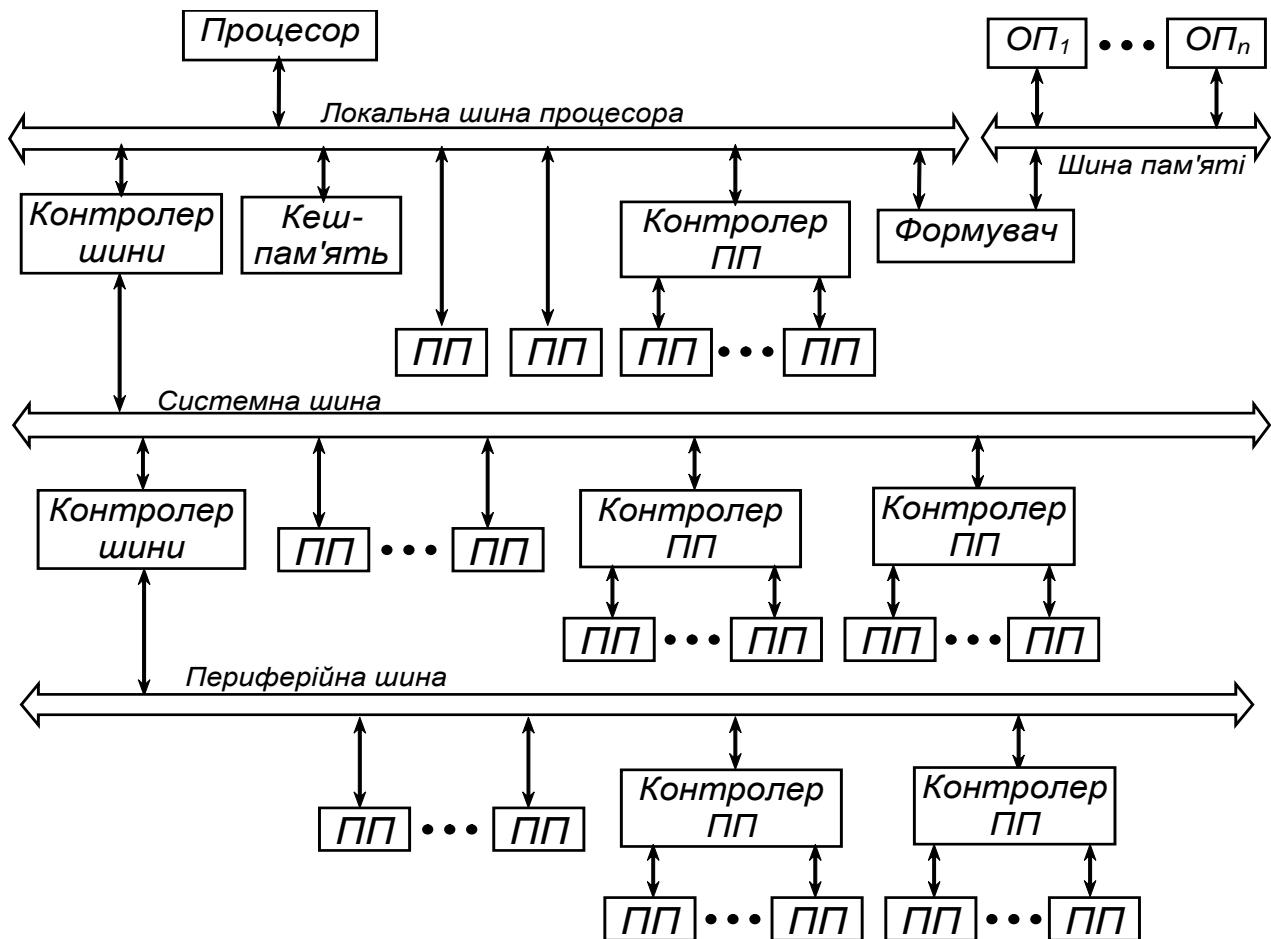


Рис. 1.2. Структура інтерфейсів ПК

Системна шина виконує в ПК роль загальної шини і призначена для обміну даними між ядром ПК та різноманітними ПП. Технічні вимоги до цього інтерфейсу є жорстко стандартизованими, бо він забезпечує підключення великого числа ПП різних виробників і різних принципів дії.

Як системна шина використовується, як правило, інтерфейс стандарту ISA і його більш пізня модифікація EISA. Менше розповсюдження отримали стандарти MC і PCMCIA. Інтерфейс ISA має інформаційну ширину 16 бітів і 24-розрядну шину адреси. Для підвищення швидкості обміну даними і розширення області адресованої пам'яті інтерфейс EISA має інформаційну ширину 32 біти і 32-розрядну шину адреси. Швидкість обміну даними в цьому інтерфейсі складає 33 Мбайт/с. Шина EISA підтримує роботу з 8-, 16- і 32-розрядними периферійними пристроями. Адресований простір цієї шини складає 4 Гбайти.

Для підключення внутрішньої периферії в ПК використовується 8-розрядна периферійна шина, до якої підключаються системні годин-

ники та календар, таймер, контролери переривань і прямого доступу до пам'яті та ін.

Усі інтерфейси ПК з'єднуються між собою за допомогою спеціальних контролерів шин, що забезпечують перетворення сигналів управління, слів адреси та даних з формату одного інтерфейсу в інший, здійснюють буферизацію даних для погодження швидкості обміну між шинами та пристроями.

Наведена система інтерфейсів ПК робить архітектуру цього типу обчислювальних машин найбільш відкритою з погляду зміни конфігурації і підключення нових пристроїв.

Питання організації вводу-виводу в обчислювальній системі іноді виявляються поза увагою споживачів. Це привело до того, що при оцінці продуктивності системи часто використовуються тільки оцінки продуктивності процесора, а оцінкою системи вводу-виводу нехтують. Таке відношення до систем вводу-виводу, як до деяких не дуже важливих понять, витікає також з терміна "периферія", який застосовується до пристроїв вводу-виводу.

Однак це суперечить здоровому глузду. Комп'ютер без пристроїв вводу-виводу – як автомобіль без коліс – на такому автомобілі далеко не поїдеш. Очевидно однією з найбільш правильних оцінок продуктивності системи є час відповіді (час між моментом введення користувачем завдання і отримання ним результату), який враховує всі накладні витрати, пов'язані з виконанням завдання в системі, включаючи ввід-вивід.

Крім того, важливість системи вводу-виводу визначається ще і тим, що швидке збільшення продуктивності процесорів настільки змінило принципи класифікації комп'ютерів, що саме по організації вводу-виводу можна якось грубо їх відрізнити: різниця між мейнфреймом і міні-комп'ютером полягає в тому, що мейнфрейм може підтримувати багато більш терміналів і дисків; різниця між мінікомп'ютером і робочою станцією полягає в тому, що робоча станція має екран, клавіатуру і мишу; різниця між файлом-сервером і робочою станцією полягає в тому, що файл-сервер має диски і стрічкові пристрої, а екран, клавіатура і миша відсутні; різниця між робочою станцією і персональним комп'ютером полягає лише в тому, що робочі станції завжди сполучені один з одним за допомогою локальної мережі.

Вже зараз можна спостерігати, що в комп'ютерах різного цінового класу від робочих станцій до суперкомп'ютерів (суперсерверів) вико-

ристовується один і той же тип мікропроцесора. Відмінності у вартості і продуктивності визначаються практично тільки організацією систем пам'яті і вводу-виводу (а також кількістю процесорів).

Як вже зазначалося, продуктивність процесорів зростає з швидкістю 50-100 % в рік. Якщо одночасно не поліпшувалися б характеристики систем вводу-виводу, то, очевидно, розробка нових систем зайшла б в глухий кут. Важливість оцінки роботи систем вводу-виводу була усвідомлена багатьма користувачами комп'ютерів. Були розроблені спеціальні тестові програми, що дозволяють оцінити ефективність систем вводу-виводу. Зокрема, такі тести застосовуються для оцінки суперкомп'ютерів, систем обробки транзакцій і файл-серверів.

У обчислювальній системі, що складається з безлічі підсистем, необхідний механізм для їх взаємодії. Ці підсистеми повинні швидко і ефективно обмінюватися даними. Наприклад, процесор, з одного боку, повинен бути пов'язаний з пам'яттю, з іншого боку, необхідний зв'язок процесора з пристроями вводу-виводу. Одним з найпростіших механізмів, що дозволяють організувати взаємодію різних підсистем, є єдина центральна шина, до якої приєднуються всі підсистеми. Доступ до такої шини розділяється між всіма підсистемами. Подібна організація має дві основних переваги: низька вартість і універсальність. Оскільки така шина є єдиним місцем приєднання для різних пристроїв, нові пристрої можуть бути легко додані, і одні і ті ж периферійні пристрої можна навіть застосовувати в різних обчислювальних системах, що використовують однотипну шину. Вартість такої організації виходить досить низькою, оскільки для реалізації безлічі шляхів передачі інформації використовується єдиний набір ліній шини, що розділяється безліччю пристроїв.

Головним недоліком організації з єдиною шиною є те, що шина створює вузьке горло, обмежуючи, можливо, максимальну пропускну спроможність вводу-виводу. Якщо весь потік вводу-виводу повинен пройти через центральну шину, таке обмеження пропускну спроможності вельми реальне. У комерційних системах, де ввід-вивід здійснюється дуже часто, а також в суперкомп'ютерах, де необхідні швидкості вводу-виводу дуже високі через високу продуктивність процесора, одним з головних питань розробки є створення системи декількох шин, здатної задовольнити всі запити.

Одна з причин великих труднощів, виникаючих при розробці шин, полягає в тому, що максимальна швидкість шини головним чином

лімітується фізичними чинниками: довжиною шини і кількістю пристроїв, що приєднуються (і, отже, навантаженням на шину). Ці фізичні обмеження не дозволяють довільно прискорювати шини. Вимоги швидкодії (малої затримки) системи вводу-виводу і високої пропускну спроможності є суперечливими. У сучасних великих системах використовується цілий комплекс взаємопов'язаних шин, кожна з яких забезпечує спрощення взаємодії різних підсистем, високу пропускну спроможність, збитковість і ефективність.

Традиційно шини діляться на шини, що забезпечують організацію зв'язку процесора з пам'яттю, і шини вводу-виводу. Шини вводу-виводу можуть мати велику протяжність, підтримувати приєднання багатьох типів пристроїв, і звичайно слідує одному з шинних стандартів. Шини процесор-пам'ять, з іншого боку, порівняно короткі, звичайно високошвидкісні і відповідають організації системи пам'яті для забезпечення максимальної пропускну спроможності каналу пам'ять-процесор. На етапі розробки системи, для шини процесор-пам'ять заздалегідь відомі всі типи і параметри пристроїв, які повинні сполучатися між собою, в той час як розробник шини вводу-виводу повинен мати справу з пристроями, що розрізняються по затримці і пропускну спроможності.

Як вже було відмічено, з метою зниження вартості деякі комп'ютери мають єдину шину для пам'яті і пристроїв вводу-виводу. Така шина часто називається системною. Персональні комп'ютери, як правило, будуються на основі однієї системної шини в стандартах ISA, EISA або MCA. Необхідність збереження балансу продуктивності у міру зростання швидкодії мікропроцесорів привела до дворівневої організації шин у персональних комп'ютерах на основі локальної шини. Локальною шиною називається шина, що електрично виходить безпосередньо на контакти мікропроцесора. Вона звичайно об'єднує процесор, пам'ять, схеми буферизації для системної шини і її контролер, а також деякі допоміжні схеми. Типовими прикладами локальних шин є VL-Bus і PCI.

Розглянемо типову транзакцію на шині. Шинна транзакція включає в себе дві частини: пересилку адреси і прийом (або пересилку) даних. Шинні транзакції звичайно визначаються характером взаємодії з пам'яттю: транзакція типу "Читання" передає дані з пам'яті (або в ЦП, або в пристрій вводу-виводу), транзакція типу "Запис" записує дані в пам'ять. У транзакції типу "Читання" по шині спочатку посилається в пам'ять адреса разом з відповідними сигналами управління, що відо-

бражають читання. Пам'ять відповідає, повертаючи на шину дані з відповідними сигналами управління. Транзакція типу "Запис" вимагає, щоб ЦП або пристрій вводу-виводу переслало в пам'ять адресу і дані і не чекає повернення даних. Звичайно ЦП вимушений простоювати під час інтервалу між посилкою адреси і отриманням даних при виконанні читання, але часто він не чекає завершення операції при записі даних в пам'ять.

Розробка шини пов'язана з реалізацією ряду додаткових можливостей (табл. 1.1). Рішення про вибір тієї або іншої можливості залежить від цільових параметрів вартості і продуктивності. Перші три можливості є очевидними: роздільні лінії адреси і даних, більш широкі (що мають велику розрядність) шини даних і режим групових пересилок (пересилки декількох слів) дають збільшення продуктивності за рахунок збільшення вартості.

Таблиця 1.1

Можливості шин

Можливість	Высока продуктивність	Низька вартість
Загальна розрядність шини	Роздільні лінії адреси і даних	Мультиплексування ліній адреси і даних
Ширина (розрядність) даних	Ніж ширше, тим скоріше (наприклад 32 біта)	Ніж вужче, тим дешевше (наприклад 8 біт)
Розмір пересилки	Пересилка декількох слів має менші накладні витрати	Пересилка одного слова дешевше
Головні пристрої	Кілька (потрібен арбітраж)	Одне (арбітраж не потрібен)
Розщеплення транзакцій	Так – окремі пакети Запиту і Відповіді дають велику полосу пропускання (потрібно декілька головних пристроїв)	Ні – постійне з'єднання дешевше і має меншу затримку
Тип синхронізації	Синхронні	Асинхронні

Наступний термін, вказаний у таблиці, – кількість головних пристроїв шини (bus master). Головний пристрій шини – це пристрій, який може ініціювати транзакції читання або запису. ЦП, наприклад, завжди є головним пристроєм шини. Шина має декілька головних пристроїв, якщо є декілька ЦП або коли пристрої вводу-виводу можуть ініціювати транзакції на шині. Якщо є декілька таких пристроїв, то потрібна схема арбітражу, щоб вирішити, хто наступний захопить шину. Арбітраж часто

заснований або на схемі з фіксованим пріоритетом, або на більш "справедливій" схемі, яка випадковим чином вибирає, який головний пристрій захопить шину.

У цей час використовуються два типи шин, які відрізняються способом комутації: шини з комутацією ланцюгів (circuit-switched bus) і шини з комутацією пакетів (packet-switched bus), що отримали свої назви аналогічно зі способами комутації в мережах передачі даних. Шина з комутацією пакетів при наявності декількох головних пристроїв шини забезпечує значно більшу пропускну спроможність порівняно з шиною з комутацією ланцюгів за рахунок розділення транзакції на дві логічні частини: запиту шини і відповіді. Така методика отримала назву "розщеплення" транзакцій (split transaction). (У деяких системах така можливість називається шиною з'єднання-роз'єднання (connect-disconnect) або конвеєрною шиною (pipelined bus). Транзакція читання розбивається на транзакцію запиту читання, яка містить адресу, і транзакцію відповіді пам'яті, яка містить дані. Кожна транзакція тепер повинна бути помічена (тегирована) відповідним чином, щоб ЦП і пам'ять могли повідомити що є що.

Шина з комутацією ланцюгів не робить розщеплення транзакцій, будь-яка транзакція на ній є неподільна операція. Головний пристрій запитує шину, після арбітражу вміщує на неї адресу і блокує шину до закінчення обслуговування запиту. Велика частина цього часу обслуговування при цьому тратиться не на виконання операцій на шині (наприклад, на затримку вибірки з пам'яті). Таким чином, в шинах з комутацією ланцюгів цей час просто втрачається. Розщеплення транзакції роблять шину доступною для інших головних пристроїв поки пам'ять читає слово за адресою запиту. Це, правда, також означає, що ЦП повинен боротися за шину для пересилки даних, а пам'ять повинна боротися за шину, щоб повернути дані. Таким чином, шина з розщепленням транзакцій має більш високу пропускну спроможність, але звичайно вона має і більшу затримку, ніж шина, яка захоплюється на весь час виконання транзакції. Транзакція називається розщепленою, оскільки довільну кількість інших пакетів або транзакцій можуть використати шину між запитом і відповіддю.

Останнє питання пов'язане з вибором типу синхронізації і визначає чи є шина синхронною або асинхронною. Якщо шина синхронна, то вона включає сигнали синхронізації, які передаються по лініях управління

шини, і фіксований протокол, що визначає розташування сигналів адреси і даних відносно сигналів синхронізації. Оскільки практично ніякої додаткової логіки не потрібно для того, щоб вирішити, що робити в наступний момент часу, ці шини можуть бути і швидкими, і дешевими. Однак вони мають два головних недоліки. Все на шині повинно відбуватися з однією і тією ж частотою синхронізації, тому через проблему перекосу синхросигналів, синхронні шини не можуть бути довгими. Звичайно шини процесор-пам'ять синхронні.

Асинхронна шина, з іншого боку, не тактується. Замість цього звичайно використовується стартостопний режим передачі і протокол "рукостискання" (handshaking) між джерелом і приймачем даних на шині. Ця схема дозволяє набагато простіше пристосувати широку різноманітність пристроїв і подовжити шину без непокою про переніс сигналів синхронізації і про систему синхронізації. Якщо може використовуватися синхронна шина, то вона звичайно швидше, ніж асинхронна, через відсутність накладних витрат на синхронізацію шини для кожної транзакції. Вибір типу шини (синхронної або асинхронної) визначає не тільки пропускну спроможність, але також безпосередньо впливає на місткість системи вводу-виводу в термінах фізичної відстані і кількості пристроїв, які можуть бути приєднані до шини. Асинхронні шини у міру зміни технології краще масштабуються. Шини вводу-виводу звичайно асинхронні.

Стандарти шин

Звичайно кількість і типи пристроїв вводу-виводу в обчислювальних системах не фіксуються, що дозволяє користувачеві самому підібрати необхідну конфігурацію. Шина вводу-виводу комп'ютера може розглядатися як шина розширення, що забезпечує поступове нарощування пристроїв вводу-виводу. Тому стандарти відіграють величезну роль, дозволяючи розробникам комп'ютерів і пристроїв вводу-виводу працювати незалежно. Поява стандартів визначається різними обставинами.

Іноді широке поширення і популярність конкретних машин стають причиною того, що їх шина вводу-виводу стає стандартом де-факто. Прикладами таких шин можуть служити PDP-11 Unibus і IBM PC-AT Bus. Іноді стандарти з'являються також внаслідок певних досягнень по стандартизації в деякому секторі ринку пристроїв вводу-виводу.

Інтелектуальний периферійний інтерфейс (IPI – Intelligent Peripheral Interface) і Ethernet є прикладами стандартів, що з'явилися внаслідок кооперації виробників. Успіх того або іншого стандарту значною мірою

визначається його прийняттям такими організаціями, як ANSI (Національний інститут зі стандартизації США) або IEEE (Інститут інженерів з електротехніки і радіоелектроніки). Іноді стандарт шини може бути прямо розроблений одним з комітетів зі стандартизації: прикладом такого стандарту шини є FutureBus.

У табл. 1.2 представлені характеристики декількох стандартних шин. Помітимо, що рядки цієї таблиці, що стосуються пропускної спроможності, не вказані у вигляді однієї цифри для шин процесор-пам'ять (VME, FutureBus, MultibusII). Розмір пересилки, через різні накладні витрати шини, сильно впливає на пропускну спроможність. Оскільки подібні шини звичайно забезпечують зв'язок з пам'яттю, то пропускну спроможність шини залежить також від швидкодії пам'яті. Наприклад, в ідеальному випадку при нескінченному розмірі пересилки і нескінченно швидкій пам'яті (час доступу 0 нсек) шина FutureBus на 240 % швидше за шину VME, але при пересилці одиночних слів з 150-нсекундної пам'яті шина FutureBus тільки приблизно на 20 % швидше, ніж шина VME.

Таблиця 1.2

Приклади стандартних шин

	VME bus	FutureBus	Multibus II	IPI	SCSI
1	2	3	4	5	6
Ширина шини (кількість сигналів)	128	96	96	16	8
Мультиплексування адреси/дані	Так	Ні	Так	-	-
Розрядність даних	16/32 біт	32 біти	32 біти	16 біт	8 біт
Кількість головних пристроїв шини	Кілька	Кілька	Кілька	Одне	Кілька
Розмір пересилання	Одиночна або групова	Одиночна або групова	Одиночна або групова	Одиночна або групова	Одиночна або групова
Розщеплення транзакцій	Так	Додаткова Можливість	Додаткова Можливість	Додаткова Можливість	Додаткова Можливість
Смуга пропускання (година доступу – 0 нс – 1 слово)	25,9 Мб/с	37,0 Мб/с	20,0 Мб/с	25,0 Мб/с	5,0 Мб/с
Смуга пропускання (година доступу – 150 нс – 1 слово)	12,9 Мб/с	15,5 Мб/с	10,0 Мб/с	25,0 Мб/с	5,0 Мб/с
Смуга пропускання (година доступу – 0 нс – необмежений розмір блоку)	27,9 Мб/с	95,2 Мб/с	40,0 Мб/с	25,0 Мб/с	5,0 Мб/с

1	2	3	4	5	6
Смуга пропускна (година доступу – 150 нс – необмежений розмір блоку)	13,6 Мб/с	20,8 Мб/с	13,3 Мб/с	25,0 Мб/с	5,0 Мб/с
Максимальна кількість пристроїв	21	20	21	8	7
Максимальна довжина шини	0,5 м	0,5 м	0,5 м	50 м	25 м
Стандарт	IEEE 1014	IEEE 896.1	ANSI/ IEEE 1296	ANSI 3.129	ANSI 3.131

Однією з популярних шин персональних комп'ютерів була системна шина IBM PC/XT, що забезпечувала передачу 8 біт даних. Крім того, ця шина включала 20 адресних ліній, які обмежували адресний простір межею в 1 Мбайт. Для роботи із зовнішніми пристроями в цій шині були передбачені також 4 лінії апаратних переривань (IRQ) і 4 лінії для вимоги зовнішніми пристроями прямого доступу до пам'яті (DMA). Для підключення плат розширення використовувалися спеціальні 62-контактні роз'єми. При цьому системна шина і мікропроцесор синхронізувалися від одного тактового генератора з частотою 4,77 МГц. Таким чином теоретична швидкість передачі даних могла досягати трохи більш за 4 Мбайт/с.

Системна шина ISA (Industry Standard Architecture) уперше стала застосовуватися в персональних комп'ютерах IBM PC/AT на базі процесора i286. Ця системна шина відрізнялася наявністю другого, 36-контактного додаткового роз'єма для відповідних плат розширення. За рахунок цього кількість адресних ліній була збільшена на 4, а даних – на 8, що дозволило передавати паралельно 16 біт даних і звертатися до 16 Мбайт системної пам'яті. Кількість ліній апаратних переривань в цій шині була збільшена до 15, а каналів прямого доступу – до 7.

Системна шина ISA повністю включала в себе можливості старої 8-розрядної шини. Шина ISA дозволяє синхронізувати роботу процесора і шини з різними тактовими частотами. Вона працює на частоті 8 МГц, що відповідає максимальній швидкості передачі 16 Мбайт/с.

З появою процесорів i386, i486 і Pentium шина ISA стала вузьким місцем персональних комп'ютерів на їх основі. Нова системна шина EISA (Extended Industry Standard Architecture), що з'явилася в кінці 1988 року, забезпечує адресний простір в 4 Гбайта, 32-бітову передачу даних (у

тому числі і в режимі DMA), поліпшену систему переривань і арбітраж DMA, автоматичну конфігурацію системи і плат розширення. Пристрої шини ISA можуть працювати на шині EISA. Шина EISA передбачає централізоване управління доступом до шини за рахунок наявності спеціального пристрою – арбітра шини. Тому до неї може підключатися декілька головних пристроїв шини. Поліпшена система переривань дозволяє підключати до кожної фізичної лінії запиту на переривання декілька пристроїв, що знімає проблему кількості ліній переривання. Шина EISA тактується частотою близько 8 МГц і має максимальну теоретичну швидкість передачі даних 33 Мбайт/с.

Шина MCA також забезпечує 32-розрядну передачу даних, тактується частотою 10 МГц, має засоби автоматичного конфігурування і арбітражу запитів. На відміну від EISA вона не сумісна з шиною ISA і використовується тільки в комп'ютерах компанії IBM.

Шина VL-bus, запропонована асоціацією VESA (Video Electronics Standard Association), призначалася для збільшення швидкодії відеоадаптерів і контролерів дискових накопичувачів для того, щоб вони могли працювати з тактовою частотою до 40 МГц. Шина VL-bus має 32 лінії даних і дозволяє підключати до трьох периферійних пристроїв, у ролі яких нарівні з відеоадаптером і дисковими контролерами можуть виступати і мережеві адаптери. Максимальна швидкість передачі даних по шині VL-bus може складати близько 130 Мбайт/с. Після появи процесора Pentium асоціація VESA приступила до роботи над новим стандартом VL-bus версії 2, який передбачає використання 64-бітової шини даних і збільшення кількості роз'ємів розширення. Очікувана швидкість передачі даних – до 400 Мбайт/с.

Шина PCI (Peripheral Component Interconnect) також, як і шина VL-bus, підтримує 32-бітовий канал передачі даних між процесором і периферійними пристроями, працює на тактовій частоті 33 МГц і має максимальну пропускну спроможність 120 Мбайт/с. При роботі з процесорами i486 шина PCI дає приблизно ті ж показники продуктивності, що і шина VL-bus. Однак, на відміну від останньої, шина PCI є процесорно незалежною (шина VL-bus підключається безпосередньо до процесора i486 і тільки до нього). Її легко підключити до різних центральних процесорів. У їх числі Pentium, Alpha, R4400 і PowerPC.

Шина VME набула великої популярності як шина вводу-виводу в робочих станціях і серверах на базі RISC-процесорів. Ця шина високо

стандартизована, є декілька версій цього стандарту. Зокрема, VME32 – 32-бітова шина з продуктивністю 30 Мбайт/с, а VME64 – 64-бітова шина з продуктивністю 160 Мбайт/с.

У однопроцесорних і багатопроцесорних робочих станціях і серверах на основі мікропроцесорів SPARC одночасно використовуються декілька типів шин: SBus, MBus і XDBus, причому шина SBus застосовується як шина вводу-виводу, а MBus і XDBus – як шини для об'єднання великої кількості процесорів і пам'яті.

Шина SBus (відома також як стандарт IEEE-1496) має 32-бітову і 64-бітову реалізацію, працює на частоті 20 і 25 МГц і має максимальну швидкість передачі даних в 32-бітовому режимі рівну відповідно 80 або 100 Мбайт/с. Шина передбачає режим групової пересилки даних з максимальним розміром пересилки до 128 байт. Вона може працювати в двох режимах передачі даних: режимі вводу-виводу, що програмується, і в режимі прямого доступу до віртуальної пам'яті (DVMA). Останній режим особливо ефективний при передачі великих блоків даних.

Шина MBus працює на тактовій частоті 50 МГц в синхронному режимі з мультиплексуванням адреси і даних. Загальне число сигналів шини дорівнює 100, а розрядність шини даних становить 64 біт. По шині передаються 36-бітові фізичні адреси. Шина забезпечує протокол підтримки когерентного стану кеш-пам'яті декількох (до чотирьох) процесорів, має максимальну пропускну спроможність в 400 Мбайт/с, а типова швидкість передачі становить 125 Мбайт/с. Відмітними властивостями шини MBus є: можливість збільшення числа процесорних модулів, підтримка симетричної мультипроцесорної обробки, висока пропускну спроможність при обміні з пам'яттю і підсистемою вводу-виводу, відкриті (непатентовані) специфікації інтерфейсів.

Шина MBus була розроблена для відносно невеликих систем (її довжина обмежується десятьма дюймами, що дозволяє об'єднати до чотирьох процесорів з кеш-пам'яттю другого рівня і основною пам'яттю). Для побудови систем з великою кількістю процесорів потрібна велика масштабованість шини. Одна з подібного роду шин – XDBus, використовується в серверах SPARCserver 1 000 (до 8 процесорів) і SPARCcenter 2 000 (до 20 процесорів) компанії Sun Microsystems і SuperServer 6 400 компанії Cray Research (до 64 процесорів). XDBus становить шину, працюючу в режимі розщеплення транзакцій. Це дозволяє їй, маючи пікову продуктивність в 400 Мбайт/с, підтримувати типову швидкість передачі на рівні більш за 310 Мбайт/с.

У сучасних комп'ютерах часто застосовуються і фірмові (запатентовані) шини, що забезпечують дуже високу пропускну спроможність для побудови багатопроцесорних серверів. Однією з подібних шин є системна шина POWERpath-2, яка застосовується в суперсервері Challenge компанії Silicon Graphics. Вона здатна підтримувати ефективну роботу до 36 процесорів MIPS R4400 (9 процесорних плат з чотирма 150 МГц процесорами на кожній платі) із загальною розширеною пам'яттю об'ємом до 16 Гбайт (коефіцієнт розширення пам'яті рівний восьми). POWERpath-2 має розрядність даних 256 біт, розрядність адреси 40 біт, і працює на частоті 50 МГц із зниженим напруженням живлення. Вона підтримує методику розщеплення транзакцій, причому може мати до восьми відкладених транзакцій читання одночасно. При цьому арбітраж шини адреси і шини даних виконується незалежно. POWERpath-2 підтримує протокол когерентний стану кеш-пам'яті кожного процесора в системі.

Однією з найбільш популярних шин вводу-виводу в цей час є шина SCSI. Під терміном SCSI – Small Computer System Interface (Інтерфейс малих обчислювальних систем) звичайно розуміється набір стандартів, розроблених Національним інститутом стандартів США (ANSI) і що визначають механізм реалізації магістралі передачі даних між системною шиною комп'ютера і периферійними пристроями. На сьогоднішній день прийняті два стандарти (SCSI-1 і SCSI-2). Стандарт SCSI-3 знаходиться в процесі доробки.

Початковий стандарт 1986 року, відомий тепер під назвою SCSI-1, визначав робочі специфікації протоколу шини, набір команд і електричні параметри. У 1992 році цей стандарт був переглянутий з метою усунення нестач первинної специфікації (особливо в частині синхронного режиму передачі даних) і додання нових можливостей підвищення продуктивності, такого, як "швидкий режим" (fast mode), "широкий режим" (wide mode) і помічені черги. Цей переглянений стандарт отримав назву SCSI-2 і в цей час використовується більшістю постачальників обчислювальних систем.

Спочатку SCSI призначався для використання в невеликих дешевих системах і тому був орієнтований на досягнення хороших результатів при низькій вартості. Характерною його рисою є простота, особливо в частині забезпечення гнучкості конфігурування периферійних пристроїв без зміни організації основного процесора. Головною особливістю

підсистеми SCSI є розміщення в периферійному обладнанні інтелектуального контролера.

Для досягнення необхідного високого рівня незалежності від типів периферійних пристроїв в операційній системі основної машини, пристрої SCSI представляються такими, що мають дуже просту архітектуру. Наприклад, геометрія дискового накопичувача представляється у вигляді лінійної послідовності однакових блоків, хоч насправді будь-який диск має більш складну багатомірну геометрію, що містить поверхні, циліндри, доріжки, характеристики щільності, таблицю дефектних блоків і безліч інших деталей. У цьому випадку сам пристрій або його контролер несуть відповідальність за перетворення спрощеної SCSI моделі в дані для реального пристрою.

Стандарт SCSI-2 визначає зокрема різні режими: Wide SCSI, Fast SCSI і Fast-and-Wide SCSI. Стандарт SCSI-1 визначає побудову периферійної шини на основі 50-жильного екранованого кабеля, описує методи адресації і електричні характеристики сигналів. Шина даних SCSI-1 має розрядність 8 біт, а максимальна швидкість передачі становить 5 Мбайт/с. Fast SCSI зберігає 8-бітову шину даних і тим самим може використати ті ж самі фізичні кабелі, що і SCSI-1. Він відрізняється тільки тим, що допускає передачі з швидкістю 10 Мбайт/с у синхронному режимі. Wide SCSI подвоює або почотверяє розрядність шини даних (або 16, або 32 біт), допускаючи відповідно передачі зі швидкістю або 10, або 20 Мбайт/с. У комбінації Fast-and-Wide SCSI можливо досягнення швидкостей передачі 20 і 40 Мбайт/с відповідно.

Однак оскільки в звичайному 50-жильному кабелі просто не вистачає жил, комітет SCSI вирішив розширити специфікацію другим 66-жильним кабелем (так званий В-кабель). В-кабель має додаткові лінії даних і ряд інших сигнальних ліній, що дозволяють реалізувати режим Fast-and-Wide.

У реалізації режиму Wide SCSI запропонована також розширена адресація, що допускає приєднання до шини до 16 пристроїв (замість стандартних восьми). Це значно збільшує гнучкість підсистеми SCSI, правда приводить до появи додаткових проблем, пов'язаних з ефективністю її використання.

Реалізація режимів Wide-SCSI і Fast-and-Wide SCSI до 1994 року рідко використовувалася, оскільки ефективність їх застосування не була досить високою. Однак широке поширення дискових масивів і дискових

накопичувачів з швидкістю обертання 7 200 обертів за хвилину роблять цю технологію вельми актуальною.

Потрібно відмітити деяку плутанину в термінології. Часто стандартний 50-контактний роз'єм також називають роз'єм SCSI-1, а більш новий мікророз'єм – роз'єм SCSI-2. Стандарт SCSI визначає тільки кількість жил у кабелі, і взагалі не визначає тип роз'єму.

1.1.2. Файлові системи зберігання інформації

Файлова система (ФС) є важливою частиною будь-якої операційної системи, що відповідає організації зберігання й доступу на яких-небудь носіях. Розглянемо як приклад файлові системи для найпоширеніших у наш час – магнітні диски. Як відомо, інформація на жорсткому диску зберігається в секторах (звичайно 512 байт), сам пристрій може виконувати лише команди розмістити/записати інформацію в певний сектор на диску. Файлова система дозволяє користувачеві оперувати з більш зручним для нього поняттям – файл. Файлова система бере на себе організацію програм з файлами, розташованими на дисках. Для файлів використовуються імена. Сучасні файлові системи надають користувачам можливість давати файлам досить довгі мнемонічні назви.

Каталогом у ФС розуміється, з одного боку, група файлів, об'єднаних користувачем виходячи з деяких міркувань, сторони каталогу – це файл, що містить системну інформацію про групу складових його файлів. Файлові системи звичайно мають структуру, у якій створюються за рахунок каталогів, що містять інформацію про файли й каталоги більш низького рівня.

Розглянемо більш докладно структуру жорсткого диска. Базовою одиницею жорсткого диска є розділ, створюваний час розмітки жорсткого диска. Кожний розділ містить один кореневий каталог, що обслуговується якою-небудь файловою системою та таблицю змісту файлів. Деякі операційні системи підтримують створення томів, що охоплюють кілька пунктів. Жорсткий диск може містити до чотирьох основних пунктів. Це обмеження пов'язане з характером організації даних на жорстких дисках IBM-Сумісних комп'ютерів. Багато операційних систем дозволяють створювати так званий розширений (extended) розділ, що за аналогією з розділами може розбиватися на кілька логічних дисків.

У першому фізичному секторі жорсткого диска розташовується головний запис завантаження й таблиця пунктів (табл. 1.3). Головний запис завантаження (master boot record, MBR) – перша частина даних на жорсткому диску. Вона зарезервована для програми початкового завантаження BIOS (ROM Bootstrap routine), що при завантаженні з жорсткого диска зчитує й завантажує на згадку перший фізичний сектор на активному диску, названий завантажувальним сектором (Boot Sector). Кожний запис у таблиці пунктів (partition table) містить початкову позицію й розмір роздягнула на жорсткому диску, а також інформацію про те, перший сектор якого розділу містить завантажувальний сектор, представлено у табл. 1.3.

Таблиця 1.3

Таблиця розподілу диска

Розмір (байт)	Опис
446	Завантажувальний запис (MBR)
16	Запис 1 розділу
16	Запис 2 розділу
16	Запис 3 розділу
16	Запис 4 розділу
2	Сигнатура 055AAh

У широкому розумінні "файлова система" включає:

сукупність всіх файлів на диску;

набори службових структур даних, використовуваних для керування файлами, такі, як, наприклад, каталоги файлів, дескриптори файлів, таблиці розподілу вільного й зайнятого простору на диску;

комплекс системних програмних засобів, що реалізують керування файлами, зокрема операції зі створення, знищення, читання, запису, іменування файлів, установки атрибутів доступу, пошуку й т.п.

Розходження файловими системами полягає, в основному, у способах розподілу простору файлами на диску й організації на диску службових областей.

Сучасні операційні системи прагнуть забезпечити користувача можливістю працювати одночасно з декількома файловими системами. У цьому випадку ФС розглядається як частина підсистеми вводу-виводу.

У більшості операційних систем (Windows 98, 2000, XP, OS/2) реалізується механізм перемикачів файлових систем (File System Switch, FSS), що дозволяє підтримувати типи ФС. Відповідно до цього підходу інформація про файлові системи й файли розбивається на частини – залежну ФС та не залежну. FSS забезпечує інтерфейс ядром файлової системи, траншуючи запити ядра в операції, що залежать від типу файлової системи.

Файлова система представляє багаторівневу структуру, на верхньому рівні якої розташовується так званий перемикач файлових систем (в Windows, такий перемикач називається встановлюваним диспетчером файлової системи – installable filesystem manager, IFS), забезпечує інтерфейс додатком конкретною файловою системою, до якої відноситься додаток. Перемикач файлових систем перетворює запити до файлів у формат, сприйманий наступним рівнем – рівнем драйверів файлових систем. Для виконання своїх функцій драйвери файлових систем відносяться до драйверів конкретних пристроїв зберігання інформації.

Клієнт-серверні додатки висувають підвищені вимоги до продуктивності файлових систем. Сучасні файлові системи повинні забезпечувати ефективний доступ до файлів, підтримку даних досить великого обсягу, захист несанкціонованого доступу до даних, збереження даних. Мається на увазі здатність ФС забезпечувати відсутність помилок порушень погодженості в даних, а також відновлювати ушкоджені дані.

FAT – файлова система FAT (File Allocation Table) була розроблена Біллом Гейтсом та Марком МакДональдом у 1977 році й спочатку використовувалася в операційній системі 86-DOS. Щоб домогтися переносу програм з операційної системи CP/M в 86-DOS, що були збережені раніше прийняті обмеження на імена файлів. Надалі 86-DOS була придбана Microsoft стала основою для ОС MS-DOS 1.0, випущеної в серпні 1981 року. FAT була призначена для роботи гнучкими дисками розміром менше 1 Мбайта, спочатку не передбачала підтримки жорстких дисків. У цей час FAT підтримує файли й розділи розмірів до 2 Гбайт.

У FAT застосовуються наступні угоди по іменах файлів:

повинна починатися з букви або цифри й може містити будь-який символ ASCII, за винятком пробілу й символів "\[|;|=,^*?"

Довжина не перевищує 8 символів, за ним потрібна крапка й необов'язкове розширення довжиною до 3 символів.

Регістр символів в іменах файлів не розрізняється й не зберігається.

Структура розділу FAT зображена на рис. 1.3. У блоці параметрів BIOS утримується необхідна BIOS інформація про характеристики жорсткого диска. Файлова система FAT не може контролювати окремо кожний сектор, тому вона перетворює сектори в кластери (clusters).

Таким чином, зменшується загальна кількість одиниць зберігання, за яких повинна стежити файлова система. Розмір кластера в FAT равен ступеню двійки й визначається розміром, тому при форматуванні диска (табл. 1.4), кластер становить мінімальний простір, що може займати файл. Це приводить до того, що частина простору диска витрачається дарма. До складу операційної системи входять утиліти (DoubleSpace, DriveSpace), призначені для ущільнення даних на диску.



Рис. 1.3. Структура FAT

Таблиця 1.4

Розмір тому при форматуванні диска

Розмір розділу	Розмір кластера	Тип FAT
< 16 Мб	4 Кб	FAT12
16 Мб – 127 Мб	2 Кб	FAT16
128 Мб – 255 Мб	4 Кб	FAT16
256 Мб – 511 Мб	8 Кб	FAT16
512 Мб – 1023 Мб	16 Кб	FAT16
1 Гб – 2 Гб	32 Кб	FAT16

Свою назву FAT одержала однойменної таблиці розміщення файлів. У таблиці розміщення файлів зберігається інформація про кластери логічного диска. Кожному кластеру в FAT окремий запис, що

показує, чи вільний він, чи зайнятий даними файла, або позначений як збійний (зіпсований). Якщо кластер зайнятий файлом, то у відповідному записі в таблиці розміщення файлів вказується адреса кластера, що містить наступну частину файла. Через це FAT називають файловою системою зв'язаною списками. Оригінальна версія FAT, розроблена для DOS 1.00, використовувала 12-бітну таблицю розміщення файлів, підтримувала розділи обсягом до 16 Мб (в DOS можна створити не більш двох пунктів FAT). Для підтримки жорстких дисків розміром більш 32 Мб розрядність FAT була збільшена до 16 біт, а розмір кластера – до 64 секторів (32 Кб). Якщо кожному кластеру може бути привласнений унікальний 16-розрядний номер, то FAT підтримує максимум 2¹⁶, або 65 536 кластерів на одному томі.

Оскільки завантажувальний запис занадто малий для зберігання алгоритму пошуку системних файлів на диску, то системні файли повинні перебувати в фіксованому стані, щоб знайти завантажувальний запис.

Фіксоване положення системних файлів на початку області даних накладає тверде обмеження на розміри кореневого каталогу й таблиці розміщення файлів. Внаслідок цього загальне число файлів підкаталогів у кореневому каталозі на диску FAT обмежено 512.

Кожному файлу й підкаталогу в FAT 32-байтний елемент каталогу (directory entry), що містить файли, його атрибути (архівний, схований, системний для зчитування), дату й час створення (або внесення в нього останніх змін), а також іншу інформацію (табл. 1.5).

Таблиця 1.5

Елемент каталогу

Зміст	Розмір (байт)
Ім'я файлу	8
Розширення	3
Байт атрибутів	1
Зарезервовано	10
Час	2
Дата	2
Номер початкового кластера з даними	2
Розмір файлу	4

Зарезервовано початкового кластера з даними файла 3. Елемент каталогу.

Файлова система FAT завжди заповнює вільне місце на диску послідовно з початку до кінця. При створенні нового файла або збільшенні вже існуючого вона шукає найперший вільний кластер у таблиці розміщення файлів. Якщо в процесі роботи одні файли були вилучені, а інші змінилися в розмірі, то порожні кластери, що з'являються в результаті, будуть розсіяні по диску. Якщо кластери, що містять дані файла, розташовані не підряд, то файл виявляється фрагментованим. Сильно фрагментовані файли значно знижують ефективність роботи, тому що голівки читання-запису при пошуку чергового запису файла повинні будуть переміщатися до області диска. До складу операційних систем, що підтримують FAT, звичайно входять спеціальні утиліти дефрагментації диска, призначені підвищити продуктивність файлових операцій.

Ще один недолік FAT полягає в тому, що продуктивність сильно залежить від кількості файлів, що зберігаються в одному каталозі. При великій кількості файлів (близько тисячі), виконання операції зчитування списку файлів у каталозі може зайняти кілька хвилин. Це обумовлено тим, що в FAT каталог неупорядкованої структури, імена файлів у каталогах ідуть у порядку їхнього створення. У результаті, ніж більш в каталозі записів, тим повільніше працюють програми, тому що при пошуку файла потрібно переглянути послідовно записи в каталозі.

Оскільки FAT споконвічно проектувалася для одно користувальницької операційної системи DOS, то вона не передбачає зберігання такої інформації, як відомості про власника або повноваження доступу до файла-каталогу.

FAT найпоширеніша файлова система, яку тією чи іншою мірою підтримують більшість сучасних ОС. Завдяки своїй універсальності FAT може застосовуватися на томах, з якими працюють операційні системи.

Хоча немає ніяких перешкод використовувати при форматуванні дискет будь-яку іншу файлову систему, більшість ОС для сумісності використовують FAT. Почасти це можна пояснити тим, що проста структура FAT вимагає менше місця для зберігання службових даних, ніж системи. Переваги інших файлових систем тільки в використанні носіїв обсягом більш 100 Мб.

Треба відзначити, що FAT – проста файлова система, що не запобігає псуванню файлів через ненормальне завершення роботи комп'ютера. До складу операційних систем, що підтримують FAT, входять спеціальні утиліти перевіряючи структуру й коригувальні невідповідності у файловій системі.

HPFS – високопродуктивна файлова система HPFS (High Performance File System) була представлена фірмою IBM у 1989 році разом з операційною системою OS/2 1.20. Файлова система HPFS також підтримувалася ОС Windows NT до 3.51 включно. За продуктивністю ця ФС істотно випереджає FAT. HPFS дозволяє використовувати жорсткі диски обсягом до 2 Терабайт (спочатку до 4 Гбайт). Крім того, вона підтримує розділи диска розміром до 512 Гб, дозволяє використовувати імена файлів довжиною до 255 символів (на кожний символ при цьому приділяється 2 байти). В HPFS порівняно з FAT зменшений час доступу до файлів у більших каталогах.

HPFS розподіляє простір на диску не кластерами, як у FAT, а фізичними секторами по 512 байт, що не дозволяє використовувати на жорстких дисках, які мають інший розмір сектора. Сектори прийнято називати блоками. Щоб зменшити фрагментацію диска, при розподілі простору файл HPFS прагне, по можливості, розміщати файли в послідовних суміжних секторах. Фрагмент файла, що розташовується в суміжних секторах, називається екстентом.

Для нумерації одиниць розподілу простору диска HPFS використовує 32 розряди, що має 2³², або більш 4 мільярдів номерів. Однак HPFS використовує числа зі знаком, що скорочує число можливих номерів блоків до 2 мільярдів. Крім стандартних атрибутів файла, HPFS підтримує розширені атрибути файла (Extended Attributes, EA), можуть містити до 64 Кб різних додаткових відомостей про файл.

Диск HPFS має наступні три базові структури (рис. 1.4): завантажувальний блок (BootBlock), додатковий блок (SuperBlock) резервний блок (SpareBlock).

Завантажу- вальний блок	Додатко- вий блок	Резервний блок	Група 1	Бітова карта групи 1	Бітова карта групи 2	Група 2	Група 3	Бітова карта групи 3	Бітова карта групи 4	Група 4
----------------------------	----------------------	-------------------	------------	-------------------------------	-------------------------------	------------	------------	-------------------------------	-------------------------------	------------

Рис. 1.4. Дисковий розділ HPFS

Завантажувальний блок в HPFS аналогічний завантажувальному блоку в FAT. Розташовується в секторах з 0 по 15 і займає на диску 8 Кб. Системні файли, також як у FAT, розташовуються в кореневому каталозі, але при цьому фізично можуть перебувати в будь-якому місці на диску.

У 16 секторі розміщується додатковий блок, що містить покажчик на список блоків бітових карт (bitmap block list). У цьому списку перераховані блоки на диску, у яких розташовані карти, використовувані для виявлення вільних секторів. Також у додатковому блоці зберігається покажчик на список дефектних блоків (bad block list), покажчик на групу каталогів (directory band), покажчик на файловий вузол кореневого каталогу й дата останньої перевірки диска. Файловий вузол (fnode) – це структура диска HPFS, що містить інформацію про розташування файла й про його розширені атрибути.

У наступному секторі перебуває резервний блок, що містить карту аварійного заміщення (hotfix map), покажчик на список вільних запасних блоків (directory emergency free block list), ряд системних прапорів. Резервний блок забезпечує високу надійність HPFS, дозволяє відновлювати ушкоджені дані на диску.

Інший простір диска розділений на групи (band) зберігання даних. Кожна група займає 8 Мб свою власну бітову карту вільного простору, що схожа на таблицю розміщення файлів FAT. Кожному сектору групи один до карти, що показує чи зайнятий відповідний сектор. Карти двох груп розташовуються на диску поруч, також як розташовуються й самі групи. Це можливість безупинно розмістити на жорсткому диску файл розміром до 16 Мб.

Одна група даних розміром 8 Мб, розташована в середині жорсткого диска й названа групою каталогів, зберігає інформацію про каталоги диска. Поряд з іншими каталогами розташовується й кореневий каталог. Розташування групи каталогів у центрі диска значно скорочує час позиціонування голівок читання/запису.

Структура каталогу в HPFS становить збалансоване дерево (так зване В-Дерево) з записами, розташованими за абеткою. Збалансоване дерево складається з кореневого (root block) та кінцевих блоків (leaf block). Блоки займають 4 послідовні сектори й у середньому можуть містити 40 записів. Кожний запис кореневого блоку вказує на один з кінцевих блоків (якщо тільки в каталозі не менше 40 файлів); у свою чергу, кожний запис у кінцевому блоці вказує на файловий вузол файла

або на кінцевий блок наступного рівня. Таким чином, дворівнева структура може містити 40 кінцевих блоків по 40 записів у кожному й описувати до 1 600 файлів. При пошуку файлова система HPFS переглядає тільки необхідні галузі дерева.

Файловий вузол розміром 512 байт завжди по можливості розташовується безпосередньо перед першим блоком свого файла. Кожний файл каталогу диска HPFS має свій файловий вузол.

Інформація, що зберігається у файловому вузлі, містить у собі розширені атрибути файла, якщо вони досить малі, щоб поміститися в один сектор диска, тому має скорочене ім'я файлу у форматі 8.3. Якщо розширені атрибути не поміщаються у файловий вузол, то в нього записується покажчик на них. Положення файла на диску описується у файловому вузлі двома 32-бітними числами. Перше число становить покажчик на перший блок файлу, а друге – довжину екстента. Якщо ж файл фрагментований, то його розміщення описується додатковими парами 32-бітних чисел. У файловому вузлі можна зберігати інформацію максимум у 8 екстентах файлу. Якщо файл має більш число екстентів, то в його файловий вузол записується покажчик на блок розміщення (allocation block), що може містити до 40 покажчиків на екстенти або на блоки розміщення. Таким чином, дворівнева структура блоків розміщення може зберігати інформацію про 480 (12x40) сектори, що теоретично, дозволяє працювати з файлами розміром до 7,68 Гб (12x40x16 Мб).

VFAT – файлова система VFAT (Virtual FAT), реалізована в Windows NT 3,5, Windows 95 (DOS 7.0), – це файлова система.

У VFAT ослаблені обмеження, установлені угодами по іменах файлів FAT:

- може бути довжиною до 255 символів;

- в неї можна включати кілька пробілів крапок, однак, текст після останньої крапки розглядається як розширення;

- регістр символів в іменах не розрізняється, але зберігається.

Основним завданням при розробці VFAT була необхідність коректної роботи старих програм, що не підтримують довгі імена файлів. Як правило, прикладні програми для доступу до файлів використовують ОС. Якщо в елемента каталогу встановити "нереальну" комбінацію атрибутів: "для зчитування", "схований", "системний", "тому" – то будь-які файли старих версій DOS Windows не помітять такого елемента каталогу. У підсумку для кожного файла й підкаталогу в VFAT зберігається

два імені: довге й коротке у форматі 8,3 для сумісності зі старими програмами. Довгі імена (LFN) зберігаються в спеціальних записах каталогу, байт атрибутів, у яких дорівнює 0Fh, що представлено у табл. 1.6. Для будь-якого файла або підкаталогу безпосередньо перед єдиним записом каталогу у форматі 8,3 перебуває група з одного або декількох записів, що представляють довге ім'я. Кожний такий запис містить частину довгого файла не більш 13 символів, всіх таких записів ОС становить повний файл. Оскільки один довгий файл може займати до 21 запису, а кореневий каталог FAT обмежений 512 записами, бажано обмежити використання довгих імен у кореновому каталозі.

Таблиця 1.6

Елемент каталогу для довгого ім'я

Зміст	Розмір (байт)
Порядок проходження	1
Перші п'ять символів LFN	10
Байт атрибутів (0Fh)	1
Показчик типу (завжди 0)	1
Контрольна сума частини ім'я	1
Наступні шість символів LFN	12
Номер початкового кластера (завжди 0)	2
Наступні два символи LFN	4

Коротке імя генерується файловою системою автоматично у форматі 8.3. Для створення коротких імен (псевдонімів) файлів використовується такий алгоритм:

З довгого видалити символи, не припустимі в іменах FAT. Видалити крапки наприкінці й на початку. Після цього видалити крапки, що перебувають усередині, крім останньої.

Обрізати рядок, розташований перед крапкою, до 6 символів додати в кінець "~1". Обрізати рядок за крапкою до 3 символів.

Отримані букви перетворити у великі. Якщо згенероване збігається з уже існуючим, то збільшити число в рядку "~1".

Даний алгоритм залежить від операційної системи й у майбутніх версіях може мінятися.

Редагування файлів програмами, що не підтримують довгі імена файлів, може приводити до втрати довгих імен. Windows виявляє елементи каталогу, тому що їхня контрольна сума не більш тієї, що записана в наступному записі каталогу у форматі 8.3. Однак таких записів не видаляють системою автоматично, вони займають дисковий простір, доти, поки ви не запустите програму ScanDisk, що входить до складу операційної системи. Більшість старих дискових утиліт сприймуть записи, що відповідають довгим іменам, як помилки логічної структури диска. Спроби використовувати дані утиліти у найкращому разі приведе до втрати довгих імен, а в гіршому – до втрати на диску.

FAT32 – у цей час з'являються нові покоління жорстких дисків, що мають великі обсяги дискового простору, у той час як можливості FAT уже досягли межі (FAT може підтримувати розділи розміром до 2 Гб).

FAT32 – удосконалена версія файлової системи VFAT, що підтримує жорсткі диски обсягом до 2 терабайт. Вперше файлова система FAT32 була включена до складу ОС Windows OSR 2. В FAT32 минулого розширені атрибути файлів, що дозволяють тепер зберігати час, дату створення, модифікації й останній доступ до файла або каталогу.

Через вимогу сумісності з раніше створеними програмами структура FAT32 містить зміни. Головні відмінності попередніх версій FAT полягають у такому. Блок початкового завантаження на розділах з FAT32 був збільшений до 2 секторів, містить у собі резервну копію завантажувального сектора, що дозволяє системі бути більш до можливих збоїв на диску. Обсяг, який займає таблиця розміщення файлів, збільшився, оскільки тепер кожний запис займає 32 байта, загальна кількість кластерів на FAT32 більш, ніж на розділах FAT. Відповідно, зросла й кількість зарезервованих секторів.

Необхідно відзначити, що офіційно Microsoft не підтримує розділи FAT32 обсягом менш 512 Мб. Однак в утиліті FDISK, що поставляється разом з OSR2, не документованій прапор /FPRMT, що дозволяє отформатувати FAT32 розділи обсягом менш 512 Мб. Microsoft також не підтримує FAT32 розділи з розміром кластера меншим, ніж 4 Кб. Розміри кластера, пропоновані за замовчуванням при форматуванні FAT32 дисків, наведені в табл. 1.7. Параметр /Z утиліти FORMAT дозволяє самостійно встановити розмір кластера на FAT32: FORMAT <диск> /Z:n, де n – число секторів у кластері.

Розміри кластера

Розмір розділу	Розмір кластера
< 260 Мб	512 байт
260 Мб – 8 Гб	4 Кб
8 Гб – 16 Гб	8 Кб
16 Гб – 32 Гб	16 Кб
> 32 Гб	32 Кб

Кореневий каталог у FAT32 більш не розташовується в певному порядку, замість цього в блоці BPB зберігається покажчик на початковий кластер кореневого каталогу. У результаті знімається раніше існуюче обмеження на число записів у кореновому каталозі.

Крім того, для обліку вільних кластерів у зарезервованій області на FAT32 сектор, що містить число вільних кластерів, дається номер самого останнього використаного кластера. Це дозволяє системі при виділенні наступного кластера не перерахувати заново всю таблицю розміщення файлу.

У цей момент FAT32 підтримується у наступних ОС: Windows 95 OSR2, Windows 98, Windows ME, Windows 2000 Windows XP.

NTFS (New Technology File System) – найбільш краща файлова система при роботі з ОС Windows NT (Windows 2000 XP також NT системами), оскільки вона була спеціально розроблена для даної системи. До складу Windows NT входить утиліта convert, що здійснює конвертування томів з FAT HPFS у томи NTFS. В NTFS значно розширені можливості з керування доступом до окремих файлів каталогів, уведена велика кількість атрибутів, реалізована надійність засобу динамічного стиску файлів, підтримка вимог стандарту POSIX. NTFS дозволяє використовувати імена файлів довжиною до 255 символів, при цьому вона використовує той же алгоритм для генерації короткого, що й VFAT. NTFS дає можливість самостійного відновлення у випадку перебоїв ОС або встаткування, так що дисковий том залишається доступним, а структура каталогів не порушується.

Кожний файл на томі NTFS представлений записом у спеціальному файлі – головній файловій таблиці MFT (Master File Table). NTFS резервує перші 16 записів таблиці розміром близько 1 Мб для спеціальної інформації. Перший запис таблиці описує безпосередньо найбільш головну файлову таблицю. За нею дзеркальний запис MFT. Якщо перший запис MFT зруйнований, NTFS зчитує другий запис, щоб відшукати дзеркальний файл MFT, перший запис якого ідентичний першому запису MFT. Місце розташування сегментів даних MFT дзеркального файла MFT зберігається в секторі початкового завантаження. Копія сектора початкового завантаження перебуває в логічному центрі диска. Третій запис MFT містить файл реєстрації, застосовуваний для відновлення файлів. Сімнадцятий наступний запис головної файлової таблиці використовуються властиво файлами й каталогами на томі.

У журналі транзакцій (log file) реєструються операції, що впливають на структуру томів, включаючи створення файла й будь-яких команд, що змінюють структуру каталогів. Журнал транзакцій застосовується для відновлення тому NTFS після збою системи. Запис для кореневого каталогу містить список файлів каталогів, що зберігаються в кореновому каталозі.

Схема розподілу простору на томі зберігається у файлі карти (bitmap file). Атрибут даних цього файла містить бітову карту, кожна з якої представляє один кластер тому й указує, чи даний кластер зайнятий деяким файлом.

У завантажувальному файлі (boot file) зберігається код початкового завантажника Windows NT.

NTFS також підтримує файл поганих кластерів (bad cluster file) для ушкоджених ділянок на томі й файл тому (volume file), що містить томи, версію NTFS біт, що встановлюється при ушкодженні тому. Нарешті, файл, що містить таблицю визначення атрибутів (attribute definition table), що задає типи атрибутів, підтримувані на томі, вказує чи можна індексувати, відновлювати операцію відновлення системи й т. д.

NTFS розподіляє простір кластерами й використовує для нумерації 64 розряди, що має можливість мати 264 кластерів, кожний розміром до 64 Кбайт. Як в FAT розмір кластера може мінятися, але необов'язково зростає пропорційно розміру диска. Розміри кластерів, установлювані за замовчуванням при форматуванні розділів, наведено в табл. 1.8.

Розмір кластера

Розмір розділу	Розмір кластера
< 512 Мб	512 байт
513 Мб – 1024 Мб (1 Гб)	1 Кб
1 Гб – 2 Гб	2 Кб
2 Гб – 4 Гб	4 Кб
4 Гб – 8 Гб	8 Кб
8 Гб – 16 Гб	16 Кб
16 Гб – 32 Гб	32 Кб
> 32 Гб	64 Кб

NTFS дозволяє зберігати файли розміром до 16 ексабайт (264 байт) у своєму розпорядженні убудований засіб ущільнення файлів у реальному часі. Стискування одним з атрибутів файла або каталогу й подібно будь-який атрибут може бути знятий, або встановлений в будь-який момент (стиск можливо на розділах з розміром кластера не більш 4 Кб). При ущільненні файла, на схемі ущільнення використовується в FAT, застосовується пофайлове ущільнення, таким чином, псування невеликої ділянки диска не приводить до втрати в інших файлах.

Для зменшення фрагментації NTFS завжди намагається зберегти файли в безперервних блоках. Ця система використовує структуру каталогів у вигляді В-Дерева, аналогічну високопродуктивній файлової системі "HPFS" HPFS, а не структурі зв'язаним списком застосовуваної в FAT. Завдяки цьому пошук файлів у каталозі здійснюється швидше, оскільки імена файлів зберігаються сортованими в лексикографічному порядку.

NTFS була розроблена як відновлювана файлова система, що використовує модель обробки транзакцій. Кожна операція вводу-виводу файла на томі NTFS розглядається системою як транзакція й може виконуватися як неподільний блок. При модифікації файла користувачем сервіс файла всю інформацію необхідну для повторення або відкату транзакції. Якщо транзакція завершена успішно, виробляється модифікація файла. Якщо NTFS робить транзакції.

Незважаючи на наявність захисту несанкціонованого доступу до даних NTFS не забезпечує необхідну конфіденційність збереженої

інформації. Для одержання доступу до файлів досить завантажити комп'ютер в DOS з дискети й скористатися яким-небудь стороннім драйвером NTFS для системи.

Починаючи з Windows 2000 Microsoft підтримує нову файлову систему.

NTFS 5.0 – у новій NTFS були введені додаткові атрибути файлів; поряд правом доступу введено поняття заборони доступу, що дозволяє, наприклад, при спадкуванні користувачем прав групи на який-небудь файл, заборонити йому можливість змінювати його вміст. Нова система також дозволяє:

уводити обмеження (квоти) на розмір дискового простору, наданого користувачам;

проекувати будь-який каталог (як на локальному, так і на вилученому комп'ютері) у підкаталог на локальному диску.

Цікавою можливістю нової Windows NT є динамічне шифрування файлів каталогів, що підвищує надійність зберігання інформації. До складу Windows 2000 Windows XP входить файлова система шифруванням (Encrypting File System, EFS), що використовує алгоритми шифрування загальним ключем. Якщо для файла встановлений атрибут шифрування, то при обігу користувальницької програми до файла для запису або читання відбувається прозоре для програми кодування й декодування файла.

UFS (Unix File System) – так само як Unix представляє не одну систему, а ряд сумісних, так само UFS – не одна система, а цілий ряд.

Про підтримку різними Unix'ами чужих UFS поки немає даних, інформацію приводу підтримки чужих файлових систем для кожного конкретного Unix'а швидше за все можна знайти в документації до програми 'mount'.

Основною відмінністю UFS від інших відомих автору систем є виділення атрибутів файла в окрему файлову систему – inode; це дозволяє мати доступ до файла (до набору даних, що зберігаються у файлі) більш по одному (так званий твердий линк; див. нижче), а заодно підвищити ефективність функціонування системи.

Класична UFS Відводить на файл 16 байт – 14-буквений файл і двохбайтний номер inode; сучасні UFS дозволяють створювати довгі імена (до 255 символів), а імена файлів зберігають не підряд, а більш розумно – у двійковому дереві або hash-таблиці, а номер inode може бути кожним – чотирьохбайтним або восьмибайтним.

Сам блок inode містить:

кількість посилань на файл – кожне, що посилається на файл, а також відкриття файла, збільшують цей лічильник на одиницю; файл стирається з вивільненням зайнятого місця як тільки лічильник стає рівним нулю (тобто можна стерти відкритий файл, а реально зітретися коли його закриють);

розмір файла;

дату й час створення останньої зміни й останнього читання файла;

тип файла – в Unix це буває:

звичайний файл;

директорія;

файл блокового пристрою;

файл символьного (послідовного) пристрою;

іменованій пайп (назва походить від символу "|", називаного "pipe" – див. його значення в shell);

символьний лінк;

звичайний файл-директорія зустрічаються у всіх файлових системах; файли пристроїв-інтерфейсами до драйверів цих пристроїв;

UID (ідентифікатор хазяїна файла) GID (ідентифікатор групи);

атрибути доступу:

Unix використовує атрибути 'eXecute' для хазяїна файла (owner), для одногрупника (group), для інших (other) – разом 9 біт; для директорії атрибути означають відповідно права на читання списку файлів, на створення/видалення файлів, на звертання до файлів усередині директорії;

важливою особливістю є те, що права доступу для хазяїна визначаються атрибутами для нього, права для одногрупника й інших для хазяїна ігноруються; аналогічно для одногрупника не грають ролі права для інших;

крім них атрибути SetUID SetGID – для файла, що запускаються, (не інтерпретованого) атрибути визначають запуск процесу правами не їхнього користувача, що запустив, а хазяїна й/або групи файла відповідно;

ще один атрибут – для директорії забороняє стирання файлів, що не належать стиранню;

розширений ACL (Access Control List, Список Керування Доступом) або посилання на ACL, якщо файлова система підтримує ACL;

(у класичній UFS – 13) посилань на кластери файлової системи (розкладка наведена для класичної UFS):

перші 10 указують на перші 10 кластерів файла;

11-й указує на кластер, що містить адреси наступних 128-ми кластерів файла (у класичній UFS розмір кластера – півкілобайта, а адреса кластера – чотири байти);

12-й указує на кластер, що містить адреси 128-ми кластерів, у свою чергу утримуючи адреси наступних 384 кластерів файла;

останній указує на кластер, використовується ще на один рівень більш, що дозволяє адресувати ще $2^{097} \cdot 152$ кластери файла;

разом виходить $2^{113} \cdot 674$ кластери по півкілобайта – трохи більш гігабайта у файловій системі, здатної працювати з томами до двох терабайт (2^{32} кластерів по півкілобайта).

У сучасних UFS багато чого змінено: можна задавати довільний розмір кластера й використовувати 64-бітні покажчики, так що обмежені класичної UFS давно переборено. Основна перевага такої адресації в тому, що маленькі файли, до яких часто звертаються, досяжні прямо з inode, так само швидко відбувається звертання до початку великого файла; звернення до середини й кінця великого файла відбуваються повільніше, ніж до початку, але автори не уявляють, як можна за безпечити більшу швидкість, не накладаючи твердої вимоги дефрагментованості файла або хоча б таблиці розміщення його кластерів.

У багатьох UFS якщо після створення файла в кластер нічого не писалось (наприклад, після відкриття файла перемістили покажчик далеко й щось туди записали), то цей кластер не приділяється місце, а посиланню, що повинна на нього вказувати, привласнюється 0 (це особливо актуально у використанні hash-таблиць, звичайно мають усередині себе порожній простір). Те ж саме робиться якщо кластер виявляється заповнений нулями (незаповнене місце вважається залитим нулями, хоча покладатися на це програмістові автори б не радили). На думку авторів даного навчального посібника це непоганий спосіб економії місця.

Частина систем UFS реалізовані як стійки з журналом, а частина за традицією обходиться без цього – вважається, що якщо на машині зберігаються дійсно важливі дані, те цю машину можна забезпечити безперебійним живленням не підпускати до ламерів.

NetWare – відомостей про пристрій файлової системи NetWare немає – автори лише знають, що вона якась своя, природна, більш ефективна, ніж FAT, більш складна ACL, ніж класичний Unix для owner, group other.

Висновок – розвиток файлових систем персональних комп'ютерів визначався двома факторами – появою нових стандартів і зростанням вимог до характеристик файлової системи з боку прикладних програм (розмежування доступу, підтримка довгих імен файлів у форматі UNICODE). Спочатку, для файлових систем першорядне значення мало збільшення швидкості доступу до даних обсягу збереженої службової інформації. Згодом з появою більш швидких жорстких дисків, збільшенням обсягів, на перший план вийшла вимога надійності зберігання інформації, що привело до необхідності надлишкового зберігання даних.

Еволюція файлової системи була прямо пов'язана з розвитком технологій реляційних баз даних. Файлова система використовувала останні досягнення, розроблені для застосування в СУБД: механізми транзакцій, захисту даних, систему самовідновлення в результаті перебоїв.

1.1.3. Класифікація систем відображення інформації, їх параметри та характеристики

Більшість сучасних графічних плат використовують спеціально виділене рознімання електроживлення, рис. 1.3.

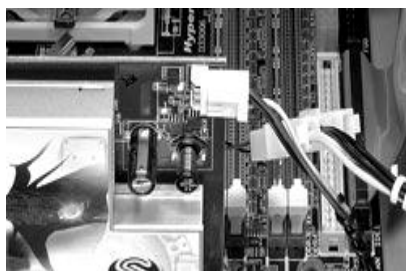


Рис. 1.3. Рознімання електроживлення графічних плат

Правильно встановити графічну плату неважко. Робиться це так.

1. Завантажте найбільш свіжий драйвер компанії ATI (www.ati.com) або nVidia (www.nvidia.com). Замість нього можна використовувати драйвер на компакт-диску, прикладеному до вашої нової плати. Однак

якщо плата не виключає роботу зі стандартним драйвером ATI або nVidia (перевірте в документації плати), то краще відправитися саме в Мережу й переписати звідти найбільш новий драйвер.

2. Видаліть старий драйвер за допомогою утиліти "Установка й видалення програм" на Панелі керування Windows. Він повинен бути зручно позначений як nVidia drivers або ATI drivers.

3. Виключіть комп'ютер.

4. Розкрийте корпус і від'єднайте кабель електроживлення (якщо такий є) від старої відеоплати.

5. Видаліть в ПК графічну плату. На одному з кінців більшості рознімів AGP і PCIe є або маленький важілець, або затиск, який потрібно попередньо звільнити.

6. Вставте нову плату. Переконайтеся, чи добре важілець або затиск закріпили її на потрібному місці.

7. Підключіть кабель електроживлення.

8. Включіть ПК, але не закривайте корпус – раптом плату доведеться переставляти.

9. Коли Windows знайде нове обладнання й запропонує вам установити драйвер, виберіть опцію "Скасування".

10. Двічі клацніть на значку драйвера, встановленого вами на першому кроці (або скористайтеся драйвером, наявним на CD), і додержуйтеся екранних інструкцій по установці.

Перезавантажте ПК, заново встановіть налаштування Робочого стола – і насолоджуйтеся своєю новою графічною платою.

Відеосистема – сукупність програмно-апаратних засобів працюючих спільно синхронно й забезпечуючи кінцевий ввід-вивід інформації.

Програмно-апаратні засоби включають – пристрій кінцевого відображення інформації (монітор-проектор).

Пристрої обробки відеоінформації (відеокарта TV-TUNER, акселератори та інші контролери).

Основний пристрій відеосистеми – відеокарта.

Основний пристрій на відеокарті – контролер, він же відеочип.

відеочип – так ще називається мікросхема RAMDAC -> ЦАП-АЦП.

основна функція RAMDAC – перетворення з аналогового сигналу в цифрової.

По суті RAMDAC складається із двох частин: аналогової й цифрової.

Стандарти підключення відеокарти до комп'ютера:

EISA (дуже старий);

PCI (майже старий);

AGP (сучасний).

Характеристики відео карти:

1. Стандарт підключення.

2. Обсяг відеопам'яті.

3. Тип і модель відеоконтролера або відеочипа.

4. Фірма виробник.

5. Частота роботи пам'яті.

6. Додаткові функції акселерації.

7. Додаткові технічні можливості (TV-TUNER, відеовхід, відеовихід, цифровий вхід і вихід).

Як мікросхеми в пам'яті використовуються спеціальні види відео-пам'яті:

1. SDRAM

2. SGRAM

3. VRAM

4. WRAM

Тип рознімання на відеокарті для підключення монітора 3-рядний 15-піновий, VGA-Рознімання.

Зображення, формоване відеокартою, виводиться на пристрої відображення у вигляді сукупності крапок.

При цьому кожна крапка має свої характеристики: координати розташування, тип кольоровості.

Діаметр точки формує характеристику у пристрої відеовідображення і називається зернистість (зерно).

0,2; 0,23; 0,19; 0,24 мм вивід інформації здійснюється в текстовому й графічному режимах.

Глибина кольору виміряється у кількості біт, що відводяться для визначення кольорів.

Акселератор – пристрій у вигляді спецконтролера (як правило, убудованого у відеочип, який може самостійно будувати найпростіші геометричні фігури – трикутник, прямокутник тощо).

У першооснові побудови всього відеозображення на моніторі (особливо складних зображень) лежать найпростіші геометричні фігури.

Основна геометрична фігура – трикутник.

Монітори

Характеристики монітора:

1. Контраст діагоналі (у дюймах показує ціле число 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 25, 28, 32).

2. Модель.

3. Фірма-виробник.

4. Тип маски.

5. Набір вертикальних частот розгорнень і відповідних їм дозволів екрана – режим роботи екрана.

Для 15-дюймових моніторів це 1024x768x85.

Для 17-дюймових моніторів це 1200x1024x85.

Для 19-дюймових моніторів це 1600x1200x85.

6. Підтримувані стандарти якості.

7. Можливості керування й настроювання.

8. Тип монітора.

9. Споживана потужність.

10. Фірма-виробник.

11. Тип маски.

11.1. Shadow Mask (Тіньова або дельтоподібна).

11.2. Slot Mask (Щілинна) в основному монітори Nec, LG.

11.3. Apperture Gril (Аппертурна гра) в основному монітори Sony Mitsubishi.

12. Тип монітора.

12.1. CRT (ЕПТ) електронно-променеві трубки.

12.2. LCD (Liquid Cristal Display) Рідкокристалічний дисплей дорогий.

12.3. Plasm (плазмова) більш дорога.

12.4. FED (Fild Emission Display) ціна між п. 1 і 3.

13. Підтримувані стандарти якості.

13.1. TCO 92, 95, 99, 200(1).

13.2. MPR.

Ініціатором розробки й впровадження та прийняття як стандартів виступила шведська конфедерація професійних колективів робітників. Крім того, у розробці стандартів існують стандарти 92, 95, 99, 200(1) років.

Стандарти визначають границі припустимих значень наступних характеристик.

1. Рівні випромінювань.

2. Припустимі значення частот розгорнень.

3. Енергозберігаюча функція.
4. Ергономічність.
5. Функціональність (виконання мінімальних кількостей заданих функцій).
6. Електростатичні норми.

Для відеокарт і відповідно підтримки для моніторів використовують слід. Порядки стандарту:

1. MDA.
2. HGC.
3. CGA.
4. EGA 640x350.
5. MCGA 640x400.
6. VGA 640x480.
7. ABM 8514 1024x768x256.
8. ABM XGA 640x480x64 (до – кольорів).
9. SVGA 1600x1200x24 (Біт).

Термінологія використання при формуваннях відеозображень:

1. Тесселяція (мозаїка) – апроксимація (наближення поверхні багатогранника) виконується ЦПУ.
2. Рендеринг – перетворення розрахованої мети у вигляді крапок і приміщення в буфер кадрів.
3. Антиаліасинг – усунення дефектів на границі кривих.
4. Альфаблендинг – накладення прозорих дефектів на ті, що знаходяться нижче.
5. Текстурування – зображення картинки у вигляді растрового зображення – масштабування.

Пристрій відеокарти

Відеоплата оперує деякими обсягами даних. Наскільки ці обсяги великі? Нехай на екрані у Вашому типі 800x600 крапок, тобто 480 000 крапок. Скільки байт потрібно для відображення кожної крапки? Це залежить від кількості кольорів, якими ви хочете користуватися. Якщо вас улаштує, щоб кожна крапка могла мати всього два кольори, покладемо чорний і білий, то вам відповідно необхідно на крапку один біт інформації. Тоді, нуль відповідає чорному кольору, одиниця – білому. Але чи досить вам двох кольорів на екрані. Зрозуміло, що ні! А ніж більш кольорів, тим більш біт необхідно зберігати для кожної крапки. Припустимо, ви дасте 1 байт (тобто 8 біт) на інформацію про колір кожної крапки. Скільки тоді буде РІЗНИХ кольорів на екрані? Стільки ж,

скільки РІЗНИХ значень може приймати 8-бітне число, тобто 256. Якщо вам потрібно більше ніж 256 кольорів, то одного байта на інформацію про колір крапки мало. Мінімальна кількість кольорів, які потрібно для звичайної роботи за комп'ютером, сьогодні вважається 65 536 кольорів, для передачі інформації про які потрібно 2 байти (16 біт) на кожну крапку на екрані. Такий колір прийнято називати 16-бітним. Якщо потрібно більш кольорів, то застосовують 24-бітний колір (3 байти), кількість кольорів на екрані відповідно $2^24 =$ приблизно 16 млн. Іноді застосовують і 32-бітний колір – 4 байти на крапку. Тепер можна порахувати, яка кількість інформації в один момент часу зберігається у відеоплаті. Нехай на екрані 480 000 крапок (дозвіл екрана 800x600), НА КОЖНУ З НИХ потрібна певна кількість біт для передачі інформації про колір (хоча б 2 байти), отже необхідний обсяг пам'яті для зберігання інформації про те що відображено на екрані – приблизно 1 Мбайт! (ніжало) у режимі 800x600x16 біт. А якщо дозвіл екрана 1600x1200 крапок і ви хочете 32-бітний колір, то інформація про один кадр буде займати в пам'яті близько 7,5 Мбайт. Але це не все. Зображення на моніторі не статичне. Воно змінюється, і частота цієї зміни може досягати 100 і більш разів у секунду (пізніше це буде описано більш докладно). Тоді відеоплата буде оперувати ніжалими обсягами даних. Усе це наводить на думку про те, що на відеокарті встановлена своя власна відеопам'ять, призначена для зберігання оброблюваної й виведеної інформації, і ніж більший обсяг цієї пам'яті, тим більший дозвіл і глибину кольору можна відобразити на моніторі. Наприклад, ваша відеоплата обладнана 2 Мбайт пам'яті, як наведено у рамці на рис. 1.4.

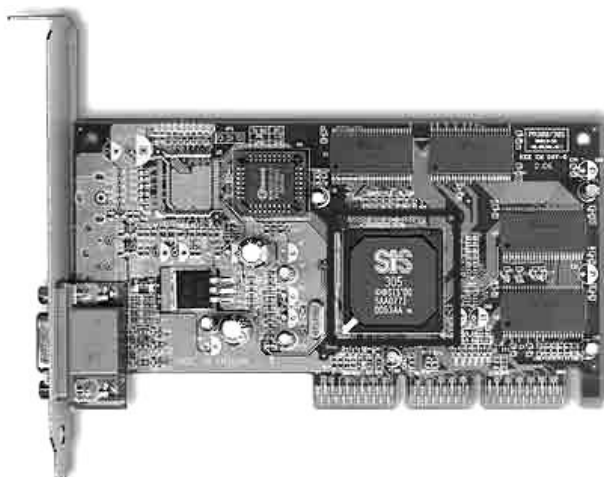


Рис. 1.4. Обладнана відеоплата 2 Мбайт пам'яті

Тоді, яку глибину кольору вона покаже в яких дозволах? Припустимо: в 800x600 на екрані 480 000 точок. Якщо на кожну по 16 біт, то всього потрібно трохи менше 1 Мбайта пам'яті, тобто відеоплата із двома Мбайтами пам'яті підтримує 800x600x16. Якщо колір 32-бітний, то потрібно трохи менше 2 Мбайт пам'яті, тобто й 800x600x32 підтримає така відеоплата. А якщо дозвіл 1024x768 точок? Тоді на екрані 786 432 точок. Якщо на кожну 2 байти, то знадобиться приблизно 1,5 Мбайт відеопам'яті, а якщо використовувати 32-бітний колір, то всього потрібно 3 Мбайт пам'яті. Відеоплата з 2 Мбайтами відеопам'яті не підтримує 32-бітний колір при дозволі 1024x768 через недолік обсягу відеопам'яті.

Автори поки що говорили про те, де зберігається інформація для висновку на екран, де відбувається перетворення в аналоговий сигнал, що передається безпосередньо на монітор, але ще нічого не говорилося про те, хто обробляє відповідну графічну інформацію. На відеоплаті розташований чип, наведений у рамці на рис. 1.5, що виконує функції відеопроцесора: він робить всі необхідні обчислення, обробляє всі цифрові дані, пов'язані з висновком інформації на екран.

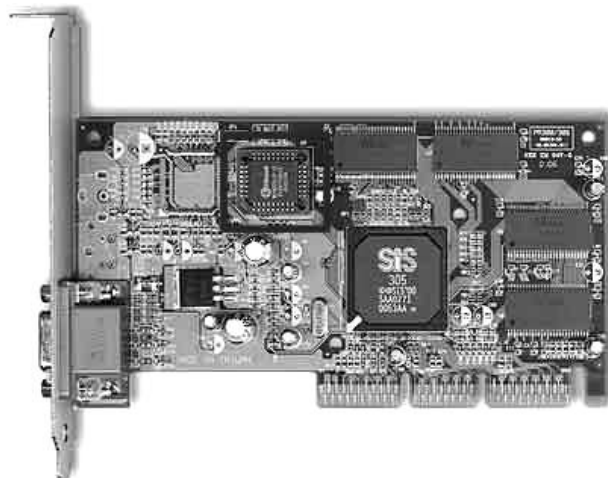


Рис 1.5. Чип відеопроцесора на відеоплаті

Природно, що від продуктивності відеопроцесора (далі будемо говорити: відеочипа) багато в чому залежить продуктивність відеоплати. Крім того, продуктивність відеоплати залежить і від продуктивності відеопам'яті, (за аналогією з оперативною): який би не був швидкий процесор, якщо йому повільно поставляють дані, його ефективна продуктивність спадає.

Нарешті, на відеоплаті присутня відео BIOS: постійна пам'ять, у яку записані екранні шрифти, службові таблиці й т. п.

ПЗП не використовується відеоконтролером прямо – до нього звертається тільки центральний процесор, і в результаті виконання ними програм із ПЗП відбуваються звертання до відеоконтролера й відео-пам'яті. ПЗП необхідно тільки для первісного запуску адаптера й роботи в режимі MS DOS; операційні системи із графічним інтерфейсом – Windows або OS/2 – не використовують ПЗП для керування адаптером – вони працюють через драйвера.

Крім того на відеоплаті звичайно розміщуються один або кілька рознімання для внутрішнього з'єднання; один з них зветься Feature Connector і служить для надання зовнішнім пристроям доступу до відеопам'яті й зображення. До цього роз'єму може підключатися теле-приймач, апаратний декодер MPEG, пристрій уведення зображення й т. п. На деяких платах передбачені окремі рознімання для подібних пристроїв.

Відеочип, що вміє не тільки "малювати" крапки певного кольору на екрані, але й уміє самостійно працювати з деякими примітивами, наприклад прямокутниками, відрізками, окружностями, уміє самостійно виконувати заливання кольором, уміє масштабувати зображення на екрані й багато чого іншого, називається **акселератором** або **прискорювачем**.

Розрізняють прискорювачі **двовимірної** й **тривимірної** графіки. Під **прискорювачем двовимірної графіки** розуміють відеочип, що може апаратно прискорювати обробку плоских примітивів, призначених для відображення плоских зображень, наприклад, графічного інтерфейсу Windows etc. **Прискорювач тривимірної графіки** повинен мати можливості побудови у двовимірній площині екрана проєкцій деяких тривимірних об'єктів, створюючи в такий спосіб ілюзію тривимірного зображення. Про акселерацію, при чому в основному про тривимірну акселерацію, ми поговоримо вкрай докладно в наступних розділах.

Які типи відеопам'яті використовують у сучасних відеоплатах? Як відеопам'ять нерідко використовували ті ж технології, що й в оперативній пам'яті. Використовували пам'ять типу FPM і EDO, потім застосовували SDRAM (і застосовують зараз), у цей час усе більш застосовують DDR SDRAM. По суті, сьогодні SDRAM і DDR SDRAM – єдині застосовувані типи пам'яті. Однак ще в часи панування пам'яті типу EDO, виникали

проблеми із продуктивністю відеопам'яті, і були розроблені спеціальні типи пам'яті, які були оптимізовані для обігів не центрального процесора, а відеопроцесора. Це такі типи пам'яті, як MDRAM, VRAM, WRAM.

VRAM (Video RAM – відео-ОЗП) – так звана двохпортова DRAM з одночасним доступом зі сторони відеопроцесора й центрального процесора комп'ютера. Дозволяє сполучати у часі вивід зображення на екран і його обробку у відеопам'яті, що скорочує затримку й збільшує швидкість роботи.

WRAM (Window RAM – віконне ОЗП) – EDO VRAM, у якому порт (вікно), через який звертається відеоконтролер, зроблений меншим, ніж порт для центрального процесора.

MDRAM (Multibank DRAM – багатобанкове ОЗП) – варіант DRAM, організований у вигляді безлічі незалежних банків обсягом по 32 КБ кожний, що працюють у конвеєрному режимі.

Кожний із цих типів пам'яті був призначений прискорити обмін відеопроцесор – відеопам'ять різними способами й застосування такого типу пам'яті на відеоплаті тих часів було ознакою високої якості плати й заслуговувало всілякої поваги. З іншого боку, з виходом SDRAM ці типи пам'яті відійшли на другий план і зараз зовсім не застосовуються.

З'являлися нові типи ігор – напівтривимірний "DOOM", повністю тривимірний "Descent", з'явилося поняття "z-buffer".

Це метод видалення невидимих поверхонь при зображенні складних тривимірних сцен. Працює приблизно так: є два масиви, в одному з яких зберігається зображення, виведене на екран (буфер кадру), в іншому – відстань до об'єктів від площини екрана (буфер глибини). Кожний предмет у сцені гри розкладається в растр (представляється набором крапок), і для кожної крапки вважається відстань до неї від екрана. І в буфер кадру заносяться, природно, ті крапки, відстань від яких до екрана мінімальна. Після цього буфер кадру виводиться на екран, і цикл повторюється. Метод простий у реалізації, і тому використовується майже у всіх тривимірних іграх.

Точне завдання поверхні компактне, але технічно непридатне для побудови сцен. Тому в 3 D-Графіку застосовують наближене подання гладкої поверхні безліччю дрібних плоских полігональних (тобто багатокутних) плиток, обробка яких елементарна. Така апроксимація (наближення) поверхні багатогранником називається **тесселяцією (tesselation – мозаїка)** цієї поверхні. Як плитки звичайно використовуються трикутники.

Рендеринг (render – представляти) – перетворення розрахованої сцени (після фази обробки полігонів) у вигляді пікселів у буфер кадрів (для наступного виводу на екран).

Рендеринг виробляється виділеним блоком Fill engine (движок заповнення) 3D акселератори графічного чипа, що обробляє "на лету" потік трикутників від попереднього блоку.

Виробляється піксельне заповнення трикутника. Для кожного пікселя спочатку обчислюється, чи є він видимим (звичайно за допомогою z-буфера). Якщо піксель не баніжо, то виводити його в буфер, мабуть, не потрібно.

Поняття аліасинга

Безпосередня растеризація будь-яких безперервних кривих на екрані приводить до їх зазубреності. Причому прямі лінії поводяться не краще (сходовий ефект, зображено на рис. 1.6.). Все це відбивається при рендеринзі пікселів на границі полігонів. Такий клас дефектів зображення, викликаних грубою дискретністю, називається **аліасингом** (aliasing – нерівність, ступінчастість).

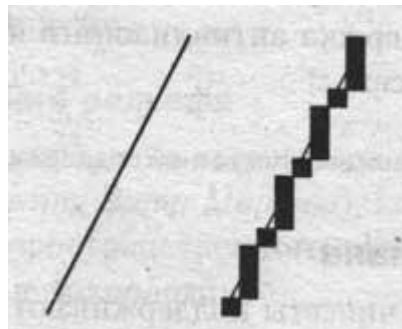


Рис. 1.6. **Сходовий ефект - Антиаліасинг**

Для придушення аліасинга застосовуються різні види антиаліасинга – фільтрація, що полягає в більш точному обчисленні кольору пікселів (насамперед крайових).

Антиаліасинг буває: крайовий (Edge Anti-Aliasing) – застосовується до пікселів на границі полігона; повний (Full Anti-Aliasing) – застосовується до всіх пікселів.

Розповсюджені 3D API

У цей час чипи підтримують два стандартних API:

Direct3D корпорації Microsoft для ОС Windows 9x, скорочено D3D. Це підмножина Microsoft Direct, що стандартно убудована в цю ОС, а нові версії доступні із сайту Microsoft.

OpenGL корпорації Silicon Graphic (SGI). Доступний в ОС Windows NT. В Windows 9x реалізований не повністю. Тому SGI розробила для Windows 9x посередник (іноді так званий порт) ICD (Installable Client Driver), що дозволяє використовувати OpenGL. Цей порт підтримують всі сучасні 3 D-Чипи. У свою чергу, Microsoft створила бібліотеку MCD (Mini Client Driver), що дозволяє задіяти основні можливості OpenGL в Windows 9x.

1.1.4. Класифікація сканерів, їх параметри та характеристики

У цьому пункті мова йтиме про процес перетворення документа або зображення в цифрову форму. Для цього служать пристрої, які називаються сканерами. Сканери подібні до пристроїв копіювання, тільки замість друку копії сканер передає відцифровані дані в комп'ютер. Сканери можна розділити на кілька груп: за типом інтерфейсу, типом сканованих документів. Після сканування документа за допомогою спеціальних програм дані передаються в комп'ютер для обробки, тобто скановане зображення можна зберегти у вигляді файлу.

Давайте розглянемо різні типи сканерів.

Ручні сканери

Найбільш старий тип сканерів розроблений наприкінці 80-х років фірмами Logitech і Genius. В основу роботи ручних сканерів покладений процес реєстрації відбитих променів світлодіодів від поверхні скануємого документа. Користувач повільно переміщає сканер по поверхні документа, а відбитий промінь приймається за допомогою лінз і перетворюється в цифрову форму. Потік даних зі сканера за допомогою програмного забезпечення перетворюється в цифрове зображення. Різні типи сканерів можуть реєструвати чорний або білий кольори, відтінки сірого, а сучасні моделі ручних сканерів можуть працювати з кольором глибиною до 24-біт (16,8 млн кольорів).

Інтерфейси ручних сканерів. Перші моделі ручних сканерів підключалися до комп'ютера за допомогою окремої інтерфейсної плати. У цей час практично всі пристрої цього класу підключаються до паралельного порту, рятуючи користувача від установки в комп'ютер окремої плати, що вимагає ресурсів і налаштування.

Переваги ручних сканерів:

Низька вартість. Оскільки в ручних сканерах "позиціонуючий механізм" виступає користувач (саме він самостійно переміщає сканер по поверхні скануємого документа), відпадає необхідність у цьому дорогому механічному елементі.

Портативність. З появою ручних сканерів, що підключаються до паралельного порту, їх можна використовувати як з настільними, так і з портативними комп'ютерами.

Сканування книг без їхнього ушкодження. За допомогою ручного сканера можна відсканувати книгу, не згинаючи й не розриваючи її. Це особливо важливо при скануванні стародавніх книг.

Недоліки ручних сканерів:

Відсутність механізму позиціонування. Оскільки швидкість переміщення сканера визначається користувачем, важко домогтися рівномірного переміщення сканера по всій поверхні документа. Звідси й виникають проблеми з якістю відцифрованого зображення. Деякі виробники випускають спеціальні лотки для правильного розташування й більш рівномірного переміщення сканера по поверхні оригіналу.

Оригінал по розмірах більш сканера. Це ще один істотний недолік ручних сканерів. Для рішення цієї проблеми використовується спеціальна програма, за допомогою якої можна "зшити" відскановані смуги зображення.

Листопротяжні сканери

Поступово ручні сканери були витиснуті сканерами, які використовують іншу технологію сканування, але зберігають ту ж відносно невисоку ціну. Мова йде про сканери, що використовують пристрій подачі оригіналу щодо нерухливого блоку сканування. Ця технологія застосовується в сучасних факс-апаратах. Найчастіше ці типи сканерів можуть працювати з документами формату Letter або A4.

Переваги листопротяжних сканерів:

Простота підключення. Найчастіше ці сканери підключаються до паралельного порту.

Низька вартість. Пристрій подачі оригіналу має нескладну конструкцію, тому додавання цього вузла не набагато збільшує вартість сканера.

Розмір. Листопротяжні сканери відрізняються невеликими розмірами, так що їх можна віднести до портативних пристроїв.

Недоліки листопротяжних сканерів:

Обмеження на дозвіл, що накладається механізмом сканування.

Обмеження на оригінал. На сканований оригінал накладаються обмеження, аналогічні обмеженням у факс-апаратах. Наприклад, не можна відсканувати нерозірвану книгу, а також прозорі плівки або слайди.

Незважаючи на описані обмеження, деякі виробники принтерів випускають модуль сканування, що працює за листопротяжним принципом. Останнім часом з'явилися моделі сканерів описаного типу, у яких можна сканувати прозорі плівки.

Настільні (планшетні) сканери

Як і в інших типах сканерів, у них використовується відбитий від оригіналу промінь. Але на відміну від ручних і листопротяжних пристроїв, настільні моделі мають більш точний механізм реєстрації відбитого променя. У цих моделях промінь проходить більш довгий шлях після й навіть до сканування, оскільки для сканування кольорових зображень він проходить через світлофільтри для розкладання на червону, зелену й блакитну складові.

Промінь світла падає на оригінал, відбивається від нього й через систему дзеркал попадає на світлочутливі діоди, де перетворюється в електричний сигнал. Цей сигнал надходить на аналого-цифровий перетворювач, де конвертується в сигнал, що становить пікселі оригіналу (чорні, білі, відтінки сірого або кольорові). Ця цифрова інформація передається в комп'ютер для подальшої обробки.

Переваги настільних сканерів

Можливість сканувати практично будь-який оригінал. Настільні сканери, як і копіювальні апарати, можуть сканувати оригінали різного розміру – від мініатюр до документів широко використовуваних форматів, а також книг. При установці додаткового модуля з'являється можливість сканування прозорих плівок, негативів і слайдів. Більшість цих модулів призначено для сканування слайдів шириною 35 мм.

Високий дозвіл. У настільних сканерах завжди використовується два типи дозволу – оптичний й інтерпольований. Оптичний дозвіл описує можливості апаратної (оптичної) частини сканера. Для збільшення чіткості деталей оригіналу застосовуються спеціальні програмні алгоритми, які забезпечує драйвер сканера. Цей другий дозвіл називається інтерпольованим. Звичайно він збільшує максимальний дозвіл сканера до 4x. Наприклад, оптичний дозвіл сканера 600 dpi, а максимальний інтерпольований – 2 400 dpi.

Оскільки цей інтерпольований дозвіл забезпечується програмними методами, при його використанні якість сканованого оригіналу може бути незадовільною. Але практично всі моделі сканерів забезпечують прийнятніше якість при інтерпольованому дозволі. Не можна застосовувати інтерполяцію при скануванні слайдів 35 мм.

Недоліки настільних сканерів:

Більші розміри. Настільний сканер формату А4 має розміри як мінімум 210×297 мм і займає значну частину робочого простору.

Обмеження на прозорі оригінали. Практично всі настільні сканери середнього й вищого рівня комплектуються модулем для сканування прозорих плівок або слайдів. Однак прийнятна якість досягається тільки при скануванні оригіналів більших розмірів. Не завжди якість сканування фотонегативів 35 мм зможе вас задовольнити.

Інтерфейси настільних сканерів

Усі сучасні моделі настільних сканерів використовують для підключення до комп'ютера інтерфейс паралельного порту або USB.

Паралельний порт

Цей інтерфейс застосуємо в сканерах низького рівня. Оскільки у всіх комп'ютерах є паралельний порт, то сканери із цим інтерфейсом найбільш універсальні. Сканери з паралельним підключенням володіють рядом істотних недоліків. По-перше, не завжди вдається забезпечити нормальну роботу сканера й принтера або іншого пристрою (Zip, LS-120 або CD-R/ CD-RW), підключених одночасно до паралельного порту. По-друге, швидкість передачі даних обмежена швидкістю паралельного порту, а це всього близько 1 Мбіт/с. І нарешті, коли такий сканер "сканує", то більш в цей час за комп'ютером нічого робити не можна – він практично не реагує на зовнішні подразники. Цей тип підключення сканера можна рекомендувати тільки в тому випадку, якщо з якихось причин інші інтерфейси використовувати неможливо.

Інтерфейс USB

Останнім часом досить великою популярністю стала користуватися шина USB, особливо після включення її підтримки в операційну систему Windows 9x. Цей тип підключення найбільш пасує непідготовленому користувачеві – потрібно лише підключити кабель, а система встановить самостійно все необхідне програмне забезпечення. Швидкість порту USB досягає 12 Мбіт/с.

Сканери для слайдів

У цих сканерах механізм подачі оригіналу орієнтований на слайди 35 мм або фотоплівку. У цих сканерах використовується великий оптичний дозвіл (1 900 – 2 700 dpi) і особливо точний механізм подачі оригіналу. У зв'язку із цим сканери для слайдів коштують досить дорого й тому займають незначну частину ринку скануючих пристроїв.

Барабанні сканери

Незважаючи на те, що настільні сканери можна доповнити спеціальними модулями для сканування слайдів, більш якісного результату можна домогтися, використовуючи барабанні сканери. Вони за безпечують оптичний дозвіл 8 000 dpi (настільні сканери високого рівня забезпечують дозвіл 3 000 dpi) і застосовуються в основному в додрукарській підготовці високоякісної поліграфічної продукції – повнокольорових журналів, каталогів і т. п.

У барабанному сканері оригінал прикріплюється до циліндра, що обертається зі швидкістю декількох тисяч оборотів за хвилину. Промінь висвітлює обертовий циліндр, і скановане зображення перетворюється в цифровий формат.

Завдяки високому оптичному дозволу барабанний сканер забезпечує якісне сканування деталей зображення й широкий діапазон відтворення світлих і темних тонів (динамічний діапазон). У деяких моделях барабанних сканерів можна виконувати й кольороподіл скануємого зразка. Вартість подібних пристроїв коливається в межах 10-30 тис. доларів.

TWAIN

Незалежно від використовуваного інтерфейсу, сканер не зможе працювати без відповідного драйвера. Один зі стандартів цих драйверів називається TWAIN.

(На офіційному Web-Вузлі TWAIN відзначається, що ця аббревіатура нічого не означає: TWAIN – це просто TWAIN. Однак існує неофіційна розшифровка – Technology Without an Interesting Name).

Перед появою стандарту TWAIN кожний сканер поставлявся із власним драйвером, що міг працювати тільки з певною програмою обробки зображень або розпізнавання тексту.

Стандарт TWAIN був розроблений у 1992 році групою продуктивних (175 учасників) апаратного забезпечення. TWAIN становить специфічний апаратний драйвер, який інтегрований у програми розпізнавання тексту,

обробки зображень, текстовий процесор і інші види програмного забезпечення. TWAIN-Сумісні програми можуть використовувати будь-який пристрій, що підтримує стандарт TWAIN, що встановлено в системі. TWAIN-Сумісні пристрої (сканери й, з недавнього часу, цифрові камери) поставляються із драйвером, що дозволяє одержувати доступ до цього пристрою всім програмам, у яких встановлена підтримка TWAIN. Якщо в системі використовується два TWAIN-Сумісних пристрої, то програма може одержати доступ до кожного з них (якщо, звичайно, сама підтримує стандарт TWAIN), незважаючи на те, що кожний пристрій використовує власний драйвер.

Наприклад, у програмі Photoshop всі TWAIN-Пристрої становлять джерело зображення; необхідно вибрати сканер, відсканувати оригінал, і зображення з'явиться у вікні програми Photoshop. Таким чином, доступ до пристрою здійснюється безпосередньо з додатка, тобто TWAIN є стандартизованим інтерфейсом рівня додатка. Сьогодні драйвера всіх сканерів працюють через інтерфейс TWAIN.

1.1.5. Класифікація принтерів, їх параметри та характеристики

Ромашкові принтери

Ромашкові принтери це те саме, що друкарські машинки. У свій час такі принтери були широко поширені, однак з появою більш швидкісних матричних ударних апаратів, а також лазерних принтерів, ромашкові практично зникли й у цей час такий спосіб друку використовується тільки в друкарських машинках.

Принцип роботи. Ромашкові друкувальні пристрої єдині серед всіх описаних принципів, які не формують зображення матрицею із крапок. Механізм друку досить простий і виконаний у такий спосіб. У механічних друкарських машинках кожна клавіша просто з'єднується з певним важелем, на кінці якого перебуває відповідна буква. При натисканні на клавішу відбувається удар матриці по барвній стрічці, а через стрічку по папері.

В іноземних машинках використовується колесо у вигляді ромашки, на пелюстках якого нанесені букви. Кількість пелюсток дорівнює кількості можливих символів плюс додаткові символи для різних способів друку.

Ромашка одягається на спеціальне колесо. Колесо через привід з'єднується із кроковим двигуном. Звичайно весь цей механізм разом із

двигуном підмотування стрічки, картриджем з барвною й коректувальною стрічкою виконуються на каретці. При включенні машинки відбувається початкове позиціонування колеса. Це дуже важливий момент у роботі машинки, оскільки від початкового положення відбувається відлік кожної наступної букви. Звичайно для позиціонування колесо прокручується на повний оборот і заціпається механічним способом. Після цього процес друку дуже простий. Користувач натискає на клавішу. Процесор обробляє натискання й відраховує скільки кроків потрібно зробити до наступної букви. Після цього кроковий двигун повертає колесо й зупиняє його на потрібній букві. Для удару по пелюстці ромашки використовується електромагнітний молоток. Через барвну стрічку пелюстка ударяє по папері. Каретка ставиться перпендикулярно циліндричному валу, за допомогою якого подається папір. Каретка рухається уздовж вала й у такий спосіб формується кожна наступна буква в рядку. Для переходу на наступний рядок вал повертається на один крок. Всі які використовуються двигуни, – крокові.

Можлива зміна ромашок, що дозволяє друкувати різними шрифтами або наборами символів.

Існує два види барвних стрічок:

1. Ганчіркова пофарбована барвником.
2. Пластикова з нанесеним барвником.

Стрічка другого виду може використовуватися як коректувальна стрічка. У такому випадку на неї наноситься білий барвник. Така стрічка дозволяє одержати більш чіткий відбиток, однак після кожного удару барвник повністю переноситься на папір. Після того, як стрічка повністю використовується, її потрібно замінити. Ганчіркова стрічка виконується у вигляді кільця, що дозволяє використовувати ті самі ділянки стрічки кілька разів.

Коректування відбувається в такий спосіб: механізм повертає каретку назад. Після цього відбувається заміна звичайної барвної стрічки на коректувальну, наприклад підняттям механізму каретки або підняттям натягнутої коректувальної стрічки. Після цього буква, яку потрібно виправляти, друкується заново, але вже через коректувальну стрічку.

Найпростіші машинки просто друкують букву після натискання на клавішу, а деякі мають функції редагування практично ідентичні текстовим редакторам. Однак навіть найпростіші машинки можуть запам'ятовувати надруковані букви з метою збереження можливості з наступного

виправлення. У сучасних друкарських машинках використовуються різні пристосування для полегшення життя користувачеві. Наприклад можливе редагування рядка або всього тексту на ЖК дисплеї з наступною печаткою.

Переваги:

висока якість відбитка, оскільки він не формується із крапок;
низька вартість друку.

Недоліки:

обмежений набір символів не дозволяє друкувати малюнки;
низька швидкість друку;
висока гучність.

Область застосування: Практично єдина область застосування такого способу друку сьогодні – електронні друкарські машинки, у принтерах не застосовується через те, що неможливий друк довільного зображення, розуміється, що не можна друкувати графікові зображення.

Серед лідерів можна виділити фірму Optima, досить відомі також Brother, Xerox, IBM і ін.

Матрично-ударні принтери

Строго говорячи всі сучасні принтери матричні, оскільки вони формують зображення матрицею із крапок (пікселей). Однак, говорячи про матричні принтери, в першу чергу маємо на увазі ударно-відбиткові принтери, у яких крапка формується за допомогою удару друкуючого елемента об папір через барвну стрічку.

Матричні (dot-matrix) принтери з'явилися давно. Вони швидко замінили ромашкові принтери, оскільки володіли рядом переваг. Вони були швидше, дозволяли друкувати будь-які зображення, а не тільки букви.

Принцип роботи. Механізм, що безпосередньо наносить зображення на папір називають друкуючою голівкою. Що становить друкуюча голівка? Вона складається із блоку голок (звичайно їх 9, але для поліпшення якості друку застосовують і 24 голки). Кожна голка вставляється в спеціальні напрямні й підпружинюється. Для того, щоб надрукувати крапку голка повинна зробити "укол" – різкий рух по напрямних убік барвної стрічки (при цьому голка небагато виступає за передню поверхню голівки, по якій ковзає барвна стрічка), пригорнути стрічку до паперу й повернутися у вихідне положення. При друці весь цей процес відбувається так швидко, що зіткнення з папером носить

характер удару, завдяки чому голка відскакує від пружного паперово-опорного ролика.

Існує два основних методи завдання такого руху: традиційний і "із запасеною енергією". В обох випадках для ініціації руху використовується електромагніт, котушка якого охоплює голку. У першому випадку голка втягується в електромагніт, як сердечник у котушку по якому проходить струм (як, наприклад, в електричних дзвінках). При цьому пружина, нанизана на голку, стискується й, після вимикання струму, повертає голку на місце, причому "відскік" за рахунок пружності паперу й опорного ролика дуже допомагає швидкому поверненню на місце. При другому способі пружина в стані спокою напружена за рахунок дії постійного магніту. При друці магнітне поле котушки, через яку пропускають струм, компенсує поле постійного магніту й запасена в пружині енергія штовхає голку до барвної стрічки. Потім напрямок струму міняють і сумарне поле котушки й постійного магніту повертає голку у вихідне положення.

У всіх випадках у результаті на папері одержуємо окрему крапку. З таких крапок і формується зображення.

Голівка кріпиться на каретці, і до неї підводить шлейф, через який передаються сигнали на окремі голки. Каретка в зборі рухається уздовж аркуша паперу по спеціальних напрямних.

Матричні принтери розраховані на печатку текстової інформації. Як правило принтер має кілька убудованих шрифтів і кодових таблиць. Більшість принтерів підтримують режими Condensed (друк вузьким шрифтом), Draft (швидкий друк – чорновий друк), і NLQ (near letter quality – якісне друкування, у цьому режимі кожна крапка пробивається два рази або ж відбувається зсув крапки при другому проході, що дає більш якісне зображення і як наслідок меншу швидкість друку). У режимах NLQ може використовуватися кілька різних шрифтів.

Вибір шрифту здійснюється або за допомогою кодів, що посилаються на принтер перед друком, або за допомогою клавіш панелі керування принтером. Саме тому матричні принтери усе ще мають купу кнопок і індикаторів, у той час як виробники лазерних і струменевих принтерів намагаються позбутися від зайвих кнопок, оскільки принтер як правило працює в середовищі Windows, де все можна настроїти через драйвер.

Матричні принтери усе ще популярні в цей час в основному завдяки не вимогливості до паперу й низькій вартості видаткових матеріалів. Існує багато підприємств, для яких якість і швидкість друку не критичні, а критична вартість володіння принтером.

Той спосіб матричного друку, що описали автори, не дозволяє досягти високої швидкості. І навіть найбільш швидкісний матричний принтер у підметки не годиться найбільш повільному лазерному принтеру, особливо якщо потрібний якісний друк. У той же час ринок вимагає швидкості й одночасно низької вартості друку. А якщо є попит, є й пропозиція.

Крім того, ще одна особливість матричних принтерів робить їх незамінними для друку деяких документів. А саме, голки матричного принтера при ударі залишають слід (вм'ятину) на папері. Такий слід важко вивести (тонер лазерника можна просто здряпати, чорнило струйника – змити). Недарма адже паспорти підписуються пером. Перо дряпає папір. Аналогічно працює й матричний принтер – на папері залишається слід. Навіть якщо вивести чорнило, повністю видалити сліди від голок не вдасться. Крім того, на матричному принтері можна друкувати "під копірку".

Давайте розглянемо переваги й недоліки матричних ударних принтерів.

Переваги:

- низька вартість видаткових матеріалів;
- невимогливість до паперу;
- досить висока надійність через простоту конструкції.

Недоліки:

- практично нездатні друкувати в кольорі;
- високі шуми при роботі;
- низька швидкість друку в молодших моделях, крім того швидкість різко падає при друці графіки або у високій якості;
- практично не призначений для друку графіки через велику площу голок.

Області застосування

Такі принтери застосовують там, де досить більші обсяги друку, однак у край важливу роль відіграє вартість використання принтера, а якість друку й зручність користувача особливої ролі не відіграють. Наприклад, такі принтери варто використовувати при друці більших

обсягів звітності. Однак недоліки матричних ударних принтерів приводять до поступового витиснення таких пристроїв з багатьох областей ринку. Втім, деяка потреба в таких пристроях буде завжди, доти, поки необхідний дешевий друк у більших обсягах. Застосовувати такий принтер вдома сьогодні немає особливого сенсу: він повільний, гучний і неякісний.

Безсумнівним лідером на нашому ринку є Epson. Це пов'язано в першу чергу з раннім проникненням на ринок і з високою якістю виробів. Крім того зараз важко скласти конкуренцію фірмі Epson, оскільки ринок таких пристроїв поступово зменшується.

Лазерні принтери

Сьогодні мало застосовуються такі методи друку, як "ромашковий" і матрично-ударний. Сучасні способи друку – лазерний й струменевий друк. Докладніше зупинимося на лазерному друці.

Принцип роботи. Принцип роботи лазерного принтера досить складний, розглянемо його коротко. Він заснований на відомій властивості – "прилипання" здрібненої полімерної фарби до статично зарядженої напівпровідникової поверхні. У лазерному принтері поверхня циліндра з напівпровідникового матеріалу рівномірно по площі заряджається від високовольтного джерела. Потім мінливим по інтенсивності тонким лазерним променем у потрібних місцях поверхня розряджається. За допомогою спеціального валика – електромагнітної щітки – пилоподібна фарба наноситься на циліндр. У тих місцях, де заряд залишається (промінь лазера його не торкнувся), порошини прилипають і обертанням циліндра переносяться на папір. Іншим електричним полем, що діє зі зворотної сторони паперу, частки фарби перетягаються на нього. Далі під впливом потужної лампи фарба плавиться й усмоктується в папір. Заряди, що залишилися на циліндрі, і фарба знімаються лампами, що розряджаються шкребокком.

Промінь лазера, що формує зображення, бігає уздовж циліндра, відбиваючись від багатогранного дзеркала. Циліндр і дзеркало обертаються рівномірно, а яскравість світла міняється під управлінням процесора. Точніше, спалахи світла повторюють розподіл біт у спеціально виділеній пам'яті, у якій процесором за допомогою програм друку нулями й одиничками формується зображення. Розмір цієї пам'яті повинен бути достатнім для побудови повної сторінки з усіма деталями. Справа в тому, що процес друку в лазерних принтерах має особливість:

почату сторінку необхідно додрукувати до кінця без зупинок, у протилежному випадку на ній неминуче з'являться великі дефекти. Якщо ви хочете одержувати зображення високої якості, тобто із проробленням дрібних деталей, то промінь лазера повинен бути дуже тонко сфальцьований, фарба – дрібно помелена, а буфер під формоване зображення – мати достатній обсяг, як мінімум сотні кілобайт. Друк робиться в такий спосіб: спочатку приводяться в дію оптико-механічні елементи принтера – лазер, багатогранне дзеркало, напівпровідниковий циліндр, джерела високої напруги; потім у темпі руху світла по утворюючого циліндра відбувається зчитування біт уздовж рядків буфера. Біти-нулі при цьому на промінь не впливають, а біти-одиниці гасять (перекривають) промінь за допомогою спеціального пристрою – модулятора. Отже, крапки на циліндрі, що відповідають бітам-одиницям, залишаються незасвіченими, і до них прилипають частки фарби, що переходять потім на папір.

У світлодіодних принтерах (OKI, Panasonic) замість лазера працює світлодіодна панель. Теоретично світлодіодна технологія більш надійна, оскільки більш проста. Адже не дарма фірма OKI дає на світлодіодні панелі у своїх принтерах довічну гарантію. Крім того, принтери зі світлодіодною панеллю більш компактні. З цієї ж причини світлодіоди часто використовують у ксерографічних цифрових плотерах. Однак на практиці більшість виробників віддає перевагу лазерній технології. Крім того, лазерні принтери працюють швидше, у той час як світлодіодні – більш дешеві.

Переваги лазерних принтерів:

- висока швидкість друку;
- швидкість друку не залежить від дозволу;
- висока якість друку;
- низька собівартість копії (на другому місці після матричних принтерів);
- безшумність.

Недоліки:

- висока ціна апарата;
 - високе споживання електроенергії;
 - дуже висока ціна кольорових апаратів.
- Струменеві принтери

Ще кілька років тому струменеві принтери були досить дорогим задоволенням. Струменевий принтер коштував близько 200\$. Якість

друку хоча й була вище, ніж у матричних принтерів, але проте відставала від лазерних. Крім того, найчастіше принтери вимагали паперу дуже високої якості.

Але навіть тоді була безліч безсумнівних переваг. У першу чергу – це колір. Навіть дорогий струменевий апарат коштував набагато дешевше найдешевшого кольорового лазерного принтера. Це співвідношення, в основному, збереглося й донині.

Однак за останні роки відбувся колосальний прорив. Струменеві принтери в цей час – найдешевші пристрої для друку з комп'ютера. Та й мабуть для друку взагалі. Якість друку мало уступає лазерному. Швидкість друку також наближається до швидкості молодших моделей лазерних принтерів. Якість кольорового друку на спеціальному папері (на жаль, дуже дорогий) у кращих моделей практично не відрізняється від якості фотографій. Можна сказати, що в наші дні ринок струменевих принтерів переживає бум. Прогрес у виробництві струменевих принтерів найбільш сильний порівняно з іншими друкувальними пристроями. Мається на увазі прогрес в обсягах продажів, а також у якості й швидкості друку. Єдине, що не дає струменевим принтерам повністю заповнити ринок – це висока вартість видаткових матеріалів у дешевих моделей принтерів.

Принцип друку

Існують два основних способи струменевого друку – термоструменевий (бульбашково-струменевий або Bubble Jet) і п'єзоелектричний (Ink Jet). Хоча найчастіше всі струменеві принтери називають Ink Jet.

До того, як перейти до безпосереднього розгляду технології друку, розглянемо принципи формування кольорових зображень. Як відомо, всі кольори можна одержати додаванням червоного, зеленого й синього на тлі чорного (модель RGB) або вирахуванням (з білого) блакитного, пурпурного й жовтого. Змішуючи їх у тих або інших пропорціях можна одержати будь-який колір.

У принтерах, природно, обрана колірною модель CMY (блакитний, пурпурний і жовтий). Крім того, звичайно в друкувальних пристроях використовується ще й чорний барвник (ДО). Це робиться для кращої передачі чорного кольору й здешевлення відбитків. Така модель називається CMYK.

Зображення формується шляхом нанесення на папір пофарбованої рідини (чорнила): чорного кольору, або пігментованої в один із кольорів

СМУ, або додаткові до СМУ кольори: світлі Cyan і Magenta. При потраплянні на папір ця рідина швидко усмоктується й висихає. У такий спосіб зображення залишається на папері. Друкуюча голівка становить матрицю сопів, через які чорнила подаються на папір. Сопла настільки тонкі, що чорнила не протікають через них, утримуючись за рахунок поверхневого натягу й спеціальної конструкції чорнильної ємності.

У термоструменевих принтерах кожне сопло забезпечується терморезистором. Для того щоб надрукувати окрему крапку на резистор подається напруга. Він нагрівається. У результаті цього утворюється паровий міхур, що виштовхує крапельку чорнила із сопла (звідси назва бульбашково-струменевий друк). Перевагою даної технології є безсумнівна дешевизна друкуючої голівки. Строк її роботи органічний і звичайно вона сполучається з картриджем. Такий принцип друку використовують більшість виробників: Hewlett Packard, Lexmark, Canon, Xerox. Недоліком є практично некерований "вибуховий" процес виштовхування краплі й, як наслідок, виникнення навколо крапки "туману" – малюсіньких крапельок.

Сопла п'єзоелектричної голівки забезпечуються п'єзоелементами на шляху подачі чорнила. При прикладанні електричної напруги відбувається деформація елемента й зміна обсягу, заповненого чорнилом. Оскільки рідина практично нестислива, то крапля чорнила виштовхується із сопла на папір. Перевагою такого способу друку є малий розмір краплі й керований процес її формування, а як наслідок – малий розмір крапки й відсутність додаткових крапельок. Недоліком – те, що така голівка коштує дуже дорого. Правда якщо користуватися фірмовим чорнилом, то вона служить довго й по видаткових матеріалах такий принтер виходить дешевше інших (якщо звичайно й на них використовуються фірмові видаткові матеріали). Такі голівки розробляє й використовує фірма Epson.

Для кольорового друку використовуються чорнило кольорів СМУ. Картриджі з кольоровим чорнилом можуть бути виконані у вигляді одного блоку, що звичайно зустрічається в дешевих або старих принтерах, або у вигляді окремих "чорнильниць". В останньому випадку користувачеві не доведеться викидати залишки чорнила через те, що в картриджі закінчився один із кольорів. Існує також клас фотопринтерів, які використовують шість кольорів замість чотирьох. Додаються так звані Light Cyan і Light Magenta. За рахунок цього досягається більш якісна передача відтінків кольору й півтонів. Фотографії, надруковані на таких

принтерах, виглядають як справжні. У всіх випадках відтінки одержують за рахунок більш-менш щільного заповнення аркуша крапками. Таке заповнення (растрування) завжди становить компроміс між кількістю відтінків і розв'язною здатністю друку (ніж більш відтінків, тим нижче розв'язна здатність і навпаки). Алгоритмів і способів растрування існує безліч і відповідає за них драйвер принтера.

Для досягнення прийнятної швидкості друку під час кожного проходу друкуючої голівки повинне бути надруковане максимальна кількість крапок. У цій ситуації виробник повинен зробити вибір між швидкістю (більш дорога друкуюча голівка й максимальна кількість сопів) і виробничими витратами (мінімальна кількість сопів).

У цей час основна боротьба ведеться за зменшення розміру краплі і, як наслідок, – підвищення дозволу. Кожний виробник має у своєму арсеналі ряд переваг і залежно від вимог, які висуваються до принтера, можна вибрати того або іншого виробника.

У всіх основних виробників існують власні технології підвищення якості друку й поліпшення передачі кольору. Слід зазначити технологію змінюваного розміру крапки Variable Size Droplet. Принтер, що використовує таку технологію, міняє розмір крапки залежно від того, яке зображення він друкує. Адже не секрет, що для досягнення однорідного заливання, крапля більшого розміру послужить краще, а для тонких напівтонових переходів, навпаки, потрібна менша крапля.

Слід також зазначити, що струменеві принтери великого формату сильно потіснили плотери (у дійсності вони практично витиснули пір'яні плотери), оскільки виготовити такий принтер не занадто складно і, як наслідок, ціна його не буде дуже високою. Крім того, струменевий плотер друкує швидше й може друкувати у кольорі.

Переваги:

- низька ціна пристрою;
- можливість друку у кольорі;
- відносно висока швидкість друку (порівняно з матричними принтерами);
- низькі шуми при роботі.

Недоліки:

- висока вартість видаткових матеріалів;
- низька швидкість (порівняно з лазерними пристроями).

Області застосування

Струменевий принтер ідеально підходить для домашнього застосування: низька ціна, можливість друку в кольорі, висока якість, незначний шум. У той же час користувач звичайно не друкує вдома купу документів, тому висока ціна видаткових матеріалів цілком прийнятна. Крім того, струменевий принтер безумовно знаходить застосування там, де необхідно високоякісно віддрукувати кольоровий документ, такий принтер – невід'ємний інструмент дизайнера.

Серед виробників струменевих принтерів на нашому ринку перше місце, безсумнівно, займає Hewlett Packard. Це пов'язано з тим, що у свій час ця фірма успішно потрапила на наш ринок зі своїми лазерними принтерами й заробила собі ім'я на цьому. Крім того, у цих принтерах можна використовувати не фірмові видаткові матеріали, оскільки все, чим ви ризикуєте – це заправлений картридж (якщо він звичайно не виліється в принтер і не пошкодить електроніку, правда гарантія при використанні перезаправлених картриджів анулюється).

Інші технології друку

Термопринтери

Термопринтери як такі практично не використовуються. Звичайно вони встановлюються у факсах, однак колись вони існували як окремі принтери. Принцип дії термопринтера дуже простий. Друкуючий елемент становить панель із елементів, що нагріваються. Залежно від подаваного зображення нагріваються ті або інші елементи, які змушують темніти спеціальний термопапір у місці нагрівання. Перевагою даного типу принтера безсумнівно служить те, що йому не потрібні видаткові матеріали крім спеціального паперу. Недолік – усе в тому ж спеціальному папері й повільній швидкості друку.

У цей час одержали розвиток принтери, що використовують термоперенос твердого барвника або сублімаційний перенос. Загальний принцип дії такий:

У голівці використовується керамічна підкладка із протравленими в ній резисторами. Розводи з керуючих чипів до резисторів клеяться до підкладки. Дані подаються на мікросхеми, які включають або виключають напругу на резистори. Підкладка покривається оксидом кремнію (тверде покриття), а іноді використовується напилювання, ідентичне алмазному.

Матеріал для переносу на папір складається з тонкого прозорого пластику, покритого тонким шаром воску, полімеру або гібридом воску й полімеру. Цей шар входить у безпосередній контакт із папером. У цей

час на резистор подається напруга, він нагрівається, у результаті чого віск або полімер переноситься на папір. Віск вимагає меншого ступеня нагрівання, полімер більшого. Те ж саме відноситься й до стійкості відбитків. Віск змазується, швидко вицвітає, у той же час як суміш воску з полімером або полімер очолюють список надійності. Однією з переваг термопереносу є те, що матеріал у край водостійкий. Після того, як віск перенесений на папір, пластикова підкладка відділяється від паперу, залишаючи віск на папері. Цей процес викликає сильну зарядку паперу статичною електрикою, і іноді використовується спеціальне устаткування для зняття статички. Іншою проблемою є те, що голівка сильно перегрівається, тому найчастіше використовують спеціальні алюмінієві радіатори.

При кольоровому друці доводиться робити кілька проходів з різними стрічками воску (використовується модель СМУК). Напівтонове растрівання найбільш часто використовується в цих принтерах. Деякі принтери дозволяють робити крапки різних розмірів. У загальному виді технологія зміни розміру крапки виглядає в такий спосіб. Використовується голівка з добрим охолодженням і дуже чітким регулюванням опору резисторів. Це дозволяє регулювати час і ступінь нагрівання кожної крапки, що дозволяє воску розтікатися по паперу. Ця технологія дає більш щільне заливання на більших площах. До термопринтерів можна також віднести й сублімаційні принтери, оскільки вони використовують нагрівання для переносу зображення на папір.

У цей час існує кілька видів сублімації. Розглянемо їх по черзі. Всі способи передбачають нанесення різних видів барвника на стрічку, з якої потім барвник переноситься на матеріал.

Сублімація барвника

При такому методі для генерації барвник переноситься зі стрічки за допомогою нагрівання термоголівки різною температурою. Залежно від температури відбувається перенос більшої або меншої кількості носія, у результаті чого утворюються різні відтінки кольору. Такий спосіб сублімації є найбільш повільним. Для друку використовується спеціальний папір з покриттям, у якому властиво й осідають барвники, що сублімуються.

Термовосковий перенос

При термовосковому переносі використовується не така висока, як у попередньому процесі, температура, щоб розплавити віск, нанесений на стрічку. Віск стікає й застигає на папері. Такий спосіб дозволяє

друкувати швидше, однак технологія дає найкращі результати на більших площах, що заливаються одним кольором. При друці повнокольорових малюнків стає явно видний растр як на струменевих принтерах з низьким дозволом.

Термовоскова гібридна сублімація

ТГС – це гібрид між восковим переносом і сублімацією барвника. Цей спосіб також називається справжньою або відкладеною сублімацією.

Термоголовка використовується для переносу сублімаційного барвника, що перебуває у восковому носії. Низька температура термовоскового процесу переносить частки сублімаційного барвника на папір, але не дозволяє йому сублімуватися. Така технологія орієнтована в першу чергу на повторний перенос, тобто відбиток переноситься на іншу поверхню. Для переносу використовується термопрес, що розплавляє віск і одночасно дозволяє барвнику сублімуватися на поверхню. Технологія, розроблена фірмою Sawgrass Systems, дозволяє одержати найкращий результат при повторному переносі. Оскільки сублімація барвника на матеріал з паперу відбувається тільки при повторному переносі.

Термічний перенос сухої смоли (ТПСС)

ТПСС аналогічний сублімації барвника. Але замість того, щоб переносити одну крапку зі стрічки на папір, ТПСС принтери перетворюють спеціальну зневоднену смолу в пару. Спеціально виготовлений папір абсорбує газоподібний барвник. У результаті виходять відмінні відтінки практично без растру. Такі принтери ідеально підходять для друку фотографій. Цей спосіб друку в основному відноситься до принтерів ALPS, які однак використовують і сублімацію барвника. Принтери дозволяють друкувати на різних матеріалах, використовуючи різні барвники, включаючи металеві.

Твердочорнильні принтери

Твердочорнильна технологія присутня в арсеналі фірми Tektronix, що є частиною фірми Xerox. Що становить твердочорнильний принтер? (Серія Tektronix 840-850). Барвники становлять тверді кубики кольорів СМΥК. Додавати їх можна навіть під час друку. Кожний кубик перебуває у власному відділенні. Чорнило розплавляється й подається в друкуючу голівку. Вона створює зображення на алюмінієвому барабані, з якого воно повністю переноситься на папір. Для того, щоб чорнила не засти-

гали на барабані, їх підігрівають. Ширина друкуючої голівки дорівнює ширині аркуша. Аркуш рухається щодо голівки, яка переносить на нього барвник. Найцікавішою в даному принтері є сама друкуюча голівка. Друкуюча голівка становить блок сопів (по 112 на кожний колір), постачених п'єзоелементами. При спрацьовуванні п'єзоелемента, крапля розплавленого чорнила попадає на барабан. Швидкість друку в кольорі доходить до 14 стор./хв., що дуже непогано для кольорового принтера, оскільки кольорові лазерні принтери початкового рівня не забезпечують таку якість друку. Принтер не рекомендується виключати з мережі, оскільки при цьому забиваються сопла друкуючої голівки. Прочищення її вимагає витрати чорнила, що коштує приблизно 20 дол. США. Правда в принтера є сплячий режим. На жаль, всі сублімаційні технології вимагають присутності прецизійної голівки. Тому такі принтери коштують досить дорого й не занадто поширені. Крім того, їх важко використовувати в офісі з тієї причини, що вони дорогі й швидкість друку в них низька. Вони розраховані в основному для дому й для повнокольорового друку, а також там, де потрібен подальший перенос барвника.

Переваги технології:

невисока вартість відбитка (аж до безкоштовного чорного барвника);

висока стійкість відбитка до зовнішніх впливів;
яскраві соковиті кольори.

Недоліки:

висока вартість апарата;
висока вимогливість до матеріалів;
слабка поширеність таких апаратів, що робить більш складним сервісне обслуговування й ремонт.

Не будемо зупинятися на виробниках факсів, скажемо лише, що найбільш відомі в нас Panasonic, Brother і Samsung.

Серед виробників термопринтерів досить важко виділити явного лідера у зв'язку з не дуже великим обсягом таких пристроїв у країнах СНД. У нас відомі в основному марки, що добре зарекомендували себе в інших галузях: Mitsubishi, Toshiba, Sony та і ін., що випускають в основному сублімаційні фотопринтери.

1.1.6. Класифікація звукових приладів, їх параметри та характеристики

Звукові карти

Оскільки звукові коливання (і відповідні їм електричні) за своєю природою мають аналогову форму, а комп'ютер може зберігати й обробляти інформацію тільки в цифровій формі, постає питання про цифрове подання звуку, наведеного на рис. 1.7. У подальшому під терміном "звук" будуть розумітися електричні коливання.

Процес перекладу електричних коливань, який безупинно змінює рівень напруги в послідовність двійкових чисел, називається аналого-цифровим перетворенням, або дискретизацією, а електронна схема (зараз найчастіше – чип), що здійснює таке перетворення, – АЦП (аналого-цифровий перетворювач), або DAC (Digital-Analog Converter).

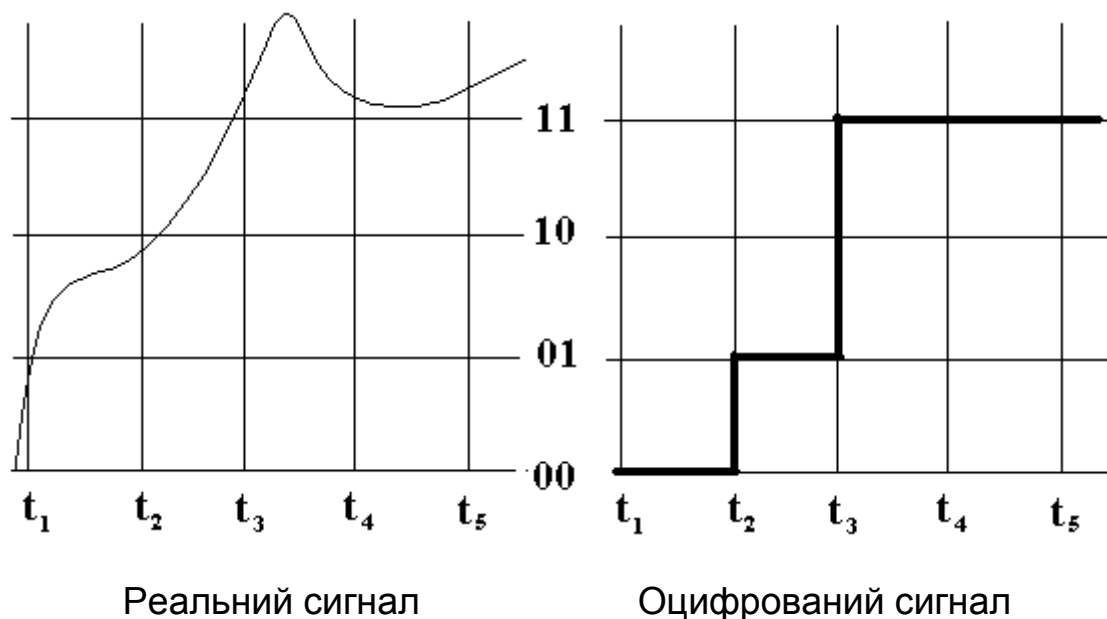


Рис. 1.7. Оцифрований сигнал звуку

Існує 2 параметри аналогово-цифрового перетворення – частота узяття відліку сигналу (частота дискретизації) і розрядність перетворення, біт. Для передачі сигналу без перекохувань точності частота дискретизації відповідно до теореми Котельникова-Найквіста повинна бути вдвічі вище, ніж найвища частота в спектрі сигналу. У звукових картах, як правило, використовуються частоти дискретизації 8, 22,05 і

44,1 кГц. Частота дискретизації визначається як $f_D = \frac{1}{t_{i+1} - t_i}$.

Кількість рівнів дискретизації визначається розрядністю слова, що відповідає одному відліку й дорівнює 2^{DO} , де DO – розрядність слова.

На рис. 1.5 показаний сигнал, відцифрований 2-розрядним АЦП. Як видно з рис. 1.5, відцифрований сигнал мало схожий на вихідний аналоговий. Очевидно, що з підвищенням частоти дискретизації й розрядності слова відцифрований сигнал буде усе менше відрізнятися від вихідного. Однак з підвищенням розрядності й частоти дискретизації різко зростає кількість обчислень для обробки сигналу цифровими методами й місце, необхідне для зберігання відцифрованого звуку. Тому для широкого застосування, як правило, використовується відцифровка з параметрами 16 біт, 44,1 кГц (з такими параметрами, наприклад, записана інформація на музичних компакт-дисках). Останнім часом усе більш використовується 24-біт, 96 кГц.

Способів аналогово-цифрового перетворення існує багато, але найпоширеніші 3:

паралельні – вхідний сигнал рівняється за рівнем з набором еталонних рівнів за допомогою спеціальних схем порівняння (компараторів). Найбільш проста схема для побудови АЦП із набору електронних компонентів і найбільш складна для реалізації АЦП у чипі, оскільки виготовлення точних еталонних рівнів – дуже дорога технологічна операція;

послідовного наближення – в АЦП убудований допоміжний ЦАП, що генерує еталонні рівні для наступного порівняння;

з виміром тимчасових інтервалів – напруга перетворюється в часовий інтервал, тривалість якого залежить від величини напруги. Потім вимірюється тривалість отриманого тимчасового інтервалу, по якій робиться висновок про величину напруги.

Після перетворення в цифрову форму звукові дані можуть бути відразу збережені на носій або над ними можуть вироблятися перетворення. Ці перетворення називаються цифровою обробкою сигналів і виконуються або центральним процесором комп'ютера, або спеціалізованим процесором, що перебуває на звуковій платі.

Зворотний процес називається цифроаналоговим перетворенням, що виконується за допомогою ЦАП (цифроаналогового перетворювача). Найпоширеніші способи перетворення:

Який зважає – кожному розряду слова, що видається на ЦАП, відповідає свій рівень напруги й цих рівнів складаються. Так, наприклад,

в 8-бітному ЦАП з максимальною вихідною напругою 2,55 У і мінімальним 0 У відповідність може бути такою:

розряд 7 – 1,28 В

розряд 6 – 0,64 В

розряд 5 – 0,32 В

...

розряд 0 – 0,01 В

широтно-імпульсний – на вихід схеми подаються імпульси постійної амплітуди й змінної тривалості, у такий спосіб змінюючи кількість видаваного заряду.

Як правило, перед видачею сигналу на вихід виробляється передискретизація з високою частотою й у такому виді дані подаються на вихід. Даний прийом дозволяє знизити шуми, викликані східчастою формою вихідного сигналу.

У звукових картах передача даних на згадку й з пам'яті виробляється по каналах DMA. Якщо звукова карта підтримує 2 канали DMA, вона називається повнодуплексною.

Способи синтезу звуку

Звукова карта призначена не тільки для запису-відтворення, але й для синтезу звуку. Способи синтезу звуку підрозділяються на 2 більші групи – WT (WaveTable) і FM (Frequency Modulation).

WT – синтез за допомогою хвильових таблиць. В оперативній (або постійній) пам'яті звукової карти зберігаються так звані семпли – зразки звуків, що видаються різними інструментами. Як правило, це від цифровані звуки, записані з реальних інструментів. Короткі звуки (наприклад, звук пострілу, удару або розбитого скла) зберігаються повністю, а для тривалих звуків записуються початок, кінець і "середня частина", програна багаторазово в циклі. Над семплами при відтворенні виробляються різні перетворення – підвищення або зниження частоти, фільтрація й т. п.

Синтез методом WT є одним із кращих за якістю, але в нього є 2 істотних недоліки.

Перший – відцифровані з гарною якістю інструменти вимагають для зберігання багато пам'яті. Втім, зараз у зв'язку з різким здешевленням пам'яті цей недолік поступово сходить нанівець.

Другий – набори інструментів не стандартизовані. Звучання того самого фрагмента на різних звукових картах може сильно розрізнятися.

FM – синтез за допомогою частотної модуляції. У звуковий чип з FM синтезом убудовано кілька генераторів сигналів (2 в OPL2 і 4 в OPL3) з можливістю зміни частоти й амплітуди. Генератори можуть управляти один одним.

Перевага даного методу – відсутність необхідності в більших обсягах пам'яті для зберігання записаних інструментів і гарна повторюваність звучання на різних звукових картах. Недолік – якість синтезованого звуку. Хоча синтез "електронного" звучання виробляється прекрасно, синтез звучання традиційних музичних інструментів викликає більші утруднення. Звук виходить неприродним, "електронним".

AWE – Advanced Wave Effects – технологія синтезу звуку, що використовується в синтезаторі EMU8000. EMU8000 використовує семпли, що зберігаються в ОЗУ або ПЗУ. Для кожного з 32 незалежних каналів може бути використаний свій набір інструментів і набір звукових ефектів. Набір інструментів для EMU8000 називають Sound Font.

MIDI-інтерфейс. Як правило, на звуковій карті присутня інтерфейс MIDI-Musical Instrument Device Interface. У протоколі MIDI будь-який вплив на елемент керування MIDI-Сумісного музичного інструмента (наприклад, натискання клавіші) викликає відповідну подію, що посиляється по інтерфейсу. Інструмент, якому призначене дане повідомлення, повинен відробити команду так само, як наче б дія вироблялася на ньому. Пристрої, які можуть лише відпрацьовувати вступників на них команди й не мають власних органів керування, називають тонами-генераторами. Пристрої, які генерують MIDI-повідомлення й не мають блоків формування звуку, називають MIDI-Контролерами. Один MIDI-Інтерфейс може містити до 16 незалежних каналів, по кожному з яких передаються повідомлення. Припустимо одночасне використання декількох інтерфейсів MIDI для одного інструмента. При записі MIDI-повідомлення доповнюються тимчасовими мітками для збереження темпу при наступному відтворенні.

Набори інструментів (тембрів) зберігаються в банках пам'яті, в одному каналі в сучасний момент часу може використовуватися тільки один банк. За замовчуванням використовується нульовий банк, перемикання банків виробляється спеціальною командою. В PCI звукових картах MIDI банки зберігаються в оперативній пам'яті комп'ютера.

Набори тембрів стандартизовані й можуть бути одним з 3 видів:

GM – General MIDI – стандарт на загальний для всіх MIDI-Пристроїв набір інструментів. По стандарту GM синтезатор повинен мати 128 мелодійних і 46 ударних інструментів.

GS – General Synth – стандарт на набір інструментів фірми Roland. Може розглядатися як розширення GM, що містить додаткові набори мелодійних і ударних інструментів, а також звуки, що не відносяться до перерахованих вище двох груп (наприклад, звук мотора, скрип дверей).

XG – Extended General – розширення GS, що включає як додаткові інструменти, так і звукові ефекти (затримка, луна й т. д.).

Усі MIDI-Сумісні пристрої мають 3 рознімання – вхід, вихід і наскрізний – для передачі сигналу далі. MIDI-Пристрої діляться на передавачі й приймачі. Один передавач допускає підключення до 5 приймачів.

Реалізація електричної частини інтерфейсу MIDI у звуковій карті виробляється пристроєм MPU-401 (MIDI Processing Unit). Набір інструментів (тонгенератор) реалізований у модулі MT-32, частково сумісному з GM.

ASP/CSP (Advanced Signal Processor/Creative Signal Processor), зазначений на рисунку – спеціалізований чип фірми Creative. Служить головним чином для апаратного стиску звукових даних, іноді для створення звукових ефектів.

Типи звукових карт

1) Sound Blaster 1.0 – моно 8 біт, 22 Khz, OPL2;

2) Sound Blaster 2.0 – моно 8 біт, 44 KHz, OPL2;

3) Sound Blaster Pro – стерео 8 біт, 44 Khz, OPL3;

4) Sound Blaster 16 – стерео 16 біт, 44 Khz, OPL3;

5) Sound Blaster AWE 32 – стерео 16 біт, 44 Khz, OPL3, Wave Table Synthesis.

Dolby Digital 5.1

Останнім часом для одержання "об'ємного" звучання застосовується система Dolby 5,1. Система складається з 5 "звичайних" динаміків (сателітів), що працюють у повному діапазоні звукових частот і одного низькочастотного, працюючого в смузі частот 10-120 Гц (Сабвуфера). 4 динаміки розташовуються по кутах кімнати, 1 динамік і сабвуфер – фронтально. Звукова інформація зберігається в стислому виді, подібно MP3. Спочатку дана технологія замислювалася для відеофільмів

(для мовної інформації використовується тільки фронтальний канал, а інші служать для звукового фону, що дуже зручно для перекладу фільмів іншою мовою).

Варто помітити, що технологія Dolby Digital дозволяє кодувати від 3 до 6 каналів, так що в деяких іграх будуть задіяні не всі динаміки.

Microsoft DirectSound3D

DirectSound3D (DS3D) становить універсальний API, що дозволяє розроблювачеві додатка помістити слухача (гравця) і джерела звуку (із заданою гучністю) у потрібні місця. Є відкритим стандартом, що підтримується практично всіма звуковими чипами. Є частиною API Direct. Допускається одночасне маніпулювання файлами – джерелами звуку, передбачена можливість програмної зміни рівня, частоти й панорамності звуку, створення ефекту видалення джерела й навіть ефекту Доплера (зміна частоти при видаленні й наближенні). Також закладена інтерактивність, тобто можливість "на льоту" змінювати положення джерел звуку й слухача. Передбачено поширення звуку по напрямку й наростання гучності при наближенні джерела до слухача.

Ні число стовпчиків, ні алгоритм апаратної реалізації не обмовляються – це справа виробника. В існуючих чипах є реалізації DirectSound3D на 2 і 4 стовпчики, а також на навушники. Однак у випадку 4 стовпчиків існує невизначеність у розподілі джерел по каналах (це визначає розроблювач), тому додаток може звучати по-різному на різних чипах.

Microsoft DS3D із всіх застосовуваних технологій найбільш проста й мало функціональна, однак підтримується практичними всіма сучасними аудіочипами.

Creative Environmental Audio Extension (EAX)

Технологія Creative Environmental Audio Extension (EAX) розширює можливості MS DirectSound3D, додаючи в неї облік наявності границь віртуальних приміщень. Звичайна дія у грі відбувається в закритих приміщеннях, для яких характерний ефект реверберації. Виявляється, що неухажні залишки звуків (відбиті і ослаблені) сильно впливають на сприйняття слухача.

EAX становить API, що додає ефект реверберації до звукових потоків, створюваних DS3D. Так само, як і DS3D, є відкритим стандартом. Назва EAX нагадує про те, що границі приміщення трактуються як акустичне середовище (environment), що оточує слухача й джерела звуку.

Застосування технології ґрунтується на статистичних реверсераційних властивостях приміщень (середня печера, середня або маленька кімната й т. д.). Розроблювач просто вибирає приміщення з декількох десятків варіантів (арена, концертний зал і т. д.) або створює своє. У результаті гравець чує, як змінилася акустика при переході від сходів у зал (однак якщо геометрія залу змінилася, наприклад, у стіні утворився пролом, то врахувати це неможливо).

Реверберацію розраховує чип, що підтримує EAX залежно від заданих розмірів приміщення, спрямованості джерел звуку, взаємного розташування слухача й джерел звуку.

Ці параметри інтуїтивно зрозумілі й прості для розроблювача. У силу простоти алгоритмів вони дуже мало завантажують ЦП і дають непогані результати. Розроблювач також може створити своє середовище.

Украй цікаво, що EAX можна накладати на будь-який звуковий канал, наприклад програвати музичний компакт-диск із EAX-установкою "Концертний зал" на звичайних домашніх колонках.

Aureal A3D

Ця технологія функціонально еквівалентна DS3D і EAX. Aureal A3D використовує:

- прямий звук від джерел (що еквівалентно DS3D);

- імітацію відбиття звуку від перешкод і післязвучання (що еквівалентно EAX).

Команди Aureal A3D аналогічні командам DS3D. Облік реверберації здійснюється принципово іншим методом, ніж в EAX. Геометрія сцени розраховується на кожному кроці, тому геометрія приміщення може мінятися. (Наприклад, ураховується те, що двері в процесі гри відкриваються й закриваються). Перевагою такого підходу є більша точність обліку геометрії приміщення, наприклад наявність дверей арок.

Недоліком технології вважається більша обчислювальна складність, що вимагає ресурсів процесора. Однак у цей час технологія вже дозволяє розраховувати перші 64 відбиття, що досить для моделювання звукових ефектів, при цьому завантаження процесора перебуває на рівні 5 – 10 %. Технологія апаратно працює тільки на чипах серії VORTEX, зроблених Aureal. Інші виробники обмежуються програмною емуляцією Aureal A3D (на рівні драйверів).

QSound Q3D

API Q3D підтримує систему команд DS3D, EAX і симулює A3D (трансляючи її у виклики DS3D). Компанія QSound сама чипи не робить, але ліцензує технологію їхнім виробникам. Метод реалізації реверберацій називається QEM. У цей час є версія 1.0, сумісна з EAX 1.0, і готується до випуску версія 2.0. Найбільш добре реалізований вивід тривимірного звуку в навушники, для чотирьох стовпчиків використовуються простої панорамування на задні стовпчики, що приводить до невиразного звучання.

Технологія використовується ліцензована й використовується деякими фірмами-виробниками чипів.

Sensaura Sensaura3D

Дана технологія також має свій API Sensaura3D, що підтримує систему команд DS3D, EAX і симулює A3D (трансляючи її у виклики DS3D). Компанія Sensaura сама чипи не робить, але ліцензує свою технологію їхнім виробникам. Унікальним компонентом є технологія MacroFX для відтворення близьких звуків (наприклад, писку комара). Новою технологією є й ZoomFX – відтворення звуків від некрапкових джерел (наприклад, великого локомотива, що проноситься мимо). Розроблювачі збираються її оформити як доповнення до DS3D, аналогічно EAX.

Технологію використовують чипи компаній Cirrus Logic, ESS, Yamaha.

Таким чином, найпоширенішим сьогодні є API Microsoft DS3D, його підтримують всі чипи, однак у нього мало можливостей. Лідерами ринку безумовно є два API: розроблений Aureal A3D, що дозволяє досягти дуже добре позиціонованого в просторі звуку й API фірми Creative EAX, що дає високоякісні ефекти навколишні (Surround) звуку, з його допомогою, наприклад, можна реалізовувати звук, характерний для деякого приміщення. У яких чипах яких фірм реалізовані всі ці можливості, буде говоритися пізніше.

1.1.7. Класифікація накопичувачів даних, їх параметри та характеристики

У даному пункті автори стисло розглянуть основну термінологію, що застосовується при описі магнітних дисків і контролерів, а потім наведемо типові характеристики декількох сучасних дискових підсистем.

Дисковий накопичувач звичайно складається з набору пластин, що становлять металеві диски, покриті магнітним матеріалом і сполучені між собою за допомогою центрального шпинделя. Для запису даних використовуються обидві поверхні пластини. У сучасних дискових накопичувачах використовується від 4 до 9 пластин. Шпиндель обертається з високою постійною швидкістю (звичайно 3 600, 5 400 або 7 200 оборотів за хвилину). Кожна пластина містить набір концентричних доріжок, що записуються. Звичайно доріжки діляться на блоки даних об'ємом 512 байт, які іноді називають секторами. Кількість блоків, що записуються на одну доріжку, залежить від фізичних розмірів пластини і щільності запису.

Дані записуються або прочитуються з пластин за допомогою головок запису/зчитування, по одній на кожну поверхню. Лінійний двигун становить електромеханічний пристрій, який позиціонує головку над заданою доріжкою. Звичайно головки кріпляться на кронштейнах, які приводяться в рух каретками. Циліндр – це набір доріжок, відповідних одному положенню каретки. Накопичувач на магнітних дисках (НМД) становить набір пластин, магнітних головок, кареток, лінійних двигунів плюс повітронепроникний корпус. Дисковим пристроєм називається НМД з електронними схемами, що відносяться до нього.

Продуктивність диска є функцією часу обслуговування, який включає в себе три основних компоненти: час доступу, час очікування і час передачі даних. Час доступу – це час, необхідний для позиціонування головок на відповідну доріжку, що містить шукані дані. Воно є функцією витрат на початкові дії по прискоренню головки диска (порядку 6 мс), а також функцією числа доріжок, які необхідно перетнути на шляху до шуканої доріжки. Характерний середній час пошуку – час, необхідний для переміщення головки між двома випадково вибраними доріжками, лежать в діапазоні 10-20 мс. Час переходу з доріжки на доріжку менше 10 мс і звичайно становить 2 мс.

Другим компонентом часу обслуговування є час очікування. Щоб шуканий сектор повернувся до поєднання з положенням головки потрібний деякий час. Після цього дані можуть бути записані або прочитані. Для сучасних дисків час повного обороту лежить в діапазоні 8-16 мс, а середній час очікування становить 4-8 мс.

Останнім компонентом є час передачі даних, тобто час, необхідний для фізичної передачі байтів. Час передачі даних є функцією від числа байтів (розміру блоку), що передаються, швидкості обертання, щільності

запису на доріжці і швидкості електроніки. Типова швидкість передачі рівна 1 – 4 Мбайт/с.

До складу комп'ютерів часто входять спеціальні пристрої, які називаються дисковими контролерами. До кожного дискового контролера може підключатися декілька дискових накопичувачів. Між дисковим контролером і основною пам'яттю може бути ціла ієрархія контролерів і магістралей даних, складність якої визначається головним чином вартістю комп'ютера. Оскільки час передачі часто становить дуже невелику частину загального часу доступу до диска, контролер у високо продуктивній системі роз'єднує магістралі даних від диска на час позиціонування так, що інші диски, приєднані до контролера, можуть передавати свої дані в основну пам'ять. Тому час доступу до диска може збільшуватися на час, пов'язаний з накладними витратами контролера на організацію операції вводу-виводу.

Розглянемо тепер основні складові часу доступу до диска в типовій підсистемі SCSI. Така підсистема включає в себе чотири основних компоненти: основний комп'ютер, головний адаптер SCSI, вбудований в дисковий пристрій контролер і власне накопичувач на магнітних дисках. Коли операційна система отримує запит від користувача на виконання операції вводу-виводу, вона перетворює цей запит у набір команд SCSI. Запитуючий процес при цьому блокується і відкладається до завершення операції вводу-виводу (якщо тільки це був не запит асинхронної передачі даних). Потім команди пересилаються за системою шин у головний адаптер SCSI, до якого підключений необхідний дисковий накопичувач. Після цього відповідальність за виконання взаємодії з цільовими контролерами і їх пристроями лягає на головний адаптер.

Потім головний адаптер вибирає цільовий пристрій, встановлюючи сигнал на лінії управління шини SCSI (ця операція називається фазою вибору). Звичайно, шина SCSI повинна бути доступна для цієї операції. Якщо цільовий пристрій повертає відповідь, то головний адаптер пересилає йому команду (це називається фазою команди). Якщо цільовий контролер може виконати команду негайно, то він пересилає в головний адаптер запитані дані або стан. Команда може бути обслужена негайно, тільки якщо це запит стану, або команда запитує дані, які вже знаходяться в кеш-пам'яті цільового контролера. Звичайно ж дані не доступні, і цільовий контролер виконує роз'єднання, звільняючи шину SCSI для інших операцій. Якщо виконується операція запису, то за

фазою команди на шині негайно слідує фаза даних, і дані вміщуються в кеш-пам'ять цільового контролера. Підтвердження запису звичайно не відбувається доти, поки дані дійсно не запишуться на поверхню диска.

Після роз'єднання цільовий контролер продовжує свою власну роботу. Якщо в ньому не передбачені можливості буферизації команд (створення черги команд), йому треба тільки виконати одну команду. Однак, якщо створення черги команд дозволене, то команда планується в черзі робіт цільового контролера, при цьому обробляється команда, що володіє найвищим пріоритетом у черзі. Коли запит стане володіти найвищим пріоритетом, цільовий контролер повинен обчислити фізичну адресу (або адреси), необхідну для обслуговування операції вводу-виводу. Після цього стає доступним дисковий механізм: позиціонується каретка, підготовлюється відповідна головка запису і обчислюється момент появи даних під головкою. Нарешті, дані фізично прочитуються або записуються на доріжку. Прочитані дані запам'ятовуються в кеш-пам'яті цільового контролера. Іноді цільовий контролер може виконати зчитування з переглядом уперед.

Після завершення операції вводу-виводу цільовий контролер у разі свободи шини сполучається з головним адаптером, услід за ніж виконується фаза даних (при передачі даних з цільового контролера в головний адаптер) і фаза стану для вказівки результату операції. Коли головний адаптер отримує фазу стану, він перевіряє коректність завершення фізичної операції в цільовому контролері і відповідним чином інформує операційну систему.

Однією з характеристик процесу вводу-виводу SCSI є велика кількість кроків, які звичайно не видно користувачеві. Звичайно на шині SCSI відбувається зміна семи фаз (вибір, команда, роз'єднання, повторне з'єднання, дані, стан, роз'єднання). Звичайно кожна фаза виконується за деякий час, що витрачається на використання шини. Багато які цільові контролери (особливо повільні пристрої подібні магнітним стрічкам і компакт-дискам) споживають значну частину часу на реалізацію фаз вибору, роз'єднання і повторного з'єднання.

Варіанти застосування високопродуктивних підсистем вводу-виводу широко варіюються залежно від вимог, які до них пред'являються. Вони охоплюють діапазон від обробки малого числа великих масивів даних, які необхідно реалізувати з мінімальною затримкою (ввід-вивід суперкомп'ютера), до великого числа простих завдань, які оперують з малими об'ємами даних (обробка транзакцій).

Запити на ввід-вивід заданого робочого навантаження можна характеризувати в термінах трьох метрик: продуктивність, час очікування і пропускна спроможність. Продуктивність визначається кількістю запитів на обслуговування, що отримуються в одиницю часу. Час очікування визначає час, необхідний на обслуговування індивідуального запиту. Пропускна спроможність визначає кількість даних, що передаються між пристроями, що вимагають обслуговування, і пристроями, що виконують обслуговування.

Оскільки системи обробки транзакцій витрачають велику частину часу обслуговування на пошук і очікування, технологічні успіхи, що приводять до скорочення часу передачі, не будуть мати особливого впливу на продуктивність таких систем. З іншого боку, в наукових застосуваннях на пошук даних і на їх передачу витрачається однаковий час, і тому продуктивність таких систем виявляється дуже чутливою до будь-яких удосконалень в технології виготовлення дисків. Як буде показано нижче, можна організувати матрицю дисків таким чином, що буде забезпечена висока продуктивність вводу-виводу для широкого спектра робочих навантажень.

За останні роки щільність запису на жорстких магнітних дисках збільшується на 60 % за рік при квартальному зниженні вартості зберігання одного Мегабайта на 12 %. За даними фірми Dataquest така тенденція збережеться і в найближчі два роки. Зараз на ринку представлений широкий асортимент дискових накопичувачів місткістю до 2,41 Гбайт. При цьому середній час доступу у найбільш швидких моделей досягає 8 мс. Наприклад, жорсткий диск компанії Seagate Technology має місткість 4,1 Гбайт і середній час доступу 8 мс при швидкості обертання 7 200 оборот/м. Поліпшуються також характеристики дискових контролерів на базі нових стандартів Fast SCSI-2 і Enhanced IDE. Передбачається збільшення швидкості передачі даних до 13 Мбайт/с. Надійність жорстких дисків також постійно поліпшується. Наприклад, деякі моделі дисків компаній Conner Peripherals Inc., Micropolis Corp. і Hewlett-Packard мають час напрацювання на відмову від 500 тисяч до 1 мільйона годин. На такі диски надається 5 років гарантії.

Іншим напрямом розвитку систем зберігання інформації є магнітооптичні диски. Запис на магнітооптичні диски (МО-диски) виконується при взаємодії лазера і магнітної головки. Промінь лазера розігріває до точки Кюрі (температури втрати матеріалом магнітних властивостей)

мікроскопічну область записуючого шара, яка при виході із зони дії лазера охолоджується, фіксуючи магнітне поле, наведене магнітною голівкою. У результаті дані, записані на диск, не бояться сильних магнітних полів і коливань температури. Всі функціональні властивості дисків зберігаються в діапазоні температур від -20 до +50 градусів Цельсія.

МО-диски поступаються звичайним жорстким магнітним дискам лише за часом доступу до даних. Граничний досягнутий МО-дисками час доступу становить 19 мс. Магнітооптичний принцип запису вимагає попереднього стирання даних перед записом, і відповідно, додаткового обороту МО-диска. Однак завершені недавно дослідження в SONY і IBM показали, що це обмеження можна усунути, а щільність запису на МО-дисках можна збільшити в декілька разів. У всіх інших відносинах МО-диски перевершують жорсткі магнітні диски.

У магнітооптичному дисководі використовуються змінні диски, що забезпечує практично необмежену місткість. Вартість зберігання одиниці даних на МО-дисках у декілька разів менше вартості зберігання того ж об'єму даних на жорстких магнітних дисках.

Сьогодні на ринку МО-дисків пропонується більше ніж 150 моделей різних фірм. Одне з лідируючих положень на цьому ринку займає компанія Pinnacle Micro Inc. Для прикладу, її дисківид Sierra 1,3 Гбайт забезпечує середній час доступу 19 мс і середній час напрацювання на відмову 80 000 годин. Для серверів локальних мереж і робочих станцій компанія Pinnacle Micro пропонує цілий спектр багатодискових систем місткістю 20, 40, 120, 186 Гбайт і навіть 4 Тбайт. Для систем високої готовності Pinnacle Micro випускає дисковий масив Array Optical Disk System, який забезпечує ефективний час доступу до даних не більше за 11 мс при швидкості передачі даних до 10 Мбайт/с.

Одним зі способів підвищення продуктивності вводу-виводу є використання паралелізму шляхом об'єднання декількох фізичних дисків в матрицю (групу) з організацією їх роботи аналогічно одному логічному диску. На жаль, надійність матриці будь-яких пристроїв падає при збільшенні кількості пристроїв. Вважаючи інтенсивність відмов постійною, тобто при експонентному законі розподілу напрацювання на відмову, а також за умови, що відмови незалежні, отримуємо, що середній час безвідмовної роботи (mean time to failure – МТТФ) матриці дисків буде рівним: МТТФ одного диска / кількість дисків у матриці.

Для досягнення підвищеного рівня стійкості до відмови доводиться жертвувати пропускнуою спроможністю вводу-виводу або місткістю пам'яті. Необхідно використати додаткові диски, які містять збиткову інформацію, що дозволяє відновити початкові дані при відмові диска. Звідси отримують акронім для надмірних матриць недорогих дисків RAID (redundant array of inexpensive disks). Існує декілька способів об'єднання дисків RAID. Кожний рівень представляє свій компроміс між пропускнуою спроможністю вводу-виводу і місткістю диска, що призначена для збиткової надмірної інформації.

Коли який-небудь диск відмовляє, передбачається, що протягом короткого інтервалу часу він буде замінений і інформація буде відновлена на новому диску з використанням збиткової інформації. Цей час називається середнім часом відновлення (mean time to repair – MTTR). Цей показник можна зменшити, якщо в систему входять додаткові диски як "гарячий резерв": при відмові диска резервний диск підключається апаратно-програмними засобами. Періодично оператор вручну замінює всі диски, що відмовили. Чотири основних етапи цього процесу полягають в наступному: визначення диска, що відмовив; усунення відмови без зупинки обробки; відновлення втрачених даних на резервному диску; періодична заміна дисків, що відмовили, на нові.

Як носій для резервного копіювання інформації звичайно використовується магнітна стрічка. Резервне копіювання передбачає використання різних стратегій і різних конфігурацій обладнання залежно від вимог користувача. При плануванні і створенні системи цим питанням доводиться приділяти велику увагу, оскільки звичайно вимоги до системи резервного копіювання виходять далеко за рамки простого забезпечення місткості носія, що перевищує місткість дискової пам'яті системи, або вибору швидкості операцій копіювання на магнітну стрічку.

Серед цих питань потрібно виділити, наприклад, такі, як визначення кількості клієнтів, копіювання даних яких повинно здійснюватися одночасно; циклічність операцій копіювання, тобто по яких днях і в які години таке копіювання повинно здійснюватися, а також рівень копіювання (повне, часткове або змішане); визначення пристроїв, на яких повинно виконуватися резервне копіювання і т. д.

У цей час у більшості систем накопичувачі на магнітних стрічках (НМС) звичайно приєднуються до комп'ютера за допомогою шини SCSI. Дуже часто до цієї ж шини приєднуються і дискові накопичувачі. На жаль,

високий коефіцієнт використання шини SCSI практично всіма типами, що застосовуються в цей час НМС, стає критичним чинником при організації резервного копіювання і відновлення інформації особливо у великих серверах з високою мірою готовності. У табл. 1.9 наведені типові параметри НМС. Очевидно таке високе завантаження шини SCSI (до 20 – 65 % пропускних спроможності шини) при роботі НМС накладає певні обмеження як на конфігурацію і типи НМС, що застосовуються, так і на організацію самого резервного копіювання.

Таблиця 1.9

Типові параметри НМС

Тип НМС	Ємність	Швидкість передачі даних	Швидкість пересилки по шині	Коефіцієнт використання шини SCSI
4 мм	5 Гб	920 Кб/с	5 Мб/з (синх.) 1.2 Мб/с (асинх.)	25 %
8 мм	.3 Гб	220 Кб/с	3 Мб/з (асинх.)	25 %
8 мм	5 Гб	500 Кб/с	1.2 Мб/с	20 % 65-
1/2" 9 дор.	120 Мб	780 Кб/с	1.0 Мб/с (асинх.)	75 %
1/4" QIC	150 Мб	200 Кб/с	1.0 Мб/с (асинх.)	28 %

Найбільш популярним у цей час є НМС з 8 і 4 мм цифровою аудіо-стрічкою (DAT), що використовують технологію спірального сканування. На відміну від традиційних НМС зі стаціонарними головками і обмеженою кількістю доріжок, ці пристрої здійснюють читання і запис даних на магнітну стрічку, що повільно рухається за допомогою головок, що розміщуються на барабані, який швидко обертається. При цьому доріжки перетинають стрічку з краю в край і розташовані під невеликим кутом до напрямку, перпендикулярного напрямку руху стрічки. Іноді цю технологію називають "поперечним записом". На сьогоднішній день подібні пристрої дають найвищу поверхневу щільність запису. Наприклад, накопичувач EXB-8200 компанії Exabyte Corp. дозволяє записувати близько 35 мегабіт на квадратний дюйм 8 мм стрічки, а накопичувач EXB-8500 – близько 75 мегабіт на квадратний дюйм. Пристрої DAT

записують дані на 4 мм стрічку з щільністю 114 мегабіт на дюйм, що близько до теоретичної межі щільності запису. Подальше її збільшення вимагає зміни типу носія або використання технології компресії (стиснення) даних.

На сьогоднішній день продовжують використовуватися і старі типи катушкових НМС, які використовують стандартну магнітну стрічку завширшки 0.5 дюйма. Вони головним чином застосовуються для обміну інформацією зі старими ЕОМ і підтримують щільність запису 6 250, 1 600 і 800 біт на дюйм.

Найбільш популярними протягом багатьох років були 150 – 250 Мб картриджи QIC зі стрічкою завширшки 1/4 дюйма. У цей час існує 10 виробничих стандартів для картриджів конструктива 5.25" і 9 стандартів міні-картриджів конструктива 3.5". У травні 1994 року з'явився новий формат для запису 2 Гбайт (без стиснення) на мікрокартриджі QIC-153 з барій-ферритовою стрічкою довжиною 400 футів. QIC-картриджи вміщують до 1 200 футів магнітної стрічки, при цьому дані записуються на доріжках, розташованих уздовж стрічки. Число доріжок може досягати 48. Залежно від формату (QIC-40, QIC-80, QIC-3GB(M) і т. д.) міні-картриджи мають місткість (без стиснення) від 40 Мбайт до 3 і більше Гбайт. Картриджи найбільшої місткості дозволяють записати до 13 Гбайт даних. У цей час спостерігається зростання числа накопичувачів QIC з картриджами місткістю до 5 Гбайт і форматом запису 5GB(M). У 1995 році очікується поява накопичувачів QIC формату 25 Мбайт з постійною швидкістю передачі 2,4 Мбайт/с. Такі системи складуть серйозну конкуренцію 8 мм накопичувачам типу Exabyte, які зараз домінують на ринку систем зберігання великої місткості.

Однією з порівняно нових напрямів в області резервного копіювання є поява пристроїв стрічкових масивів (аналогічних дисковим масивам), що використовуються головним чином у системах високої готовності. Прикладом такого пристрою може служити CLARiiON Series 4 000 tape array компанії Data General. Воно може мати в своєму складі до 5 – 4 мм DAT накопичувачів загальною місткістю до 25 Гбайт. Пристрій відноситься до розряду відкритих систем і сумісний з усіма UNIX-платформами компаній IBM, Sun, Hewlett-Packard, Unisys і ICL.

GMR-Технологія під кришкою жорсткого диска

У наші дні складно зустріти в продажу жорсткі диски в роздрібному пакуванні з документацією, ще складніше розібратися, що ховається під кришкою диска й що становлять ті або інші технології, які використовуються у виробництві.

Так, популярна для специфікацій накопичувачів абревіатура GMR (GiantMagneto-Resistive) означає властивість надмагніторезистивності, що використовують в GMR-Покритті голівок жорстких дисків. І саме пристрої, що зчитують, з GMR-Шарами дозволяють збільшити обсяги пам'яті "вінчестерів" до декількох десятків і навіть сотень гігабайт на кожному пластині. Але давайте заглянемо під кришку диска... На рис. 1.8 наведено жорсткий диск зсередини.



Рис. 1.8. Жорсткий диск

Кількість магнітних голівок вказується виробником у технічній документації до жорсткого диска, звичайно їх буває від однієї до шести – залежно від кількості фізичних дисків і їхніх робочих поверхонь (диски бувають як одно-, так і двосторонніми). Установка й утримання голівки на магнітній доріжці забезпечується електромагнітною системою позиціонування. При розкручуванні магнітних дисків зчитувачі труться об поверхню пластин у спеціальній паркувальній зоні, що не використовується для запису інформації, поки не буде досягнута швидкість, достатня для того, щоб сенсори буквально злетіли над поверхнею.

У робочому положенні голівки, що зчитують, перебувають у частках мікрона від поверхні магнітного диска, не торкаючись його (порядку

0,13 мкм, а в найближчі кілька років, за прогнозами, ця відстань може бути зменшена до 0,05 мкм). При вимиканні живлення контролер робить автоматичне паркування голівок, переміщаючи їх у паркувальну зону, де голівки безпечно опускаються на поверхню дисків.

Сучасні сенсори жорстких дисків – здвоєні, і для запису інформації використовується індуктивна голівка. Вона перетворює цифрові дані в змінне магнітне поле, що намагнічує ділянку диска. Однак для читання інформації з диска вона не підходить, тому що амплітуда зчитувального сигналу залежить від швидкості переміщення магнітного покриття, а високий рівень шумів утрудняє правильне розпізнавання слабких сигналів.

Для читання даних використовуються MR- або GMR-Голівки (Magneto-Resistive – магніторезисторна, Giant Magneto-Resistive – над-магніторезисторна), на кінчиках яких перебуває або одношаровий MR-Сенсор, або багатшаровий GMR-Сенсор відповідно. Подібні датчики становлять резистори, опір яких змінюється залежно від напруженості магнітного поля. Причому амплітуда не залежить від швидкості зміни магнітного поля, що дозволяє на порядок знизити кількість помилок при зчитуванні інформації з диска і, як наслідок, значно підвищити граничну щільність запису.

Як працює GMR-Датчик?

GMR-Сенсор складається із чотирьох тонкоплівкових (їхня товщина всього 1 – 5 нм) шарів (рис. 1.9):

чутливого (sensing layer) – іноді його називають вільним (free) шаром; зроблений з железонікельового сплаву; у ньому електрони можуть вільно міняти свою орієнтацію;

провідного (conducting spacer) – виготовлений з матеріалу, що не намагнічується, а саме міді;

необхідний для зменшення взаємного магнітного впливу сусідніх шарів;

фіксуючого (pinned layer) – складається з кобальту; магнітна орієнтація постійна;

обмінного (exchange layer).

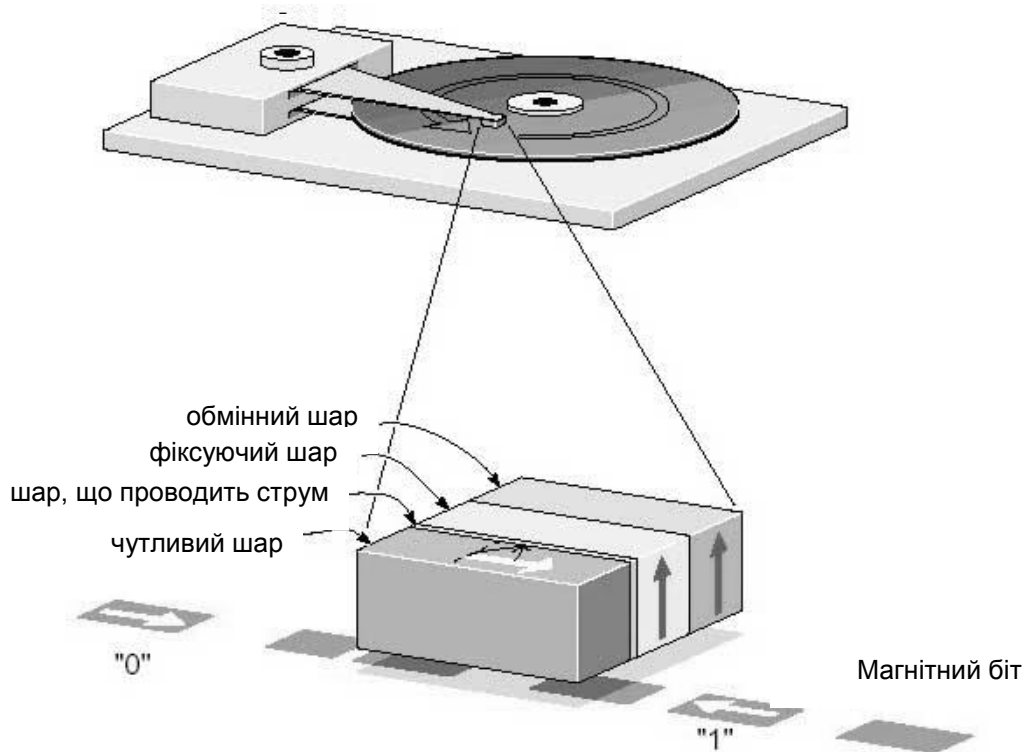


Рис. 1.9. Схема будови GMR-Голівки жорсткого диска

Магнітна орієнтація вільного шару змінюється у відповідь на невеликі намагнічені області (біти) на диску, обертаючись щодо магнітної орієнтації фіксуєчого шару, коли біт даних на диску проходить під елементом GMR.

Напрямок магнітного поля усередині фіксуєчого шару завжди залишається тим самим – це досягається за рахунок функціонування – обмінного шару. А от у чутливому шарі напрямок магнітного поля змінюється залежно від напрямку зовнішнього магнітного поля. Це у свою чергу приводить до зміни загального опору чутливого й фіксуєчого шарів – спрацьовує GMR-Ефект.

У його основі лежать квантові властивості електронів, зокрема така характеристика, як спин. Спин електронів може мати тільки два напрямки: вгору та вниз. Електрони провідності зі спином, напрямок якого збігається з напрямком магнітного поля усередині GMR-Середовища, випробовують менший опір при русі й мають більшу волю переміщення, ніж електрони зі спином, орієнтованим назустріч (протинаправленим) внутрішньому магнітному полю, які частіше зіштовхуються з атомами середовища й тому випробовують при русі більший опір. У першому випадку електричний опір середовища буде менше, ніж у другому (рис 1.10). На цьому явищі й побудована робота GMR-Сенсора.

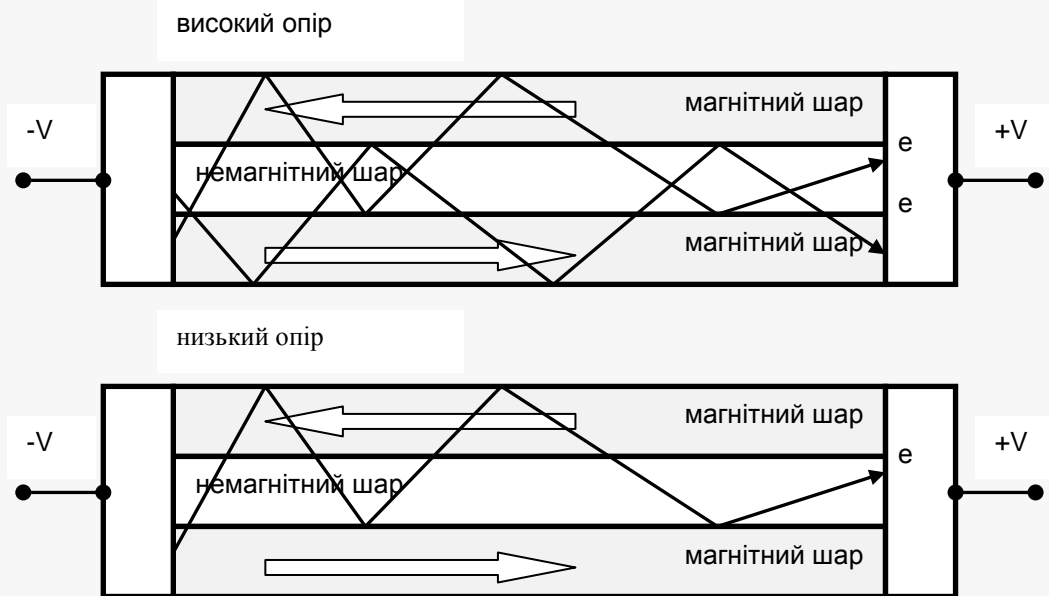


Рис. 1.10. Рух електрона в шарах магнітної структури

Коли обертання електронів відповідає магнітній орієнтації шару, у якому це відбувається, вони зустрічають більш низький опір. У результаті загальний опір зменшується й забезпечує стійкий сигнал і висока якість зчитування інформації. Як наслідок, щільність запису на поверхні диска може бути значно підвищена.

Подивитися анімовану модель дії GMR-Голівки можна на сторінці, що присвячена досягненням компанії IBM у наукових дослідженнях, за адресою: <http://researchweb.watson.ibm.com/research/demos/gmr/index.html>.

По параметрах GMR-Голівки набагато перевершують MR-Аналоги. GMR-Голівки можуть уловлювати набагато більш слабкі сигнали, що дозволяє збільшити поверхневу щільність запису накопичувача в кілька разів. Крім того, вони не так шумлять, не настільки піддані інтерференції й мають менші розміри, незважаючи на багат шаровість. Все це робить GMR-Технологію затребуваною й перспективною.

Історія виникнення

Розвиток технологій, що застосовуються у голівках жорстких дисків, можна розбити на кілька етапів:

до 1979 р. – використання класичних індуктивних голівок запису/відтворення;

1979 – 1991 рр. – застосування тонкоплівкових (TFI) голівок;

1991 – 1995 рр. – застосування магніторезисторних голівок (з MR-Сенсорами);

з 1995 р. і дотепер – застосування супермагніторезисторних голівок (з GMR-Сенсорами).

Спочатку розроблювачі жорстких дисків ішли по шляху збільшення ємності жорстких дисків, підвищуючи для цього поверхневу щільність запису даних (areal density), тобто кількість біт даних, записана на одиниці площі поверхні дискової пластини й вимірюване в гігабітах на квадратний дюйм – Гбіт/дюйм². Але ніж щільніше впаковані дані, тим слабкіше сигнал для пристрою, що зчитує, а чутливості TFI-Голівок явно не вистачало. Спроби збільшити її нарощуванням кількості витків обмотки привели до зростання індуктивності, що, на жаль, обмежила можливості запису за допомогою таких голівок.

Магніторезисторні (MR) голівки з залізонікелевих сплавів мають більшу чутливість до магнітних полів, ніж їх TFI-Аналоги. Однак і їхні можливості обмежені, а вимоги користувачів зростають рік у рік. І отут з'явилася нова перспектива розвитку даних технологій – зменшення – магнітного зазору в записуючій голівці завдяки застосуванню надтонких нанометрових плівок і підвищення чутливості голівки читання за рахунок використання багатошарових матеріалів з аномально високим коефіцієнтом магніточутливості.

Це стало можливим завдяки GMR-Ефекту, що був відкритий співробітниками однієї з дослідницьких лабораторій IBM під час вивчення властивостей зразків із чіткою кристалічною структурою, поміщених у сильне магнітне поле: певне сполучення спеціальних матеріалів зменшувало їхній електричний опір. ДО 1991 р. IBM методом напилювання виготовила багатошарові полікристалічні GMR-Зразки. У тому ж році були розроблені зразки GMR-Структур, чутливих до слабких магнітних полів. А в 1994 р. IBM оголосила про створення першого у світі сенсорного елемента на основі GMR-Ефекту, здатного зчитувати дані з магнітної поверхні жорсткого диска. І почалося витиснення з ринку не тільки індуктивних голівок, що зчитують, але й магніторезисторних.

Перспективи нанотехнологій

У даний момент нанотехнології у виробництві комп'ютерних компонентів – галузь досить популярна. Вона освоєна виробниками всіх комплектуючих ПК, і сфер її застосування стає усе більше.

У Рочестерському університеті вже розробляються методи керування окремими атомами при виготовленні транзисторів і мікросхем, що повинно радикально підвищити їхню продуктивність. У так званому "транзисторі з балістичним відхиленням" (ballistic deflection transistor,

BDT) окремих електрон пропущається через поляризований затвор і відбивається від клиноподібної перешкоди. Електричне поле затвора відхиляє електрон до однієї або іншої сторони каналу так, що він відштовхується від правої або від лівої грані клина й відбивається вправо або вліво, що відповідає логічному нулю або логічній одиниці (докладно схему роботи технології можна подивитися на сайті www.Physorg.com).

А вчені університету Райс розробили свій метод поділу й сортування нанотрубок для дисплеїв ноутбуків (CNTD) за розміром й діаметром за допомогою електричного поля, що істотно зменшить час, який затрачається на цей процес, а виходить, помітно знизить ціну мобільних комп'ютерів. Причому тепер стало можливим сортувати не тільки звичайні вуглецеві нанотрубки, але й напівпровідникові нанотрубки-композити.

Є надія, що не відстануть від закордонних колег і вітчизняних учених, адже в 2007 – 2010 р. російський уряд збирається профінансувати розвиток нанотехнології на суму більше 30 млрд руб.

У міру вдосконалювання дисків і, як наслідок, контролерів, застосовувалися усе більше просунуті PIO режими, що забезпечували все більшу швидкість передачі даних від диска контролеру. Усього таких PIO режимів існує на сьогоднішній день 5, і нові режими не будуть розроблені – сьогодні розробляються тільки DMA режими.

Давайте розглянемо, яка максимальна швидкість передачі даних, що досягається в різних режимах PIO:

PIO 0 – 3,3 Мбайт/с

PIO 1 – 5,2 Мбайт/с

PIO 2 – 8,3 Мбайт/с

PIO 3 – 11,1 Мбайт/с

PIO 4 – 16,6 Мбайт/с

Ще в 1998 році максимальна продуктивність механіки жорстких дисків не дозволяла їм працювати на більших, ніж 10 – 12 Мбайт/с швидкостях, отже режиму PIO 4 цілком вистачало. Однак, згодом диски розвиваються, і в міру їхнього розвитку потрібно розробляти нові протоколи обміну з контролером, бо якщо цього не робити, то гальмувати дискову підсистему буде вже не механіка диска, а його електроніка, що саме по собі – абсурд. Однак PIO режими старше, ніж PIO 4 не розроблялися – занадто сильно такі режими передачі навантажують процесор, подальший розвиток протоколів обміну диск-контролер пішло в напрямок тільки DMA протоколів.

Паралельно з розвитком обміну сімейства PIO, контролери жорстких дисків підтримували й протоколи, засновані на прямому доступі до пам'яті: DMA протоколи. Відповідно існували наступні протоколи, що підтримують такі швидкості передачі даних:

DMA 0 – 4,16 Мбайт/с

DMA 1 – 13,3 Мбайт/с

DMA 2 – 16,6 Мбайт/с

Як видно, такі протоколи не забезпечували більше пропускну здатності, вони в першу чергу були спрямовані на розвантаження центрального процесора при обміні з диском. Однак, коли постало питання про розробку нових протоколів, подальше поліпшення PIO протоколів було припинено, і стали розроблятися винятково DMA протоколи, сімейство таких нових протоколів одержало назву Ultra DMA, або UDMA, або Ultra ATA. Як ви пам'ятаєте, перший чипсет, що підтримує перший протокол цього сімейства, протокол UDMA 33 – чипсет i430TX, потім, у сімействі чипсетів i8xx (точніше в ICH1) з'являється підтримка протоколу UDMA 66, а в ICH2 – підтримка протоколу UDMA 100. Число в назві протоколу відповідає максимальній швидкості передачі даних – 33, 66 і 100 Мбайт/с відповідно. Сьогодні всі сучасні диски підтримують як мінімум протокол UDMA 66, і практично всі диски – протокол UDMA 100.

Але із цього правила є виключення. Справа в тому, що в старших режимах UDMA швидкості передачі даних настільки великі, що звичайний кабель не справляється з передачею даних, тому для роботи в режимах UDMA 66 і UDMA 100 застосовують спеціальний кабель: у нього теж 40 контактів, але 80 проводів. Додаткові 40 проводів використовують для екранування, захищений від перешкод кабель може передавати дані з більшою швидкістю. При цьому зберігається сумісність: старі диски й контролери можуть користуватися новим кабелем, не одержуючи від цього ніяких переваг, нові диски можуть користуватися старим кабелем, але максимальна швидкість передачі даних складе тільки UDMA 33. Разом, для досягнення швидкостей UDMA 66 і UDMA 100 крім підтримки диска й контролера, потрібний ще спеціальний кабель – без нього максимальна швидкість складе 33 Мбайт/с навіть якщо й диск і контролер підтримують більш швидкий протокол.

Флеш-накопичувачі – досить прості пристрої рис. 1.11, складаються з наступних частин: плата PCB; USB рознімання тип А; стабілізатор живлення контролера й флеш із 5 в 3,3 вольт; мікросхема контролера; мікросхема енергонезалежної NAND пам'яті; кварцовий резонатор, звичайно на 12 Mhz.



Рис. 1.11. Флеш-накопичувач

Основні типові несправності:

PCB – багат шарова друкована плата, на якій установлюються всі елементи флеш.

Типові несправності: неякісне спаювання, внутрішні обриви провідників при механічному ушкодженні, удар, вигин. Симптоми: нестабільна робота флеш.

USB рознімання – неякісне спаювання контактів. Симптоми: флеш періодично не визначається.

Стабілізатор – конвертує й стабілізує напруга вступники з комп'ютера в напругу необхідне для роботи контролера й флеш-пам'яті. У деяких моделях флешек відсутній або убудований у контролер. Симптоми: флеш не визначається зовсім, або видно в системі як непізнаний пристрій. Часто виходить із ладу при переполюсовні USB рознімання.

NAND мікросхема – енергонезалежна пам'ять. Симптоми: ушкодження окремих блоків пам'яті (лих блоки) у зв'язку зі старінням або з інших причин, неможливість запису або читання, лікується переформатуванням фірмовою утилітою зі зменшенням загального розміру флеш.

Контролер – мікросхема керування NAND пам'яттю й передачі даних. У ній зберігаються дані про тип мікросхеми NAND-Пам'яті, виробника й іншу службову інформацію, що необхідна для функціонування флеш-накопичувача. Симптоми: флеш визначається як невідомий пристрій, нульовий або занижений обсяг флеш-пам'яті. Часто виходить із ладу при

"гарячому" витягу флеш. Звичайно допомагає перепрошивання контролера фірмовими утилітами.

Кварцовий резонатор – формує опорну частоту для функціонування – логіки контролера й флеш-пам'яті. При поломці (що буває вкрай рідко), флеш не визначається в системі або визначається як невідомий пристрій.

Відновлення флеш-накопичувачів після програмних збоїв.

Програмні збої контролера

У будь-який флешці встановлена мікросхема-контролер. Він відповідає за передачу даних між комп'ютером і флеш-пам'яттю. Контролером управляє мікропрограма. Частина мікропрограми записана в мікросхемі пам'яті (а це в основному параметри пам'яті, транслятор, різні ідентифікатори й прапори, наприклад – прапор заборони запису). У випадку різних збоїв живлення, неправильного витягу й інших причин – відбувається збій мікропрограми контролера. У результаті чого контролер блокується й не відповідає на запити операційної системи. Також, блокування може відбутися через зношування мікросхеми пам'яті – появи дефектних блоків або перевищення порога циклів запису (тоді контролер сам мітить блок як невикористовуваний і часто блокують флеш на запис). При підключенні до комп'ютера такий флеш-диск може орієнтуватися як "Невідомий пристрій", мати формат RAW або може бути видний у системі як диск із нульовою ємністю. При спробі доступу до нього можуть виводитися повідомлення "Вставте диск" або "Немає доступу до диска". Іноді, флеш-диск стає доступний тільки для читання. Дані видні й читаються, але при спробах створення файла, стирання або форматування виводиться повідомлення – "Диск захищений від запису". У цьому випадку контролер переходить у режим захисту даних при виявленні помилок мікропрограми або флеш-пам'яті для запобігання її подальшого руйнування (пам'ять NAND установлена у флешці ушкоджується в основному при записі даних).

Більшість утиліт по відновленню роблять повне форматування пам'яті, якщо потрібно зберегти важливі дані й не втратити їх безповоротно – зверніться до фахівців з відновлення інформації. За допомогою спеціального устаткування будуть зроблені зчитування й розшифровка інформації безпосередньо з мікросхеми NAND пам'яті в обхід збійного або несправного керуючого контролера.

Порядок відновлення флеш-накопичувача

1. Потрібно з'ясувати модель мікросхеми-контролера щоб знайти утиліту для роботи з ним. Це можна зробити двома способами. Перший – розкрити корпус флешки й подивитися найменування моделі контролера, нанесеної на корпусі мікросхеми. Якщо розкрити корпус проблематично – використовуємо другий спосіб. Він полягає у визначенні моделі по кодах VID і PID захистом у мікропрограмі контролера. VID – це ідентифікатор виробника, а PID-ідентифікатор пристрою. VID і PID є в будь-якому USB пристрої. Ці коди можна вважати такими програмами, як CheckUDisk 5.0, UsbIDCheck, ChipGenius v2.64, а також засобами операційної системи.

Якщо VID&PID не вдалися або значення порожні, велика ймовірність електричного ушкодження мікросхеми. У цьому випадку програмними способами вилікувати накопичувач уже не вийде.

2. Отже, якщо VID&PID удалося порахувати, значить шанси на відновлення вже є. Далі за значеннями VID&PID можна знайти виробника флеш-накопичувача й модель встановленого контролера (наприклад за допомогою бази iFlash). Визначивши контролер, переходимо до пошуку сервісної утиліти для роботи з ним.

3. Підходящу утиліту можна знайти на сайті виробника або в каталозі утиліт сайту www.flashboot.ru. Для зручності утиліти відсортовані по виробниках контролерів.

Наприклад: ви визначили, що VID вашої флеш – 1005, а PID – B113. По базі iFlash знаходимо, що у флеш встановлений контролер PS2136 фірми PHISON. Утиліта для цього контролера USB 2K REL90 (PS 2231-UP12). А якщо тип контролера був визначений розкриттям корпусу, тоді відразу переходимо в каталог файлів і шукаємо підходящу утиліту.

Після відновлення роботи контролера велика ймовірність витягти хоч якісь дані з пам'яті флешки. Для цього можна скористатися програмою PhotoRec.

Якщо дані вже не потрібні або інформація повністю зруйнувалася, рекомендується провести тест флеш-пам'яті на наявність збійних-секторів. Зробити це можна програмами MyDiskTest v2.42, Victoria 4.3 Beta або Flashnul 0.99.

Відновлення даних з FLASH USB (флеш-карт).

До носіїв даного типу відносяться USB Flash накопичувачі й все різноманіття карт Flash-пам'яті (CF, SD, MS, MMC, x і т. д.). У переважній

більшості типів ці накопичувачі структурно складаються з керуючого контролера (як правило, це спеціалізований процесор) і, властиво, мікросхем пам'яті (їх може бути від 1-єї до 4-х).

Відновлення флешки може знадобитися у випадку фізичних, електричних, логічних ушкоджень і руйнування внутрішньої структури.

Фізичні ушкодження

До ушкоджень даного типу відносяться будь-які, зовні помітні, ушкодження, а саме: ушкодження корпусу, зміни геометрії роз'єма й т. д. Як правило, у таких випадках вдається відновлення флешки шляхом заміни рознімання й відновленням втрачених у результаті ушкодження електричних зв'язків.

Електричні ушкодження

Ці ушкодження виникають через нестабільне живлення, поганий контакт рознімання й виходу з ладу електричних елементів накопичувача. Для такого роду ушкоджень характерна відсутність зовнішніх фізичних ушкоджень, але при цьому Flash-накопичувач не визначається системою. У більшості випадків такі ушкодження пов'язані з виходом з ладу контролера накопичувача й ланцюгів живлення, а сама інформація, що зберігається в мікросхемах пам'яті, залишається цілою. Для відновлення даних на флеш (flash) і відновлення флешки в таких випадках необхідно замінити несправний контролер (або інші, що вийшли з ладу елементи) і привести накопичувач у робочий стан і далі зчитати всю інформацію в спеціальний файл-зображення. При неможливості заміни контролера (їхнє різноманіття дивує) або інших елементів потрібно зняти мікросхеми пам'яті й зчитати їх на програматорі (FRT 1.0), далі зробити відновлення структури даних флеш-карт, файлової системи і користувальницькі дані.

Руйнування внутрішньої структури

Даний тип ушкоджень найбільш характерний для носіїв, заснованих на Flash-пам'яті. При руйнуванні внутрішньої структури накопичувач визначається з неправильною ємністю або взагалі не визначається системою. Внутрішня структура й схема її роботи дуже складна. Як уже говорилося, у більшості випадків Flash-накопичувачі працюють під керуванням власного контролера-процесора, що працює за певним алгоритмом. Вартість патентів на використання вже відомих алгоритмів надзвичайно висока, тому кожна фірма-виробник таких носіїв намагається створити свій алгоритм внутрішньої роботи й одержати на нього патент. Таким чином,

до теперішнього часу склалося величезне різноманіття алгоритмів внутрішньої роботи накопичувачів і навіть в однієї фірми-виробника може бути кілька таких алгоритмів (наприклад, свій алгоритм для кожної модельної лінії). Це ускладнює відновлення flash-карт.

Фізичні особливості Flash-пам'яті негативно позначаються на надійності носія. Зайва інтенсивність використання носіїв на Flash-пам'яті приводить до появи збоїв у їхній роботі. На жаль, несправності внутрішньої структури, через достаток алгоритмів роботи, у більшості випадків вимагають індивідуального підходу і є найбільш трудомісткими. При таких порушеннях доводиться знімати мікросхеми пам'яті, зчитувати їх і аналізувати внутрішній алгоритм роботи, після виявлення цього алгоритму потрібне налаштування спеціалізованого програмного забезпечення, а в деяких випадках і написання додаткових модулів для відновлення інформації на флешці. Тільки після цього можливе створення коректного файлу-зображення, з якого вже можна відновлювати дані з флешки.

Логічні ушкодження

Для цього типу ушкодження даних характерно те, що сам накопичувач залишається в робочому стані, визначається системою й, можливо, видна частина інформації. Логічні ушкодження даних можуть виникнути при збоях живлячих напруг, поганому контакті рознімання (як і в попередньому випадку), а також, збоях операційної системи. До цього типу ушкоджень можна віднести й форматування або видалення даних, які потім знадобляться і внаслідок чого потрібне термінове відновлення флешки.

Пристрій накопичувачів CD-ROM

Накопичувачі CD-ROM відрізняються від програвачів музичних дисків, в основному, мікропроцесором, що виконує декодування електричних сигналів. У звукових програвачах записані на компакт-дисках цифрові дані перетворюються в аналогові електричні сигнали, що надходять потім на стереопідсилювач. При цьому допускаються невеликі погрішності – головне, щоб вони лежали за межами чутливості людського слуху. При зчитуванні ж з накопичувача CD-ROM погрішності не пропустимі. Кожний біт повинен бути порохований точно, тому досить значну частину всього обсягу диска CD-ROM займають коди корекції помилок (Error Correcting Code – ECC). З їхньою допомогою можна в більшості

випадків виявити й виправити неправильно лічені дані, що дозволяє знизити ймовірність збоїв до прийнятної величини.

Алгоритм роботи накопичувача CD-ROM такий.

1. Напівпровідниковий лазер (рис. 1.12) генерує малопотужний інфрачервоний промінь, що попадає на дзеркало, яке відбиває.

2. Серводвигун по командах, що надходить від убудованого мікропроцесора, зміщає рухливу каретку із дзеркалом, яке відбиває, до потрібної доріжки на компакт-диску.

3. Відбитий від диска промінь фокусується лінзою, розташованою під диском, відбивається від дзеркала й попадає на розділову призму.

4. Розділова призма направляє відбитий промінь на іншу фокусну лінзу.

5. Ця лінза направляє відбитий промінь на фотодатчик, що перетворює світлову енергію в електричні імпульси.

6. Сигнали з фотодатчика декодуються убудованим мікропроцесором і передаються в комп'ютер у вигляді даних.

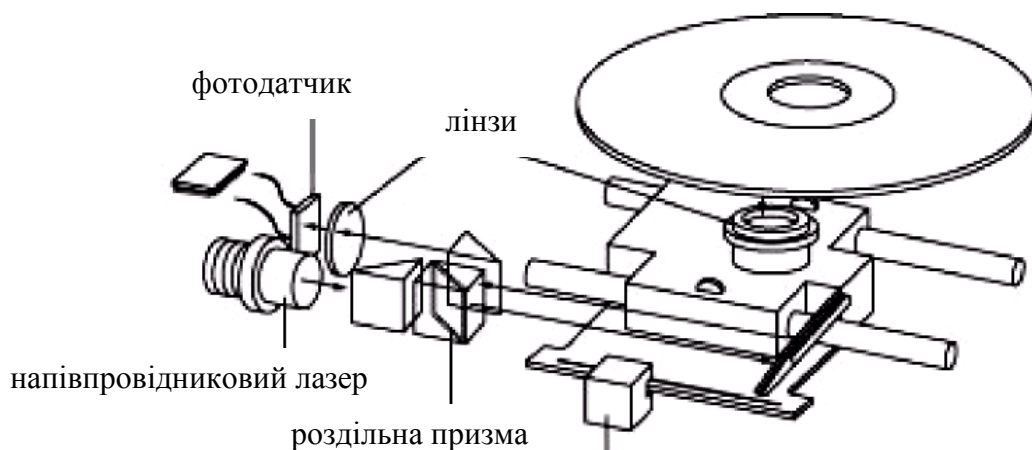


Рис.1.12. Структура накопичувача CD-ROM

Штрихи, нанесені на поверхню диска, мають різну довжину. Інтенсивність відбитого променя змінюється, змінюючи відповідним чином електричний сигнал, що надходить на фотодатчик. Біти даних зчитуються як переходи між високими й низькими рівнями сигналів, які фізично записуються як початок і кінець кожного штриха.

Оскільки для програмних файлів і файлів з даними важливий кожний біт, у накопичувачах CD-ROM використовуються досить складні алгоритми виявлення й корекції помилок. Завдяки таким алгоритмам

імовірність неправильного зчитування даних становить менш $0,1^{25}$. Інакше кажучи, безпомилково зчитується два квадрильйони дисків, що відповідає стопці компакт-дисків висотою близько двох мільярдів кілометрів.

Для реалізації цих методів корекції помилок до кожних 2 048 корисних байтів додається 288 контрольних. Це дозволяє відновлювати навіть сильно ушкоджені послідовності даних (довжиною до 1 000 помилкових бітів). Використання настільки складних методів виявлення й корекції помилок пов'язані, по-перше, з тим, що компакт-диски досить піддані зовнішнім впливам, по-друге, тому, що подібні носії споконвічно розроблялися лише для запису звукових сигналів, вимоги до точності яких не настільки високі.

Якщо дані в програвачі аудіокомпакт-дисків пораховані неправильно, то вони інтерполюються. Наприклад, якщо три послідовних значення сигналу виражаються числами 10, 13 і 20 і середнє значення через ушкодження або забруднення поверхні диска загублено, то його можна з високою вірогідністю відновити як середнє значення між 10 і 20 (15). Незважаючи на те, що відновлене значення неточне, слухач не помітить цієї погрішності. Якщо ж така ситуація виникне при зчитуванні з CD-ROM, наприклад, програмного файлу, то пропущений біт може з однаковою ймовірністю бути нульовим або одиничним, і інтерполювати його значення, природно, буде неможливо.

Саме через настільки високі вимоги до точності відтворення накопичувачі CD-ROM з'явилися пізніше своїх "музичних побратимів", а їхні перші зразки були занадто дорогими для масового покупця. Крім того, фірми-виробники трохи запізнилися із прийняттям відповідних стандартів, що стримувало виробництво CD-ROM. До того ж була відсутня база програмного забезпечення, що могла б стимулювати збільшення темпів виробництва CD-ROM.

Після зниження вартості виробництва накопичувачів і дисків вони однаково не одержали належного поширення у світі ПК. Це можна пояснити невеликими розмірами додатків того часу. Зараз практично все програмне забезпечення поставляється на компакт-дисках, навіть якщо воно займає десяту частину диска. Виробники програм дотримуються наступного правила: якщо програмний продукт займає більше двох дискет, більш раціонально використовувати компакт-диск.

Переваги запису на компакт-диск більших програм очевидні. Для поширення операційної системи Windows 98 треба було б близько 70

дискет, причому формату запису, розробленого фірмою Microsoft, що дозволяє помістити на дискеті 1,71 Мбайт даних. Вартість виробництва, упакування й поширення такої кількості дискет незрівнянна з виробництвом одного компакт-диска.

Типи накопичувачів CD-ROM

При виборі накопичувача CD-ROM необхідно враховувати такі параметри: продуктивність; тип інтерфейсу, що використовується для підключення до комп'ютера; тип механізму завантаження й витяги компакт-диска.

Звичайно фірми-виробники випускають серії моделей накопичувачів CD-ROM з різними швидкостями зчитування, різними механізмами завантаження диска й типами адаптерів, що забезпечують контакт із ПК. Через це ціни на накопичувачі CD-ROM мають великий діапазон. Тому для правильного вибору пристрою необхідно розібратися в перерахованих вище параметрах.

Параметри накопичувачів CD-ROM

Наведені в документації до накопичувачів CD-ROM параметри характеризують в основному їхню продуктивність. Наприклад, якщо при покупці спортивного автомобіля вам пропонують машину, час розгону якої до 100 км/год. дорівнює 5 с, виходить, ця машина – те, що треба. Для визначення можливостей машин використовують такі параметри, як потужність двигуна, вага, конструкція підвіски й т. п.

Основними характеристиками накопичувачів CD-ROM є швидкість передачі й час доступу до даних, наявність внутрішніх буферів і їхня ємність, а також тип використовуваного інтерфейсу.

Швидкість передачі даних. Швидкість передачі даних визначає обсяг даних, що може вважати накопичувач із компакт-диска на комп'ютер за одну секунду. Основною одиницею виміру цього параметра є кількість переданих кілобайтів даних за секунду (Кбайт/с). Наприклад, якщо зазначено, що швидкість передачі даних дорівнює 150 Кбайт/с, виходить, даний накопичувач буде зчитувати з компакт-диска 150 Кбайт даних за секунду при сталому режимі. Помітимо, що мова йде про стале й безперервне зчитування, а не зчитування даних з різних місць диска. Очевидно, що ця характеристика відбиває максимальну швидкість зчитування накопичувача. Ніж вище швидкість зчитування, тим краще, однак необхідно пам'ятати, що існують і інші важливі параметри.

Відповідно до стандартного формату запису за кожен секунду повинно зчитуватися 75 блоків даних по 2 048 корисних байтів. Швидкість передачі даних при цьому повинна дорівнювати 150 Кбайт/с. Це стандартна швидкість передачі даних для пристроїв CD-DA, які також називаються одношвидкісними. Термін одношвидкісний означає, що запис на компакт-диски здійснюється у форматі з постійною лінійною швидкістю (CLV); при цьому швидкість обертання диска змінюється так, щоб лінійна швидкість залишалася постійною.

У цей час найпоширенішими є накопичувачі 24x і 32x. Накопичувач 4x рекомендований як необхідний мінімум для нового стандарту мультимедіа MPC-3 (Multimedia Personal Computer – мультимедіа для персональних комп'ютерів). Стошвидкісний накопичувач ще не з'явився в продажу, але був представлений на інформаційних міжнародних виставках. Практично всі нові системи оснащуються накопичувачами 24x і 32x.

Мультимедіа й сучасні ігри становлять поєднання музики, анімації, відео, зображень та інших даних. Тому на таких продуктах визначається необхідна мінімальна конфігурація для досить прийняттого відтворення. Користувачам, що активно використовують накопичувач CD-ROM, варто подумати про придбання найшвидшого з існуючих на ринку накопичувачів. Якщо ж ви не припускаєте активно використовувати накопичувач (наприклад, застосовувати його тільки при установці програм), можете не турбуватися про покупку нового до наступного відновлення системи. Автор, наприклад, дотепер використовує одношвидкісний накопичувач.

Навіть кращі моделі накопичувачів CD-ROM істотно уступають по швидкодії жорстким дискам, швидкість передачі даних яких досягає 21 Мбайт/с і вище. Це означає, що можливостей інтерфейсів SCSI і AT ЧЕРВОНЕ цілком достатньо для підключення до них накопичувачів CD-ROM. Якщо ви збираєтеся працювати із програмами різних типів, то придбайте накопичувач, швидкість передачі даних якого максимальна. Для програм, у яких використовуються рухливі зображення, мультиполікація або звук, необхідно швидкодіючий пристрій – "повільні" моделі викликають роздратування. Тому використовуйте, як мінімум, накопичувач 4x, що може передавати дані зі швидкістю 600 Кбайт/с.

Час доступу. Час доступу до даних для накопичувачів CD-ROM визначається так само, як і для жорстких дисків. Воно рівне затримці між одержанням команди й моментом зчитування першого біта даних. Час доступу вимірюється у мілісекундах і його стандартне паспортне зна-

чення для накопичувачів 24x приблизно дорівнює 95 мс. При цьому мається на увазі середній час доступу, оскільки реальний час доступу залежить від розташування даних на диску. Очевидно, що при роботі на внутрішніх доріжках диска час доступу буде менше, ніж при зчитуванні інформації із зовнішніх доріжок. Тому в паспортах на накопичувачі приводиться середній час доступу, обумовлений як середнє значення при виконанні декількох випадкових зчитувань даних з диска.

Очевидно, що, ніж менше час доступу, тим краще, особливо в тих випадках, коли дані потрібно знаходити й зчитувати швидко. Час доступу до даних на CD-ROM постійно скорочується, про що буде сказано нижче. Помітимо, що цей параметр для накопичувачів CD-ROM набагато гірше, ніж для жорстких дисків (100-200 мс для CD-ROM і 8 мс для жорстких дисків). Настільки істотна різниця пояснюється принциповими розходженнями в конструкціях: у жорстких дисках використовується кілька голівок і діапазон їхнього механічного переміщення менше. Накопичувачі CD-ROM використовують один лазерний промінь, і він переміщається уздовж усього диска. До того ж дані на компакт-диску записані уздовж спіралі й після переміщення голівки, що зчитує, для читання даної доріжки необхідно ще чекати, коли лазерний промінь потрапить на ділянку з необхідними даними. При читанні зовнішніх доріжок час доступу більше, ніж при читанні внутрішніх доріжок.

Час доступу до даних у сучасних накопичувачах CD-ROM істотно знизив порівнянно з першими одношвидкісними моделями. Звичайно, коли збільшується швидкість передачі даних, відповідно зменшується й час доступу.

Кеш-пам'ять. У багатьох накопичувачах CD-ROM є убудовані буфери, або кеш-пам'ять. Ці буфери становлять встановлювані на платі накопичувача мікросхеми пам'яті для запису зчитаних даних, що дозволяє передавати в комп'ютер за один оборот більші масиви даних. Звичайно ємність буфера становить 256 Кбайт, хоча випускаються моделі як з більшими, так і з меншими обсягами (ніж більше – тим краще). Як правило, у більш швидкодіючих пристроях ємність буферів більше. Це робиться для досягнення більш високих швидкостей передачі даних.

Накопичувачі, у яких є буфер (кеш-пам'ять), володіють рядом переваг. Завдяки буферу дані в комп'ютер можуть передаватися з постійною швидкістю. Наприклад, дані для зчитування звичайно розкидані по диску й, оскільки накопичувачі CD-ROM мають відносно великий час

доступу, це може привести до того, що зчитувальні дані будуть надходити в комп'ютер із затримками. Це практично непомітно при роботі з текстами, але якщо в накопичувача великий час доступу й немає буфера даних, при виводі зображень або звуковому супроводі виникаючі паузи сильно діють на нерви. Крім того, якщо для керування накопичувачами використовуються досить складні програми-драйвери, то в буфер може бути заздалегідь записаний зміст диска, і звертання до фрагмента запитуваних даних відбувається набагато швидше, ніж при пошуку "з нуля". Ємність, що рекомендується, убудованого буфера – не менше 512 Кбайт, що є стандартним значенням для більшості 24-х швидкісних пристроїв.

Інтерфейс

Під інтерфейсом накопичувача CD-ROM розуміється фізичне з'єднання накопичувача із шиною розширення. Оскільки інтерфейс – це канал, за допомогою якого дані передаються від накопичувача до комп'ютера, його значення надзвичайно велике. Для підключення накопичувача CD-ROM до комп'ютера використовується три типи інтерфейсів: SCSI/ASPI (Small Computer System Interface/Advanced SCSI Programming Interface); IDE/ATAPI (Integrated Device Electronics/AT Attachment Packet Interface); паралельний порт.

Інтерфейс SCSI/ASPI. Інтерфейсом SCSI (Small Computer System Interface – інтерфейс малих комп'ютерних систем) називається спеціалізована шина, до якої можна підключати різні типи периферійних пристроїв. На сьогоднішній день найпоширенішою версією цього стандарту є SCSI-2. Взаємодія між накопичувачем CD-ROM (і іншими SCSI-Пристроями) і основним адаптером здійснюється за допомогою стандартного програмного інтерфейсу за назвою ASPI (Advanced SCSI Programming Interface). SCSI – універсальний і високопродуктивний-інтерфейс для накопичувачів CD-ROM, до якого, крім того, можна підключити й інші периферійні пристрої.

При цьому додаткові пристрої, наприклад накопичувачі на магнітній стрічці або додаткові накопичувачі CD-ROM, можна підключати послідовно до того ж основного адаптера, а не встановлювати для кожного з них у слоти системної шини комп'ютера окремі плати. Завдяки цій властивості при підключенні до комп'ютера декількох периферійних пристроїв, зокрема накопичувачів CD-ROM, варто віддавати перевагу саме інтерфейсу SCSI.

Однак не всі адаптери SCSI однакові. Незважаючи на те, що для них може використовуватися загальна система команд, виконувати їхні адаптери будуть по-різному, залежно від особливостей схеми. Для того щоб позбутися від подібних розходжень, був створений програмний інтерфейс ASPI. Він був розроблений фірмою Adaptec – визнаним лідером у виробництві контролерів і адаптерів SCSI. Інтерфейс ASPI складається із двох основних частин. Перша частина – це програма-драйвер ASPI-Manager, що забезпечує взаємодію основного адаптера SCSI з операційною системою комп'ютера, а також організовує загальну взаємодію пристроїв із шиною SCSI.

Друга частина – індивідуальні ASPI-Драйвери пристроїв, наприклад ASPI-Драйвер для конкретної моделі накопичувача CD-ROM і інших пристроїв (накопичувача на магнітній стрічці, сканера й т. п.). ASPI-Драйвер периферійного пристрою взаємодіє із програмою ASPI-Manager основного адаптера. Саме таким способом вдається організувати спільну роботу декількох пристроїв, підключених до шини SCSI.

Підбиваючи підсумок, відзначимо, що при покупці накопичувача CD-ROM з інтерфейсом SCSI необхідно переконатися в наявності ASPI-Драйвера для операційної системи й перевірити відповідність програми ASPI-Manager основного адаптера SCSI драйверу накопичувача.

SCSI – це найбільш підходящий інтерфейс для накопичувачів CD-ROM і інших пристроїв. Він дозволяє домогтися високої продуктивності, а також підключити до семи (і більше) пристроїв до одного основного адаптера. Недоліком цього інтерфейсу є його висока вартість. Якщо ви не збираєтеся підключати до шини SCSI будь-які інші периферійні пристрої, крім накопичувача CD-ROM, то не витрачайте гроші на можливості, які ніколи не будуть затребувані. У цьому випадку краще використовувати інтерфейс IDE/AT API.

Інтерфейс IDE/AT API. IDE/AT API є розширенням інтерфейсу ATA, до якого звичайно підключаються жорсткі диски. По суті кажучи, AT API – це стандартний програмний розширений інтерфейс IDE (Enhanced IDE) для накопичувачів CD-ROM, функцією якого є перетворення команд SCSI/ASPI у стандарт IDE/ATA. З його допомогою можна швидко пристосувати нові високоякісні моделі накопичувачів до роботи з інтерфейсом IDE, а також зберегти сумісність IDE-Накопичувачів CD-ROM із програмою MSCDEX (Microsoft CD-ROM Extensions), що забезпечує їхню взаємодію з DOS. В Windows 9x програмне забезпечення для CD-ROM утримується в драйвері CDFS (CD File System) Vx (Virtual Device).

Накопичувачі ATAPI іноді називають розширеними IDE-Накопичувачами (Enhanced IDE), оскільки вони є вдосконаленою версією стандартного інтерфейсу IDE (з технічної точки зору). У більшості випадків накопичувачі IDE/ATA CD-ROM підключаються до другого каналу IDE (або інтерфейсного кабелю), а перший використовується для жорстких дисків. Так робиться тому, що в IDE погано організоване спільне використання загального каналу, і жорсткому диску доводилося б чекати, поки накопичувач CD-ROM виконає передану йому команду. Для інтерфейсу SCSI такої проблеми не існує, оскільки команди передаються на різні пристрої, не очікуючи завершення попередньої команди.

Підключення накопичувача CD-ROM через інтерфейс IDE/ATAPI – це найбільш ощадливий і досить ефективний спосіб підключення. У більшості сучасних комп'ютерів підключення накопичувача CD-ROM здійснюється через інтерфейс IDE/ AT API. Якщо ви не хочете, щоб швидкодія системи знизилася, переконайтеся в тому, що накопичувач підключений до другого каналу IDE (окремого інтерфейсного кабелю), а не до того, що використовується для жорсткого диска. У багатьох сучасних звукових платах є драйвери ATAPI і IDE-Рознімання, призначені спеціально для підключення накопичувачів CD-ROM. До другого каналу IDE-Інтерфейсу можна підключити до двох накопичувачів, але при використанні більшої кількості пристроїв кращий вибір – SCSI-Інтерфейс.

Паралельний порт. Це найпростіший спосіб підключення накопичувача CD-ROM до комп'ютера. Вам необхідно лише підключити накопичувач за допомогою кабелю й установити відповідне програмне забезпечення. Зверніть увагу на те, що простота установки не забезпечує належної швидкості передачі даних. Використовуйте накопичувач CD-ROM з таким інтерфейсом у ролі переносного для установки програм на тих комп'ютерах, які не оснащені накопичувачем CD-ROM.

Механізм завантаження компакт-диска

Існує два принципово різних типи механізмів для завантаження компакт-дисків: у контейнери накопичувача й у висувні лотки. У кожного з них є свої переваги й недоліки. Від того, який тип механізму ви виберете, залежить спосіб вашого "спілкування" з накопичувачем – адже ви будете зіштовхуватися із цим механізмом щораз, коли захочете поставити новий компакт-диск.

Сьогодні випускаються такі накопичувачі, у які можна завантажити відразу кілька компакт-дисків. Ці пристрої схожі на багатодискові програ- вачі для автомобілів.

Контейнери. Цей механізм завантаження дисків використовується в більшості високоякісних накопичувачів на компакт-дисках. Диск установлюється в спеціальний контейнер який щільно закривається, з рухливою металевою заслінкою. У нього є кришка, що відкидають винятково для того, щоб помістити диск у контейнер або вийняти його; весь інший час кришка залишається закритою. При установці контейнера в накопичувач металева заслінка спеціальним механізмом зрушується убік, відкриваючи лазерному променю шлях до поверхні компакт-диска.

Контейнери – це найзручніший механізм завантаження дисків. Якщо всі ваші диски мають контейнери, то вам залишається тільки вибрати потрібний і вставити його в накопичувач (приблизно так само, як при роботі з 3, 5-дюймовими дискетами). Контейнер можна спокійно брати в руки, не побоючись забруднити або ушкодити поверхню компакт-диска. Навіть дітям можна довіряти диски в контейнерах, оскільки їм не доведеться брати в руки самі носії.

Крім того, що контейнер захищає компакт-диск від забруднення й ушкоджень (ви торкаєтеся диска тільки тоді, коли його потрібно вставити або вийняти), при такому способі він установлюється в накопичувач більш точно. Це зменшує погрішності позиціонування пристрою, що зчитує, і в остаточному підсумку – час доступу до даних.

Єдиним недоліком контейнерів є їхня висока вартість. До накопи- чувача додається тільки один контейнер, і автор не раз зіштовхувався з користувачами, які ніяк не могли зрозуміти, що одного контейнера їм зовсім недостатньо. Було досить цікаво спостерігати за їхньою мету- шньою, коли для того, щоб установити в накопичувач новий диск, їм доводилося спочатку виймати з накопичувача контейнер зі старим диском, з якого потім витягати компакт-диск, класти його в пластмасову коробочку, витягати з іншої такої ж коробочки новий компакт-диск, укладати його в контейнер і, тільки потім вставляти контейнер у накопичувач. Не потрібно купувати накопичувач, розрахований на диски в контейнерах, якщо ви не плануєте придбати хоча б декілька додатко- вих контейнерів для найбільш використовуваних дисків.

Після того як всі ваші диски опиняться в контейнерах, робота з ними стане суцільним задоволенням. Зрозуміло, що та коробочка, у яку

був вкладений диск при покупці, стає просто не потрібною – її функції виконує контейнер.

Ще однією немаловажною перевагою накопичувачів, розрахованих на диски в контейнерах, є те, що їх можна встановлювати навіть боком. З накопичувачами з висувними лотками таку операцію виконати неможливо.

Висувні лотки. У більшості простих накопичувачів на компакт-дисках для установки диска використовуються висувні лотки. Це такі ж пристрої, які застосовуються в програвачах аудіо компакт-дисків класу CD-DA. Оскільки диски не треба укладати в окремі контейнери, механізм завантаження виходить більш дешевим. Правда, щораз при установці нового диска його необхідно брати в руки, а це підвищує ризик забруднити або подряпати його.

Користуватися накопичувачами з лотками не так зручно, як накопичувачами з контейнерами (якщо у вас, звичайно, є кілька контейнерів). Для того щоб замінити диск, необхідно висунути лоток з накопичувача, вийняти диск, покласти його в прозору пластмасову коробочку, вийняти новий диск із іншої такої ж коробочки, покласти його в лоток і засунути лоток назад.

Лоток сам по собі теж є досить ненадійною конструкцією. Його досить легко зламати, наприклад необережно зачепивши ліктем або упустивши що-небудь зверху в той момент, коли він висунутий з накопичувача. Крім того, будь-який бруд, що потрапив на диск або на лоток, потряпляє усередину пристрою при поверненні механізму в робоче положення. Тому накопичувачі з лотками не можна застосовувати в промисловій або іншій несприятливій зовнішній умовах. До того ж на лотку диск не розташовується так безпечно, як у контейнері. Якщо компакт-диск покладений на лоток з перекосом, то при його завантаженні може бути ушкоджений і диск, і накопичувач. Як було зазначено вище, пристрої з лотками не можуть бути встановлені вертикально – диск просто випаде із призначеного для нього поглиблення.

Єдина, але, щоправда, досить істотна перевага пристроїв цього типу – їхня дешевизна. Якщо ваші діти вже виростили, комп'ютер установлений у чистому приміщенні, ви – людина охайна, а зручності вас не дуже хвилюють, придбайте накопичувач із лотком, оскільки він значно дешевше. З іншого боку, якщо перераховані вище обставини складаються не на користь такого рішення, то витрачені на накопичувач із контейнерами гроші окупляться зручностями в експлуатації.

Інші особливості накопичувачів на компакт-дисках

Безумовно, переваги пристроїв, у першу чергу, визначаються їхніми технічними характеристиками, але існують й інші немаловажні фактори. Крім якості конструкції й надійності, при виборі накопичувача необхідно враховувати такі його властивості:

захист від пилу;

автоматичне очищення лінз;

тип накопичувача (зовнішній або внутрішній).

Пилозахищеність. Головними ворогами пристроїв на компакт-дисках є пил і бруд. Їхнє потрапляння в оптичний пристрій або в механізм приводить до помилок зчитування даних або, у найкращому разі, до зниження швидкодії. В одних накопичувачах лінзи та інші відповідальні вузли розташовуються в окремих герметизованих відсіках, в інших для запобігання влучення пилу усередину накопичувача використовуються своєрідні "шлюзи" із двох заслінок (зовнішньої й внутрішньої). Всі ці заходи дозволяють продовжити термін служби пристрою. Накопичувачі для дисків у контейнерах значно краще захищені від несприятливих факторів, ніж моделі з висувними лотками. У промислових умовах можна користуватися тільки ними.

Автоматичне очищення лінз. Якщо лінзи лазерного пристрою забруднені, зчитування даних уповільнюється, оскільки дуже багато часу йде на повторні операції пошуку й читання (у найгіршому разі дані можуть взагалі не зчитуватися). У таких випадках варто використовувати спеціальні диски, що чистять. У деяких сучасних високоякісних моделях накопичувачів є убудований пристрій очищення лінз. Він дуже корисний, коли комп'ютер працює в складних зовнішніх умовах або ви не можете тримати своє робоче місце в чистоті. Нехай хоч лінзи накопичувача на компакт-дисках залишаються чистими.

Зовнішні й внутрішні накопичувачі. При виборі моделі накопичувача на компакт-дисках (зовнішні або внутрішні) необхідно враховувати те, яким чином він буде використовуватися й чи планується модернізація комп'ютера. Кожний із цих типів накопичувачів має свої переваги й недоліки. Деякі з них подано нижче.

Зовнішні накопичувачі. Ці портативні пристрої міцніші й більші, ніж убудовані. Здобувати їх рекомендується тільки у випадку недостатці місця усередині комп'ютера або якщо необхідно підключати накопичувач то до одного комп'ютера, то до іншого. Якщо в кожному з них є свій SCSI-

Адаптер, то ця процедура зводиться до відключення накопичувача від одного комп'ютера й підключення до іншого.

Внутрішні накопичувачі. Ці пристрої рекомендується здобувати, якщо в комп'ютері є вільний відсік або накопичувач планується використовувати тільки на одному комп'ютері. У всіх сучасних комп'ютерах установлюються накопичувачі на компакт-дисках, і їх більше не розглядають як периферійні пристрої. Ще одна перевага внутрішніх накопичувачів полягає в тому, що їхнє звукове рознімання можна підключати до внутрішнього рознімання звукової плати, а зовнішні звукові роз'єми можна використовувати для інших цілей.

Формати компакт-дисків і накопичувачів на компакт-дисках

Двійкові біти 0 і 1 на компакт-дисках кодуються штрихами. Однак, якщо дані не організувати належним чином, то накопичувач і комп'ютер виявляться не в змозі відшукати що-небудь осмислене в тому накопиченні двійкових чисел, що становить інформація, яка зберігається на компакт-диску. Тому дані записуються на диску відповідно до певних стандартів (форматів). Коли в процесі зчитування даних у їхньому потоці зустрічається певна комбінація бітів, накопичувач (і комп'ютер) розпізнає формат і структуру розташування інформації на диску. Якби у свій час не були прийняті стандарти на формати подання даних, індустрія компакт-дисків не могла б існувати. Кожна фірма-виробник випускала б власні накопичувачі й диски до них, але про їхню сумісність не було б і мови, а отже, попит на такі "унікальні" вироби був би невеликий.

Стандарти на формати необхідні для вдосконалювання технології. Наприклад, колеса із суцільної гуми й відсутність підвіски підходили для старих автомобілів, швидкість пересування яких була в межах 30 км/год. Але при швидкості 60 км/год. таке рішення може привести до аварії. Надувні шини й амортизатори є невід'ємними частинами сучасного автомобіля.

Стандарти на формати подання даних також безупинно розвиваються. На перших компакт-дисках записувалася тільки текстова інформація, кодувати яку було відносно просто. Для подання графіки потрібні були нові підходи, що привело до зміни стандартів. Використання анімації із синхронним звуком і "живого" відео зажадало подальшої зміни стандартів запису даних на компакт-диск.

Помітимо, що стандарти CD-ROM зараз переживають період активного розвитку й становлення. Багато фірм розробляють нові підходи до

запису даних, розширюючи тим самим можливості CD-ROM. Широке застосування того або іншого стандарту залежить від його сумісності з іншими стандартами й підтримки з боку фірм-виробників програмного забезпечення. Для правильного вибору накопичувача на компакт-дисках необхідно розбиратися в цих питаннях і знати, у яких стандартах (як тих, які існують зараз, так і тих, які з'являться в найближчому майбутньому) він зможе працювати.

Більшість накопичувачів, що випускаються на сьогоднішній день, сумісно з колишніми стандартами CD-ROM, тому велика бібліотека додатків, записаних на старих компакт-дисках, виявиться для вас цілком доступною.

Стандарт ISO 9660

Перші комп'ютерні компакт-диски призначалися для однієї конкретної моделі накопичувача. Це приводило до того, що інформацію з диска, призначеного для накопичувача фірми А, неможливо було прочитати в накопичувачах фірми Б. Зрозуміло, такий стан справ стримувало розвиток індустрії.

Фірми Sony і Philips – розроблювачі стандарту на звукові компакт-диски – запропонували свій варіант кодування для комп'ютерних компакт-дисків, що одержав назву "Жовта книга" ("Yellow Book").

Справа в тому, що перший стандарт на аудіокомпакт-дисках був опублікований у книзі із червоною обкладинкою, за що й був названий "Червона книга" ("Red Book"). З'явившись пізніше наступні стандарти на компакт-дисках продовжили "кольорову лінію" і були названі "Жовтогаряча книга" ("Orange Book") і "Зелена книга" ("Green Book").

На додаток до стандарту на запис звуку на компакт-диск у "Жовтій книзі" розглядалися питання, пов'язані з організацією даних на диску для наступного зчитування. Надалі вони були визначені Міжнародною організацією по стандартах ISO у стандарті ISO 9660. Суть нововведень зводилася до того, що на диску будь-якої фірми-виготовлювача повинне записуватися зміст тому, який виконує таку саму роль, що й зміст книги, і всі накопичувачі зобов'язані працювати розраховуючи на те, що на компакт-диск є такий розділ. Однак стандарт ISO не вирішив всіх проблем, пов'язаних із сумісністю. Питання про те, яку ще допоміжну інформацію, що полегшує пошук даних, записувати на диск (і навіть способи форматування блоків даних), як і раніше віддавався на відкуп фірмам-виробникам.

Формат High Sierra

У рішенні проблем, пов'язаних із сумісністю, були зацікавлені всі. В 1985 році в готелі High Sierra на озері Тахо (Каліфорнія) зібралися представники провідних фірм – виробників накопичувачів і дисків CD-ROM, щоб домовитися про єдність інтерпретації й практичної реалізації формату ISO 9660. У підсумку з'явилося те, що незабаром було названо форматом High Sierra. Завдяки цьому стало можливим читання даних з дисків, записаних у форматі ISO 9660, у всіх накопичувачах, що, у свою чергу, привело до масового тиражування програм на компакт-дисках. Крім того, поява цього стандарту дозволила створити компакт-диски, орієнтовані на різні операційні системи – DOS, UNIX і т. д. Без цієї угоди для виходу CD-ROM на світовий ринок потрібно були б багато років, що стримувало б розробку додатків, які використовують компакт-диски.

Повністю описати формат компакт-дисків досить складно, та й навряд чи ці відомості вам коли-небудь знадобляться. Для того щоб оцінити можливості того або іншого накопичувача, зовсім не обов'язково забивати собі голову жаргонізмами. Хоча, звичайно, якщо ви хочете краще представляти роботу пристрою, основні принципи організації даних на компакт-диску знати необхідно.

Загалом структура даних у форматі High Sierra подібна до структури даних на гнучких дисках. Нагадаємо, що на дискетах є системна область, у якій не тільки вказуються параметри самого диска (його щільність і операційна система), але й записуються відомості про те, як на диску організовані дані, тобто структура каталогів і розташування файлів.

У своїй основі формати подання даних на компакт-диску багато в чому аналогічні. На початковій доріжці записується мітка, по якій носій ідентифікує компакт-диск, і після її зчитування запускається механізм синхронізації накопичувача. Після синхронізуючої послідовності розташовується системна інформація, у якій деталізується структура диска; у цій же системній області розташовується інформація про область даних – область, у якій утримуються самі дані. Крім того, у системній області втримується інформація про каталоги даних з покажчиками або адресами різних областей. Різниця між структурою каталогів на компакт-диску й структурою, яка використовується в DOS, полягає в тому, що в системній області втримуються адреси файлів з підкаталогами, а це дозволяє накопичувачу перейти до певного місця на спіральній доріжці

даних. Оскільки дані на диску записуються по спіралі, під доріжкою мається на увазі окремий виток або його відрізок.

Формат CD-DA

Пристрої, які можуть працювати як з дисками CD-ROM, так і з музичними дисками, називаються CD-DA (CD Digital Audio). До цього класу відносяться майже всі накопичувачі на компакт-дисках. Після установки диска накопичувач зчитує першу доріжку й визначає його тип. Крім того, багато накопичувачів поставляються із програмним забезпеченням, що дозволяє прослуховувати музику з диска. До накопичувача можна підключити навушники (або колонку, якщо у вас є звукова плата). У деяких переносних пристроях встановлюються стандартні роз'єми для їхнього підключення до підсилювача потужності.

Накопичувачі CD-ROM з розширеною архітектурою (XA)

Накопичувачі CD-ROM XA (extended Architecture – з розширеною архітектурою) сумісні з колишніми форматами High Sierra і ISO 9660, але володіють рядом додаткових можливостей.

Багаторазовий запис. Нагадаємо, що у форматі High Sierra на кожному компакт-диску записується зміст, по якому в накопичувачі визначається структура й розташування даних на диску. Дотепер передбачалося, що інформація на нього записується тільки один раз – при виготовленні майстра-диска. У вищезгаданому стандарті не передбачається додавання нових даних на той самий носій. У розглянутих нижче форматах така можливість є. Головна відмінність цих накопичувачів полягає в тому, що вони здатні працювати з декількома вмістами, кожний з яких відноситься до свого сеансу запису даних.

Чергування фрагментів

Накопичувачі CD-ROM XA використовують метод, який називається чергуванням (interleaving). На дисках, записаних відповідно до стандарту XA, перемежуються фрагменти, що містять різну за своєю природою інформацію. При цьому на початку кожного фрагмента записується спеціальний код, по якому накопичувач може визначити, з яким видом даних йому потрібно мати справу на даній ділянці доріжки – зі звуком, текстовою інформацією або графічним зображенням. Зображення можуть бути нерухливими, мультиплікаційними або повноцінними відеофрагментами. Порядок проходження фрагментів може бути зовсім довільним. Наприклад, на ділянці доріжки спочатку може бути записаний відеокадр, потім – сегмент зі звуковим супроводом, потім – наступний

кадр і т. д. Ці фрагменти в накопичувачі зчитуються послідовно, запам'ятовуються в буферній пам'яті, а потім пересилаються в комп'ютер, де й відбувається їх остаточна взаємна синхронізація.

У результаті, хоча дані зчитуються не одночасно (фрагментами), їх "видача" споживачеві відбувається синхронно – так, як було передбачено творцями конкретного компакт-диска.

Режими зчитування й форми подання даних. Для реалізації розглянутого способу обробки у форматі ХА передбачається кілька режимів зчитування й типів подання даних. У режимі 1 (mode 1) зчитування даних з компакт-диска виконується з урахуванням загальних кодів корекції помилок ECC (Error Correction Code). Кожний сектор (2 352 байти) складається із чотирьох полів:

- синхронізація (12 байт);

- заголовок (8 байт);

- дані (2 048 байт);

- коди корекції помилок ECC (Error Correction Code) і коди виявлення помилок EDC (Error Detection Code) (284 байта).

У режимі 2 (mode 2) дані не містять коди корекції помилок. На доріжці, призначеної для зчитування в режимі 2, може бути записана інформація у формі 1 (form 1) і формі 2 (form 2), причому в довільній послідовності. При записі іноді використовуються свої коди корекції помилок, а самі дані можуть бути будь-якими.

У режимі 2, формі 1 сектор складається із шести полів:

- синхронізація (12 байт);

- заголовок (8 байт);

- підзаголовок (8 байт);

- дані (2 048 байт);

- коди корекції помилок (ECC) (280 байт);

- коди виявлення помилок (EDC) (4 байти).

У режимі 2, формі 2 сектор складається з п'яти полів:

- синхронізація (12 байт);

- заголовок (8 байт);

- підзаголовок (8 байт);

- дані (2 324 байти);

- коди визначення помилок (EDC) (4 байти).

У режимі 2 в обох формах додані поля підзаголовків, які ідентифікують тип інформації (наприклад, аудіо або відео). У формі 2 відсутній

код корекції помилок, тому збільшується розмір даних порівняно з формою 1.

Видалення коду корекції помилок у режимі 2, формі 2 (наприклад, компакт-диск із відео у форматі MPEG) приводить до того, що збільшується розмір корисних даних і в результаті збільшується швидкість передачі даних до 172 Кбайт/с замість стандартних 150 Кбайт/с.

Звукові фрагменти для відтворення в повністю Ха-Сумісному пристрої (у формі 2) повинні бути записані за методом ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation – адаптивна диференціальна імпульсно-кодова модуляція). Це означає, що в накопичувачі або контролері SCSI повинен бути встановлений спеціалізований процесор для обробки звукових сигналів.

Через це більшість сучасних накопичувачів CD-ROM виявляються лише частково Ха-Сумісними. У них можна зчитувати суміжні фрагменти даних різних типів і диски з багаторазовим записом, але, як правило, у накопичувачах або контролерах не встановлюються звукові процесори системи ADPCM.

У цей час повністю Ха-Сумісні накопичувачі випускаються тільки фірмами Sony і IBM. У накопичувачах Sony процесори ADPCM убудовані в накопичувач, а Ха-Пристрої фірми IBM розраховані на підключення до шини MCA комп'ютерів PS/2 вищі класи.

Деякі фірми випускають незавершені Ха-Пристрої, тобто пристрої, у яких можна зчитувати зображення з дисків з багаторазовим записом, а також дані, записані у всіх згаданих режимах і формах. Єдине, ніж вони відрізняються від справжніх Ха-Сумісних пристроїв, – відсутністю в них мікросхеми ADPCM. Що стосується дисків CD-ROM, записаних у форматі ХА, то їх поки ще небагато. Кілька таких дисків випустила фірма Kodak, а також IBM у рамках своєї програми Multimedia.

Якщо вам удалося придбати повністю Ха-Сумісний накопичувач, то це, мабуть, краще, що є на сьогоднішній день. Повне визнання стандарту ХА не за горами, хоча, треба відмітити, що поєднання на одному диску зображення й звуку можливе й без повної відповідності формату ХА. Наочний приклад тому – додатка мультимедіа для Windows.

Диски зі змішаними режимами

Існує кілька форматів компакт-дисків, на яких комбінується кілька різних форматів секторів. Звичайно на таких дисках розташовані сектори з аудіо- і звичайними даними. Такі диски можна відтворювати у

звичайному аудіопрогравачі, у той час як сектори з даними будуть ігноруватися. А якщо цей диск помістити в накопичувач CD-ROM, то можна одержати доступ до всіх даних.

Однак існує проблема з дисками зі змішаними режимами: при спробі відтворення сектора з даними в аудіопрогравачі буде з'являтися шум, що, у принципі, може ушкодити акустичну систему. Виробники вирішують цю проблему декількома способами, і тому з'явилося кілька назв форматів – CD-ROM Ready, Enhanced Music CD, CD Extra і CD Plus.

CD-ROM Ready. У цьому випадку сектори з даними перетворюються в паузу перед першим аудіосектором диска. При поміщенні такого диска в аудіопрогравач і натисканні на кнопку відтворення всі сектори з даними будуть пропущені (пауза) і почнеться відтворення першого аудіо-сектора. Проблеми можуть виникнути при поверненні до першого аудіо-сектору – саме тоді можна потрапити на сектор з даними. У такий спосіб формат CD-ROM Ready – не зовсім удале рішення.

Enhanced Music CD. Фірми Philips і Sony у співробітництві з Microsoft і Apple пропонують інше рішення – специфікацію Enhanced Music CD, що визначена в "Блакитній книзі". Такі диски маркіруються як CD Extra або CD Plus, використовують технологію багаторазового запису й розділяють сектори з даними й аудіоінформацією. При відтворенні такого диска на аудіопрогравачі ви можете й не підозрювати про існування даних доти, поки не помістите його в накопичувач CD-ROM.

Записуючі накопичувачі CD-ROM

Тепер ви можете створювати власні компакт-диски (як CD-ROM, так і аудіокомпакт-диски) за допомогою нового покоління пристроїв – записуючих накопичувачів CD-ROM. Для цього вам необхідно придбати записуваний компакт-диск і пристрій для його запису, причому витрати будуть істотно нижче, ніж при покупці іншого пристрою, наприклад Zip або Jazz. Записуваний компакт-диск щонайкраще підходить для архівації даних з погляду вартості й простоти процесу запису (або випалювання). Ще однією перевагою використання записуваного компакт-диска для архівації є тривалий строк зберігання, набагато більший порівняно з іншими пристроями зберігання (наприклад, такими, як магнітна стрічка).

Більшість записуваних накопичувачів CD-ROM є пристроями WORM (write-once, read many – одноразовий запис, багаторазове читання), що призначені для тривалого зберігання. Фактичним стандартом цього типу пристроїв стали накопичувачі CD-R. Цей тип пристроїв ідеально

підходить для резервного копіювання системи й інших подібних цілей. Однак при частому резервному копіюванні або архівації, незважаючи на низьку вартість носія, стає невигідно використовувати пристрої CD-R. У цьому випадку вам необхідно звернути увагу на пристрої багаторазового запису CD-RW.

Накопичувачі CD-R

На накопичувачах CD-R (CD-Recordable) – їх іноді називають CD-WORM (Compact-Disk Write-Once Read-Many) – ви можете записувати свої власні компакт-диски. Такі накопичувачі дуже зручні для невеликих фірм, які зацікавлені в поширенні своїх баз даних на компакт-дисках. Записаний майстер-диск можна тиражувати.

Диск CD-R – це не те ж саме, що звичайний компакт-диск. На поверхні диска не випалюються поглиблення. Чистий диск CD-R покритий шаром барвника з такими ж властивостями, що відбивають, як в алюмінієвого покриття звичайного компакт-диска, і пристрій, що зчитує, не зможе знайти на ньому жодного штриха. Коли на диск починають записувати дані, промінь лазера розігріває шар золота й шар барвника. У результаті нагрівання деякі ділянки поверхні починають розсіювати світло так само, як поглиблення на скляному майстер-диску звичайного компакт-диска. Пристрій, що зчитує, теж сприймає ці ділянки як поглиблення, хоча це просто "крапки" з меншим відбиттям, що утворилися в результаті хімічної реакції від нагрівання золота й барвника.

Багато сучасних моделей накопичувачів CD-R можуть виконувати запис у всіх розглянутих вище форматах (від ISO 9660 до XA) і зчитувати дані подібно звичайним накопичувачам CD-ROM. Вартість пристроїв і чистих дисків постійно знижується.

Запис диска на накопичувачі CD-R. Накопичувач CD-R набагато повільніший, ніж його "побратим" CD-ROM. Найшвидші моделі CD-R записують зі швидкістю 6x, а читають зі швидкістю 8x. Накопичувач CD-R природно не конкурент накопичувачам CD-ROM 24x і 32x у режимі читання. Для запису CD-R необхідне спеціальне програмне забезпечення, здатне забезпечити безперервний потік даних. При швидкості запису 4x необхідно забезпечити потік даних 600 Кбайт/с. Це реалізується за допомогою буфера, що створюється на жорсткому диску й з нього дані записуються на CD-R.

Зверніть увагу, що краще здобувати накопичувач CD-R з інтерфейсом SCSI, а не IDE.

Програмне забезпечення для запису CD-R. Це програмне забезпечення перетворить дані на жорсткому диску у формат CD-R. Для запису диска вам необхідно близько 1,5 Гбайт вільного місця на жорсткому диску. "Навіщо?" – запитаєте ви. Отже, 650 Мбайт – це дані, які необхідно записати на CD-R. Всі необхідні дані з різних джерел, наприклад з дисків сервера, дисків комп'ютерів у локальній мережі, компакт-дисків та ін., треба "скласти" в одному місці. Ще 650 Мбайт буде зайнято образом диска, що створить програму запису з вашого матеріалу.

Багаторазовий запис. Більшість сучасних накопичувачів CD-R підтримують багаторазовий запис. При покупці накопичувача зверніть увагу на його Ха-Сумісність.

Накопичувачі CD-RW

Після визначення стандарту CD-RW в "Жовтогарячій книзі" ці накопичувачі стали популярною альтернативою накопичувачам CD-R. Диск CD-RW можна перезаписувати як мінімум кілька тисяч разів. Постійне зниження вартості пристроїв CD-RW дозволяє їх використовувати для резервного копіювання, архівації й інших завдань зберігання даних.

Зауваження

Накопичувачі CD-RW ще іноді називають стиральними CD (erase CD) або CD-E.

Кількість циклів запису обмежується здатністю, що відбиває, поверхні диска CD-RW. Багато стандартних накопичувачів CD-ROM і CD-R не можуть читати диски CD-RW, а виробники нових пристроїв забезпечують використання будь-якого формату дисків у своїх накопичувачах. Накопичувачі CD-RW можуть записувати диски CD-R і читати будь-які диски CD-ROM. Більша вартість накопичувачів CD-RW з лишком окупає їхні можливості.

Матеріал дисків CD-RW. Світлочутлива фарба на диску CD-R змінює відображаючі властивості при потраплянні променя лазера. Ця зміна властивостей незворотна. Диск CD-RW також має шар, що змінює здатність, що відбиває, при потраплянні променя лазера, але на відміну від диска CD-R це зворотно.

Активний шар диска CD-RW становить сплав In-Sb-Te (індій-сурмателур), що при звичайному стані має відображаючі властивості. Активний матеріал розташований зверху полікарбонатної основи, на якій створений спіральний зразок для точного позиціонування диска й правильного розташування канавок.

При записі диска в накопичувачі CD-RW лазер працює на повній потужності (режим P-write) і розігріває активний матеріал до температури 500-700 °С, перетворюючи його в рідину. У такому стані матеріал втрачає властивості, що відбивають. Періодично розігріваючи за допомогою лазера активний матеріал можна створити що відбивають і невідображаючі ділянки диска, тобто штрихи.

Для повернення диска в первісний стан лазер на низькій потужності (режим Perase) розігріває активний матеріал до температури порядку 200 °С (нижче температури плавлення) і властивості, що відбивають, відновлюються. Таким чином, зміна потужності лазера приводить до запису на диск інформації. Зверніть увагу на те, що в такий спосіб не можна не записавши даних "очистити" диск.

Читання дисків CD-RW. Стандарт CD визначає, що поверхня компакт-диска повинна мати здатність, що відбиває, не менш 70 % (мається на увазі, що диск повинен відбити не менше 70 % світла, що падає на його поверхню). Здатність, що відбиває, штрихів повинна бути не більше 28 %. При створенні в 1980 році технології запису на компакт-диски чутливість фотодатчиків у програвачах CD була відносно невелика.

Здатність, що відбиває, диска CD-RW лежить у межах 15 – 20 %, що істотно нижче необхідного мінімуму, певного стандарту. Однак різниця між здатністю, що відбиває, диска й штрихів становить близько 60 % (стандартне значення звичайного CD-ROM), що цілком достатньо для правильного розпізнавання штрихів сучасними фотодатчиками. Таким чином, не потрібно ніяких додаткових змін у накопичувачі для читання дисків CD-RW.

Накопичувачі DVD

Майбутні компакт-дисків – це так звані диски DVD (Digital Versatile Disc – цифровий універсальний диск). Це новий стандарт, що значно збільшує обсяг пам'яті й, отже, кількість використовуваних для компакт-дисків додатків. Головна проблема сучасної технології CD-ROM полягає в тому, що вона чітко обмежена обсягом пам'яті диска. Диск CD-ROM може містити максимум 650 Мбайт даних, що може здатися дуже великим обсягом, однак цього недостатньо для багатьох нових додатків, особливо для тих, у яких використовується відео.

Новий DVD-Стандарт може замінити відеокасети. У майбутньому, замість того щоб брати фільм в місцевому відеопрокаті, ви зможете купити або взяти на прокат фільм на диску CD-ROM. Диски нового

стандарту будуть застосовуватися на ринку розваг з таким же успіхом, як і на комп'ютерному ринку.

Історія DVD

Стандарт DVD був створений трішки дивним чином. Протягом 1995 року два конкуруючі стандарти CD-ROM великої ємності почали боротьбу за ринок майбутнього. Стандарт Multimedia CD-компаніями Sony і Philips Electronics, а конкуруючий стандарт Super Density (SD) був представлений компаніями Toshiba, Time Warner і деякими іншими. Якби обидва цих стандарти вийшли на ринок у такому вигляді, у якому вони були створені, то споживачі, а також виробники програмного забезпечення, виявилися б у скрутному становищі – який із стандартів вибрати?

Щоб уникнути цього, кілька організацій, включаючи Hollywood Video Disc Advisory Group і Computer Industry Technical Working Group, об'єдналися й зажадали створити єдиний стандарт, відмовившись підтримувати обидва стандарти-конкуренти. Це спонукало групи розроблювачів у вересні 1995 року створити єдиний новий стандарт CD-ROM великої ємності. Новий стандарт був названий DVD і сполучав у собі елементи своїх попередників. DVD надав комп'ютерній індустрії й індустрії розваг уніфікований стандарт. Спочатку DVD розшифровували як цифровий відеодиск (Digital Video Disc), але пізніше перейменували в цифровий універсальний диск (Digital Versatile Disc).

Специфікації DVD

Відповідно до стандарту DVD-диск є однобічним, одношаровим і містить 4,7 Гбайт інформації. Новий диск має такий же діаметр, як сучасні компакт-диски, однак він у два рази тонший (0,6 мм). Застосовуючи стиск MPEG-2, на новому диску можна розмістити 135 хвилин відеоповнометражний повноекранний фільм з повною кількістю кадрів, із трьома каналами якісного звуку й чотирма каналами субтитрів. Значення ємності диска не випадково: стандарт створювався під керівництвом індустрії кіно, що давно шукала недорого й надійну заміну відеокасетам.

Зауваження

Необхідно розуміти різницю між диском DVD-Video і диском DVD-ROM. Перший містить тільки відео і його можна відтворювати в програвачі DVD, а другий – різні типи даних і може бути зчитаний за допомогою накопичувача DVD у комп'ютері. Цих два типи дисків DVD можна зрівняти з аудіокомпакт-диском і CD-ROM.

У майбутньому планується створювати двошарові DVD-диски ємністю 8,5 Гбайт, двосторонні диски ємністю 9,4 Гбайт на одній стороні, а також двошарові диски ємністю 17 Гбайт.

Для збільшення ємності DVD-диска можна змінювати такі параметри:

- зменшити довжину штриха (~2,08x, від 0,972 до 0,4 мкм);
- зменшити відстань між витками (-2,16x, від 1,6 до 0,74 мкм);
- збільшити область даних (~1,02x, від 86 до 87,6 см²);
- більш ефективна модуляція (~1,06x);
- більш ефективний код корекції помилок (~1,32x);
- зменшити сектор 6; (~1,06x, від 2 048/2 352 до 2 048/2 060 байт).

У накопичувачі DVD використовується лазер з меншою довжиною хвилі, що дозволяє зчитувати менші штрихи. Для подвоєння розміру в накопичувачі DVD можуть використовуватися дві сторони диска, і крім того, можна записувати дані на два окремих шари кожної сторони диска.

З розвитком технології блакитного лазера вже в недалекому майбутньому можливе збільшення щільності в кілька разів. Пристрої DVD відрізняються швидкістю зчитування даних. Стандартна швидкість –1,3 Мбайт/с, що приблизно еквівалентно накопичувачу 9x CD-ROM. Час доступу становить близько 150-200 мс. У цей час доступні 2 x-накопичувачі DVD, анонсовані 5x. Як і звичайні накопичувачі CD-ROM, накопичувачі DVD випускаються з інтерфейсом SCSI і IDE/ATA, і, крім того, вони оснащуються кабелем для підключення пристрою до звукової карти.

Накопичувачі DVD повністю сумісні з попередніми стандартами, можуть зчитувати дані зі звичайних CD-ROM і програвати аудіодиски. При цьому швидкість зчитування буде еквівалентна швидкості звичайного накопичувача CD-ROM. Тому користувачам, у яких установлений накопичувач CD-ROM 4x (або швидше), поки не має змісту здобувати й установлювати більш швидкий накопичувач, оскільки незабаром ринок почне насичувати DVD-накопичувачами, і вам не доведеться платити за модернізацію двічі.

Багато виробників комп'ютерів почали встановлювати накопичувач DVD-ROM у моделях, комп'ютерів, що випускаються. Крім накопичувача, у комп'ютері встановлюється плата-декодер MPEG-2 для відтворення відео на DVD-Дисках. Відсутність такої плати позначиться на швидкодії системи й, швидше за все, ви не зможете подивитися відеофільм на

повному екрані. Така плата в цей час пропонується декількома виробниками встаткування.

Стандарти DVD

DVD – досить нова технологія й поки не "визначилася" зі стандартами. Стандарт відео на DVD-дисках підтримується практично всіма творцями фільмів в усьому світі. Однак деякі компанії, включаючи Paramount, Disney і Fox, оголосили про підтримку альтернативної системи Divx, розробленої Digital Video Express (DVE). І це не єдиний конфлікт у світі DVD. Незабаром з'явилися диски DVD-R і DVD-RAM, причому в жовтні 1997 року фірма Pioneer оголосила про створення пристрою для запису дисків DVD-R. Диск DVD-RAM є перезаписуваним, причому він несумісний з дисками.

DVD-ROM. Диски DVD-R і DVD-RAM не підтримують кілька шарів; диск DVD-RAM можна записувати на обидві сторони. Фірми Philips, Sony і Hewlett-Packard оголосили про створення нового формату дисків, названого DVD+RW, що несумісний з існуючими форматами, але розроблений накопичувач може відтворювати диски DVD-ROM і звичайні компакт-диски. Фірма Pioneer розробила власний стандарт перезаписуваних DVD-дисків, які мають назву DVD-R/W.

Установка накопичувача CD-ROM

Наскільки складною (або простою) виявиться установка накопичувача, залежить тільки від вас. Якщо ви заздалегідь з'ясували, що таке SCSI-Пристрій (якщо до них відноситься ваш накопичувач), і спланували свою роботу, то його установка пройде без проблем. Нижче будуть розглянуті установка й підключення стандартних убудованих і зовнішніх накопичувачів CD-ROM і дані поради й рекомендації, які звичайно не наводяться в прикладених керівництвах. Після установки накопичувача й включення комп'ютера операційна система Windows 9x виявить пристрої Plug and Play і встановить необхідне програмне забезпечення. У протилежному випадку всі необхідні драйвери доведеться встановлювати самостійно.

Зауваження

Накопичувачі CD-ROM і DVD-ROM з інтерфейсом IDE або SCSI встановлюються звичайним чином. А плати декодера, необхідні для відтворення відео у форматі MPEG-2, вставляються в слот PCI і для них необхідне відповідне програмне забезпечення.

Як уникнути конфліктів

Незалежно від того, який ви підключаєте накопичувач (убудований або зовнішній), перед установкою необхідно перевірити IDE- або SCSI-Адаптер для накопичувача. Більшість накопичувачів підключаються саме до таких адаптерів. IDE- або SCSI-Адаптер повинен бути встановлений у системі й не мати конфліктів з іншими пристроями. Необхідні дії з підключення накопичувача до адаптера будуть розглянуті далі в цьому пункті.

У більшості комп'ютерів IDE-Адаптер інтегрований у системну плату. А при використанні накопичувача SCSI вам доведеться встановити SCSI-Адаптер у вільний слот на материнській платі й конфігурувати його, тобто встановити наступні параметри:

- переривання (IRQ);
- канал прямого доступу до пам'яті (DMA);
- адреса порту вводу-виводу.

Якщо у вас встановлена операційна система Windows 9x і ви використовуєте пристрої Plug and Play, налаштування їхніх параметрів буде виконане автоматично. А при використанні іншої операційної системи вам доведеться вручну конфігурувати параметри адаптера.

Конфігурація накопичувача

Конфігурація нового накопичувача – застаета його правильної роботи. Обстежте накопичувач і знайдіть всі перемички й рознімання. Для накопичувача з інтерфейсом IDE ви можете встановити перемички в наступні положення:

- провідний (master) накопичувач на вторинному IDE рознімання;
- підлеглий (slave) накопичувач стосовно встановленого жорсткого диска.

Якщо ви встановлюєте накопичувач на вторинний інтерфейс EIDE, його перемички будуть встановлені правильно. Перевірте це по документації, що прикладена до накопичувача CD-ROM.

При використанні накопичувача CD-ROM або DVD-ROM як вторинного пристрою перевірте, чи правильно встановлені перемички на накопичувачі й чи правильно підключений шлейф кабелю до системної плати. У більшості випадків установлюваному накопичувачу буде привласнена наступна вільна буква пристрою.

Накопичувач SCSI конфігурується небагато простіше, оскільки для нього необхідно встановити тільки ідентифікаційний номер пристрою

SCSI (SCSI ID). За замовчуванням завантажувальному диску привласнюється ідентифікаційний номер 0, а адаптеру більшості фірм-виробників привласнюється номер 7. Перевірте, щоб для накопичувача був установлений який-небудь інший номер, що не використовується в цей час будь-яким іншим периферійним SCSI-Пристроєм.

Підключення зовнішнього SCSI-Накопичувача

Акуратно розпакуйте пристрій. Звичайно в комплект входять:

накопичувач CD-ROM або DVD-ROM;

кабель для підключення до SCSI-Адаптера.

Це той мінімум, який необхідний для підключення й роботи пристрою. Можливо, у наборі ви виявите також футляр для компакт-диска, інструкцію для експлуатації адаптера й декілька демонстраційних компакт-дисків. SCSI-Пристрої практично завжди поставляються без SCSI-Адаптера. Оскільки кожний SCSI-Адаптер підтримує до 7 пристроїв (Ultra2 SCSI підтримує до 15 пристроїв), вам не доведеться купувати окрему плату адаптера для кожного пристрою. У деяких системних платах є інтегрований SCSI-Адаптер, але, найімовірніше, вам все-таки доведеться придбати окрему плату SCSI-Адаптера.

Огляньте своє робоче місце й подумайте (з урахуванням довжини сполучного кабелю), куди можна поставити накопичувач. Знайшовши підходяще місце, підключіть до накопичувача шнур живлення (звичайно рознімання для нього розташоване на задній панелі комп'ютера). Природно, що поблизу повинна знаходитися вільна мережна розетка, а краще – вільне гніздо у фільтрі живлення (стабілізаторі, блоці безперебійного живлення й т. п.).

Підключіть один кінець сполучного кабелю до рознімання накопичувача, а другий – до рознімання, установленного на платі адаптера. На задніх панелях більшості переносних накопичувачів CD-ROM розташовані два рознімання, і для підключення до комп'ютера можна використовувати кожний з них. Закріпіть рознімання кабелю за допомогою фіксуючих скоб (петель), якщо такі є. У деяких нових 16-розрядних контролерах використовуються спеціальні малогабаритні з'єднувачі, які полегшують підключення.

На задній панелі переносного накопичувача повинен бути перемикач ідентифікаційного номера пристрою SCSI (SCSI ID). Як правило, адаптерам за замовчуванням привласнюється ідентифікаційний номер 7. Перевірте, щоб для накопичувача був установлений який-небудь інший

номер, наприклад 6, 5 або 4. Звичайно, не можна встановлювати таке значення, що вже використовується для іншої плати або якого-небудь периферійного SCSI-Пристрою.

Усунення проблем, пов'язаних з CD-ROM

Деякі користувачі вважають, що диски й накопичувачі CD-ROM так само стійкі до ушкоджень, як магнітні накопичувачі. Насправді сучасний компакт-диск набагато менш надійний, ніж сучасний жорсткий диск. Ненадійність – недолік всіх переносних накопичувачів, і CD-ROM не є виключенням.

Найпоширеніші причини проблем, пов'язаних з дисками й накопичувачами CD-ROM, – це подряпини й забруднення. Невеликі подряпини й відбитки пальців на нижній стороні компакт-диска, можливо, не принесуть значної шкоди, оскільки лазер фокусується на крапці усередині диска, але бруд і глибокі подряпини можуть викликати проблеми (диск може просто не читатися).

Щоб очистити диск від пилу й інших забруднень, необхідно використовувати дуже м'яку тканину, щоб не подряпати його. Найкраще протирати компакт-диск від центру до країв, тому що подряпини, перпендикулярні доріжкам, наносять менше шкоди. Більшість засобів для миття вікон ідеально підходить для видалення бруду й відбитків пальців з диска й не ушкоджує пластик. Навіть глибокі подряпини найчастіше можна відполірувати. Автори рекомендують використовувати очисники для пластику, які продаються в магазинах автозапчастин і призначені для очищення наборів пластикових інструментів і лінз задніх фар. Цей тип очисників, або полірувальників, має дуже м'який абразив і добре полірує пластикову поверхню. Звичайні очисники розраховані на усунення більш глибоких подряпин, а полірувальники – на застосування після очисника й можуть усунути тільки дуже неглибокі подряпини. Тому звичайні очисники й полірувальники не підходять для очищення компакт-дисків.

Помилки читання також можуть виникати, якщо засмітилася лінза накопичувача CD-ROM. Можна спробувати очистити накопичувач потоком повітря або використовувати спеціальний засіб для очищення, яке можна купити в спеціалізованих магазинах.

Якщо ваші диски й накопичувач чисті, а якийсь компакт-диск не читається, то це може бути пов'язано з його ємністю. Раніше диски CD-ROM мали ємність 525 Мбайт (еквівалентно 60-хвилинному аудіокомпакт-диску). Зараз випускаються компакт-диски з ємністю 650 Мбайт (що становить 74 хв. звучання аудіокомпакт-дисків). Тому багато старих нако-

пичувачів не читають крайні доріжки нових компакт-дисків. Очевидно, що ця проблема може виникнути при використанні компакт-дисків з більшим обсягом даних, такими, як мультимедіа-енциклопедії. Цю проблему можна вирішити, скориставшись програмно-апаратними засобами або модернізувавши накопичувач.

Іноді занадто малий обсяг даних на диску теж може викликати проблеми. Це пов'язане з тим, що деякі старі накопичувачі використовують довільну крапку на поверхні диска для настроювання механізму читання, і, якщо в цій крапці не виявиться даних, механізм не буде настроєний. На щастя, дана проблема звичайно вирішується шляхом використання програмно-апаратних засобів або модернізації накопичувача.

Є ще одна розповсюджена проблема – деякі старі накопичувачі не сумісні з Windows 9x. У цьому випадку вам доведеться зв'язатися з виробником накопичувача й довідатися, чи немає в нього необхідного програмного або програмно-апаратного забезпечення. Але, з огляду на сьогоднішні ціни на накопичувачі CD-ROM, вигідніше придбати новий.

Якщо у вас виникли проблеми тільки з одним певним компакт-диском, а не з накопичувачем у цілому, то це, швидше за все, викликано дефектами самого диска, який потрібно просто замінити.

1.2. Архітектурні особливості комп'ютерів різних типів

1.2.1. Класифікація систем комп'ютерів

Існують різні класифікації комп'ютерів – за призначенням, за технічною сумісністю за програмною сумісністю, за розмірами і т. д. Наведемо класифікацію, що використовують провідні виробники комп'ютерів:

- суперкомп'ютери;
- мейнфрейми;
- сервери;
- персональні комп'ютери;
- настільні;
- переносні;
- кишенькові.

Суперкомп'ютери

Суперкомп'ютери – це великі комп'ютери, що створюються для задач, які вимагають великих обчислень, таких, як визначення координати далекої зірки або галактики, моделювання клімату, складання карт нафтових і газових покладів і т. д.

Суперкомп'ютери – це штучний продукт, вони створюються для рішення конкретних задач замовника, але елементи, що входять до складу суперкомп'ютерів, є серійними.

Суперкомп'ютери складаються із сотень процесорів, мають велику оперативну пам'ять і високу швидкодію. Вони займають великі зали за площею, рівною 2 – 3 баскетбольним площадкам.

Організація TOP500 Supercomputer sites з 1993 року публікує статистику по 500 найбільш потужніших суперкомп'ютерах. За даними на червень 2003 року 5 кращих комп'ютерів на рис. 1.13.






	<p>1. Earth Simulator – комп'ютер для моделювання клімату, м.Йокогама, Японія Виробник NEC, 360 млн дол. 640 модулів, 5120 процесорів 500 МГц, швидкодія 35,86 ТераФЛОПС</p>
	
<p>2. Комп'ютер ASCI Q Національна лабораторія США, м. Лос Аламос Виробник Hewlett Packard 3072 сервери AlphaServer ES45s, 12288 процесорів EV-68 1.25 ГГц Швидкодія 13,88 ТераФЛОПС</p>	<p>3. MCR Linux Cluster Ліверморська національна лабораторія Лоуренса, США Виробник Linux Networx 1152 блоки, 2304 процесори Intel 2.4 ГГц Хеон Швидкодія 11,2 ТераФЛОПС</p>
	
<p>4. Комп'ютер ASCI White Національна лабораторія США, м. Лос Аламос Виробник IBM 638 блоків, 8192 процесори IBM RS6000 SP Power3 375 МГц Швидкодія 7,304 ТераФЛОПС</p>	<p>5. Комп'ютер Seaborg Берклі, США 416 блоків, 6656 процесорів IBM RS6000 SP Power3 375 МГц Швидкодія 7,304 ТераФЛОПС</p>

Рис. 1.13. 5 кращих комп'ютерів на червень 2003 року

Більшість суперкомп'ютерів створюються за кластерною технологією (Cluster). За цією технологією комп'ютер будується з декількох десятків серверів, що працюють як єдина система. Кластерні суперкомп'ютери легко масштабуються і дозволяють створювати дублюючі обчислювальні лінії, що є необхідним, коли обчислення, наприклад, моделюють процеси в реальному часі і збої неприпустимі.

Мейнфрейми

Мейнфрейми – це великі комп'ютери, з високою швидкістю і великими обчислювальними ресурсами, що можуть обробляти велику кількість даних і виконувати обробку запитів одночасно декількох тисяч користувачів.

Мейнфрейми виконані із надлишковими технічними характеристиками, що робить їх дуже надійними.

Фізично мейнфрейми мають один корпус – системний блок розміром із шафу, до якого можуть підключатися термінали (термінал складається з монітора і клавіатури).

Використовуються мейнфрейми для збереження й обробки великих баз даних, а також великих web-вузлів з великою кількістю одночасних обертів.

Сервери

Сервери – це комп'ютери, що служать центральними вузлами в комп'ютерних мережах. На серверах встановлюється програмне забезпечення, що дозволяє управляти роботою мережі.

На серверах зберігається інформація, якою можуть користуватися всі комп'ютери, підключені до мережі. Від сервера залежить працездатність усієї мережі і схоронність баз даних та іншої інформації, тому сервери мають декілька резервних дублюючих систем збереження даних, електроживлення, можливість заміни несправних блоків без переривання роботи. Сервери можуть містити від декількох десятків процесорів.

За технологічною сумісністю сервери бувають IBM-сумісними і Macintosh-сумісними.

Персональні комп'ютери

Персональні комп'ютери (ПК) – це комп'ютери, що можуть використовуватися однією людиною автономно, незалежно від інших комп'ютерів. Персональні комп'ютери можуть бути настільними, переносними і кишеньковими.

За технологічною сумісністю персональні комп'ютери бувають IBM-сумісними і Macintosh-сумісними.

Переносні персональні комп'ютери

Крім настільних комп'ютерів існують переносні комп'ютери. Перші переносні комп'ютери називали лептопи (laptop – який лежить на колінах). Сучасні переносні комп'ютери називають англійським словом "ноутбук" або блокнотний комп'ютер. Блокнотний комп'ютер має рідкокристалічний дисплей, клавіатуру, з'єднану із системним блоком, дисковод і CD-ROM, що показано на рис. 1.14. Крім того, обов'язково є маніпулятор для управління курсором.



Рис. 1.14. Блокнотний комп'ютер – ноутбук

За розміром блокнотні комп'ютери такі, що легко вміщуються в портфель-дипломат.

Кишенькові персональні комп'ютери

Кишенькові переносні комп'ютери містяться на долоні і їх так і називають – надолонники або англійською – палмтоп (рис. 1.15), що означає – який лежить на долоні. У цих комп'ютерах програми занесені в мікросхеми. У набір програм входить операційна система (ОС), текстовий і графічний редактори, система баз даних і електронні таблиці, програми для роботи в Інтернеті. Ці комп'ютери дозволяють обробляти документи, вести бази даних, робити обчислення, роздруковувати документи, записувати їх на дискету, працювати в Інтернеті, але встановити нові програми не можуть.



Рис. 1.15. Кишенькові комп'ютери – палмтопи

Крім палмтопів є кишенькові комп'ютери, що називаються PDA – personal digital assistant – персональний цифровий секретар (рис.1.16). Ці комп'ютери не мають клавіатури. Вони оснащені сенсорним екраном і інформація вводиться на екран за допомогою спеціальної указки-стека.



Рис. 1.16. Кишенькові комп'ютери — PDA

Загальна назва кишенькових комп'ютерів – handheld computers – комп'ютери, які тримають у руках.

Переносні і кишенькові комп'ютери зручні для використання в поїздах.

У січні 2003 року один із засновників Microsoft Стат Аллен представив новий комп'ютер своєї компанії Vulcan, який назвав Mini-PC.

Цей комп'ютер ненабагато більший кишенькових, але вміщується на долоні. На відміну від кишенькових комп'ютерів, у Mini-PC використовується звичайна операційна система Windows XP.

Комп'ютер має дисплей розміром 5,8 дюймів по горизонталі і дозвіл 800x400, твердий диск ємністю 20 Гб і процесор компанії Transmeta.

Векторні суперкомп'ютери (SIMD)

Серед сучасних суперЕОМ цю архітектуру мають однопроцесорні векторні суперкомп'ютери. Практично всі вони випускаються також у мультипроцесорних конфігураціях, що відносяться до класу MIMD. Однак багато особливостей архітектури векторних суперЕОМ можна зрозуміти, розглядаючи навіть однопроцесорні системи.

Типова схема однопроцесорного векторного суперкомп'ютера представлена на прикладі FACOM VP-200 японської фірми Fujitsu. Схожу архітектуру мають і інші векторні суперкомп'ютери, наприклад, фірми Cray Research і Convex. Загальним для всіх векторних суперкомп'ютерів є наявність у системі команд векторних операцій, наприклад, додавання векторів, що допускають роботу з векторами визначеної довжини, допустимо, 64 елементи по 8 байтів. У таких комп'ютерах операції з

векторами звичайно виконуються над векторними регістрами, що, однак, зовсім не є обов'язковим. Наявність регістрів маски дозволяє виконувати векторні команди не над всіма елементами векторів, а тільки над тими, на які вказує маска.

Звичайно, у конкретних реалізаціях векторної архітектури в різних суперкомп'ютерах є свої модифікації цієї загальної схеми. Так, наприклад, в обчислювальних системах серії VP компанії Fujitsu апаратно реалізована підтримка можливості реконфігурації файла векторних регістрів – можна, наприклад, збільшити довжину векторних регістрів з одночасним пропорційним зменшенням їхнього числа.

З часів Cray-1 багато векторних суперкомп'ютерів, у тому числі EOM серії VP від Fujitsu і серії S компанії Hitachi, мають важливий засіб прискорення векторних обчислень, який називають зачепленням команд. Розглянемо, наприклад, як впливає послідовність команд, що працюють з векторними V-регістрами в комп'ютерах Cray:

$$V2 = V0 \times V1;$$

$$V4 = V2 + V3.$$

Ясно, що друга команда не може почати виконуватися відразу після першої – для цього перша команда повинна сформувати регістр V2, що вимагає визначеної кількості тактів. Засіб зачеплення дозволяє, проте, другій команді почати виконання, не чекаючи повного завершення першої: одночасно з появою першого результату в регістрі V2 його копія направляється у функціональній пристрій додавання, і запускається друга команда. Зрозуміло, деталі можливостей зачеплення різних векторних команд відрізняються в різних EOM.

Що стосується скалярної обробки, то відповідна підсистема команд у японських суперкомп'ютерах Fujitsu і Hitachi сумісна з IBM/370, що має очевидні переваги. При цьому для буферизації скалярних даних використовується традиційна кеш-пам'ять. Навпаки, компанія Cray Research, починаючи зі Cray-1, відмовилася від застосування кеш-пам'яті. Замість цього в її комп'ютерах використовуються спеціальні програмно-адресовані буферні B- і T-регістри. І лише в останній серії, Cray T90, була введена проміжна кеш-пам'ять для скалярних операцій. Відзначимо, що на тракті оперативна пам'ять – векторні регістри проміжна буферна пам'ять відсутня, що викликає необхідність мати високу пропускну спроможність підсистеми оперативної пам'яті: щоб підтримувати високу швидкість обчислень, необхідно швидко завантажувати дані у векторні регістри і записувати результати назад у пам'ять.

Дотепер авторами розглядалися векторні ЕОМ, у яких операнди відповідних команд розміщуються у векторних регістрах. Крім згадуваних комп'ютерів Fujitsu і Hitachi, векторні регістри мають комп'ютери серії SX іншої японської фірми NEC, у тому числі найбільш потужні ЕОМ серії SX-4, а також всі векторні комп'ютери як від Cray Research, включаючи C90, M90 і T90, так і від Cray Computer, включаючи Cray-3 і Cray-4, і векторні мінісуперЕОМ фірми Convex серій C1, C2, C3 і C4/XA.

Але деякі векторні суперЕОМ, наприклад, IBM ES/9000, працюють з операндами-векторами, розміщеними безпосередньо в оперативній пам'яті. Швидше за все, такий підхід є менш перспективним з погляду продуктивності, зокрема, тому, що для підтримки високого темпу обчислень для кожної векторної команди потрібна швидка вибірка векторних операндів з пам'яті і запис результатів назад.

Багатопроцесорні векторні суперкомп'ютери (MIMD)

Усі згадані векторні суперкомп'ютери випускаються в багатопроцесорних конфігураціях, що відносяться вже до класу MIMD.

У архітектурі багатопроцесорних векторних комп'ютерів можна відзначити дві найважливіші характеристики: симетричність (рівноправність) усіх процесорів системи і поділ усіма процесорами загального поля оперативної пам'яті. Подібні комп'ютерні системи називаються сильно зв'язаними. Якщо в однопроцесорних векторних ЕОМ для створення ефективної програми її треба векторизувати, то в багатопроцесорних з'являється задача розпаралелювання програми для її виконання одночасно на декількох процесорах.

Задача розпаралелювання є, мабуть, більш складною, оскільки в ній необхідно організувати синхронізацію паралельно виконуваних процесів. Практика показала можливості ефективного розпаралелювання великого числа алгоритмів для розглянутих сильно зв'язаних систем. Відповідний підхід до розпаралелювання на таких комп'ютерах називається іноді моделлю поділюваної загальної пам'яті.

Багатопроцесорні SMP-сервери на базі мікропроцесорів RISC-архітектури (MIMD)

Продуктивність деяких сучасних мікропроцесорів RISC-архітектури стала порівняною з продуктивністю процесорів векторних комп'ютерів. Як наслідок цього, з'явилися ці досягнення, що використовують суперЕОМ нової архітектури, – сильно зв'язані комп'ютери класу MIMD, які станов-

лять симетричні багатопроцесорні сервери з загальним полем оперативної пам'яті. Цим перспективним системам має сенс приділити більш уваги, ніж іншим комп'ютерним архітектурам.

Найбільш відомі суперкомп'ютерні сервери, що мають подібну SMP-архітектуру – DEC AlphaServer 8200/8400 і SGI POWER CHALLENGE. Для них характерне застосування високопродуктивної системної шини, у слоти якої вставляються модулі трьох типів – процесорні, оперативної пам'яті і вводу-виводу. Звичайні, більш повільні шини вводу-виводу, наприклад, PCI або VME64, приєднуються вже до модулів вводу-виводу. Очевидно, що подібна конструкція має високий ступінь модульності і легко дозволяє робити нарощування конфігурації, що обмежується тільки доступним числом слотів системної шини і її продуктивністю.

У модулях пам'яті звичайно використовується технологія DRAM, що дозволяє досягти великих ємностей пам'яті при відносно низькій ціні. Однак швидкість обміну даними між процесорами і пам'яттю в таких серверах набагато нижче, ніж пропускна спроможність аналогічного тракту у векторних суперЕОМ, де оперативна пам'ять складається на більш дорогій технології DRAM. У цьому полягає одна із основних відмінностей у підходах до суперкомп'ютерних обчислень, що застосовуються для багатопроцесорних векторних ЕОМ і SMP-серверів. У перших звичайно є відносно невелике число векторних регістрів, тому, як уже відзначалося, для підтримки високої продуктивності необхідно швидко завантажувати в них дані або, навпаки, записувати з них інформацію в оперативну пам'ять. Таким чином, потрібна висока продуктивність тракту процесор-пам'ять.

У SMP-серверах пропускна спроможність модулів пам'яті набагато нижче, а загальна швидкість обміну даними з процесорними модулями обмежується також (хоча і високою) пропускною спроможністю шини. До того ж системна шина може бути зайнята передачею даних за рахунок роботи модулів вводу-виводу. Для ілюстрації порядків величин можна навести такі дані: гарантована пропускна спроможність системної шини TurboLaser у AlphaServer 8200/8400 складає 1,6 і 1,2 Гб/с – для шини POWERpath-2 у POWER CHALLENGE, а пропускна спроможність оперативної пам'яті в Cray T90 дорівнює 800 Гб/с. Тому в SMP-серверах розроблювачі прагнуть зменшити саму потребу в обмінах даними на тракті процесор і пам'ять. З цією метою замість маленької за величиною

ємності пам'яті векторних реєстрів (саме тому вони вимагають досить частого перезавантаження) мікропроцесори в суперкомп'ютерних SMP-системах забезпечуються кеш-пам'яттю дуже великого розміру, наприклад, по 4 Мб на мікропроцесор у AlphaServer 8200/8400 і POWER CHALLENGE. У результаті для дуже широкого спектру програм вдається досягти поставленої мети.

Сучасні комп'ютери SMP-архітектури і кластери на їхній основі мають багато в чому порівнянні характеристики з великими векторними суперЕОМ, за винятком пропускної спроможності оперативної пам'яті. Якщо додати до цього низькі експлуатаційні витрати на обслуговування SMP-систем, то стає зрозуміло, чому застосування цих набагато більш дешевих (порівняно з векторними) суперкомп'ютерів одержало за останні 2 роки широке розповсюдження.

Аналізовані тут SMP-системи не зобов'язані мати шинну архітектуру. Замість шини може використовуватися комутатор. Подібний підхід застосовується, наприклад, усередині гіпервузлів комп'ютерів Convex Exemplar SPP. Однак майже все сказане в даному пункті зберігає силу й у цьому випадку.

Кластери (MIMD)

Кластери є найбільш дешевим способом нарощування продуктивності вже інстальованих комп'ютерів. Фактично кластер становить набір з декількох ЕОМ, поєднаних через деяку комунікаційну інфраструктуру. Такою структурою може виступати звичайна комп'ютерна мережа, однак з понять підвищення продуктивності бажано мати високошвидкісні з'єднання (FDDI/ ATM/ HiPPI і т. п.). Кластери можуть бути утворені як з різних комп'ютерів (гетерогенні кластери), так і з однакових (гомогенні кластери). Очевидно, що всі такі системи відносяться до класу MIMD. Кластери є класичним прикладом слабо зв'язаних систем.

Перевагою кластерного підходу порівняно з SMP-серверами є поліпшення можливостей масштабування. На відміну від серверів SMP-архітектури, де нарощування конфігурації обмежене пропускною спроможністю шини, додавання комп'ютерів у кластер дозволяє збільшувати пропускну спроможність оперативної пам'яті і підсистем вводу-виводу.

У кластерних системах для організації взаємодії між процесами, що виконуються на різних комп'ютерах при рішенні однієї задачі, застосо-

вуються різні моделі обміну повідомленнями (PVM, MPI і т. п.). Однак задача розпаралелювання в таких системах з розподіленою між окремими комп'ютерами пам'яттю в межах цих моделей є більш складною, ніж у моделі загального поля пам'яті, як наприклад, у SMP-серверах. До цього варто додати чисто апаратні проблеми наявності затримок при обмінах повідомленнями і підвищення швидкості передачі даних. Тому спектр задач, що можуть ефективно вирішуватися на кластерних системах, порівняно із симетричними сильно зв'язаними системами досить обмежений. Для паралельної обробки запитів до баз даних у подібних системах також мають свої власні підходи.

У кластери можуть приєднуватися різні суперкомп'ютери, наприклад, мінісуперЕОМ Cray J90, однак найбільш відомими кластерами у світі супер-ЕОМ є IBM SP2 і SGI POWER CHALLENGE. Можливість наявності великого числа процесорних вузлів у SP2 дозволяє одночасно віднести цей комп'ютер і до класу Mpp-систем.

MPP-системи (MIMD)

Основною ознакою, за якою систему відносять до архітектури MPP, є число процесорів (n). Строгої границі не існує, але звичайно вважається, що при $n \geq 128$ – це вже MPP, а при $n \leq 32$ – ще ні.

Зовсім не обов'язково, щоб MPP-система мала розподілену оперативну пам'ять, при якій кожен процесорний вузол має свою локальну пам'ять. Так, наприклад, комп'ютери SPP1000/XA і SPP1200/XA – приклад систем з масовим паралелізмом, пам'ять яких фізично розподілена між гіпервузлами, але логічно є загальною для всієї ЕОМ. Проте більшість MPP-комп'ютерів мають як логічно, так і фізично розподілену пам'ять.

У будь-якому випадку MPP-системи належать до класу MIMD. Якщо говорити про MPP-комп'ютери з розподіленою пам'яттю і відвернутися від організації вводу-виводу, то ця архітектура є природним розширенням кластерної на велике число вузлів. Тому для таких систем характерні всі переваги і недоліки кластерів. Причому у зв'язку з підвищеним числом процесорних вузлів як плюси, так і мінуси стають набагато вагоміше (процесорний вузол – це блок ЕОМ, що може містити кілька процесорів, наприклад, як у комп'ютерах SNI/Pyramid RM1000, і сам по собі мати архітектуру SMP).

Завдяки масштабуванню, саме MPP-системи є на сьогодні лідерами по досягнутій продуктивності комп'ютера; найбільш яскравий приклад цього – Intel Paragon. З іншого боку, проблеми розпаралелювання в MPP-системах порівняно з кластерами, що містять небагато процесорів, стають ще більш важко розв'язними. Крім того, збільшення продуктивності зі зростанням числа процесорів звичайно взагалі майже не відбувається. Легко наростити теоретичну продуктивність EOM, але набагато важче знайти задачі, що зуміли б ефективно завантажити процесорні вузли.

Сьогодні не так уже багато програм можуть ефективно виконуватися на MPP-комп'ютері, крім цього є ще проблема переносності програм між MPP-системами, що мають різну архітектуру. Розпочата за останні роки спроба стандартизації моделей обміну повідомленнями ще не знімає всіх проблем. Ефективність розпаралелювання в багатьох випадках сильно залежить від деталей архітектури MPP-системи, наприклад топології з'єднання процесорних вузлів.

Найефективнішою була б топологія, у якій будь-який вузол міг би прямо зв'язатися з будь-яким іншим вузлом. Однак у MPP-системах це технічно важко реалізувати. Звичайно процесорні вузли в сучасних MPP-комп'ютерах утворюють або двовимірні ґрати (наприклад, у SNI/Pyramid RM1000) або гіперкуб (як у суперкомп'ютерах nCube).

Оскільки для синхронізації паралельно виконується у вузлах процесів необхідний обмін повідомленнями, що повинен доходити з будь-якого вузла системи в будь-який інший вузол, важливою характеристикою є діаметр системи C_1 – з максимальною відстанню між вузлами. У випадку двовимірних ґрат $d \sim \sqrt{n}$, у випадку гіперкуба $d \sim 1n(n)$. Таким чином, при збільшенні числа вузлів архітектура гіперкуба є більш вигідною.

Час передачі інформації від вузла до вузла залежить від стартової затримки і швидкості передачі. У будь-якому випадку за час передачі процесорні вузли встигають виконати безліч команд, і це співвідношення швидкодії процесорних вузлів і передавальної системи, імовірно, буде зберігатися – прогрес у продуктивності процесорів набагато швидший, ніж у пропускній здатності каналів зв'язку. Тому інфраструктура каналів зв'язку є одним із головних компонентів MPP-комп'ютера.

Незважаючи на всі складності, сфера застосування MPP-комп'ютерів потроху розширюється. Різні MPP-системи експлуатуються в

багатьох ведучих суперкомп'ютерних центрах світу, що наочно впливає зі списку TOP500. Крім уже згаданих, слід особливо зазначити комп'ютери Cray T3D і Cray T3E, що ілюструють той факт, що світовий лідер виробництва векторних супер-ЕОМ, компанія Cray Research, уже не орієнтується винятково на векторні системи. Нарешті, не можна не згадати, що новітній суперкомп'ютерний проект міністерства енергетики США буде заснований на MPP-системі на базі Pentium Pro.

1.2.2. Класифікація та архітектурні особливості суперкомп'ютерів

Наприкінці травня 2006 року Кабінет Міністрів України виділив 3 млн гривень (близько 600 тис. дол.) на встаткування для центра суперкомп'ютерних обчислень і даних, що перебуває в науковому парку "Київська політехніка", утвореному на базі Національного технічного університету України – Київського політехнічного інституту. А в середині листопада відбулося відкриття Центра суперкомп'ютерних обчислень і українського відділення Світового центра даних, створеного разом з Геофізичним центром Російської академії наук. Ця подія була визнана настільки важливою для країни, що на ньому був присутній навіть президент держави Віктор Ющенко. Він підкреслив, що відкриття центрів – не тільки спосіб технічної й інтелектуальної комунікації. Це, безумовно, зміна рейтингу України у світі потужних обчислень, і даним проектом завершується формування національної мережі, що дасть можливість прилучитися до неї декільком десяткам вищих навчальних закладів України.

Установлені в Центрі комп'ютери призначені для виконання надскладних обчислень ученими з різних регіонів України. Це найбільш потужні машини в країні, їхня швидкість обробки інформації, обсяг пам'яті й можливість масштабування перебувають на рівні світових показників. Для об'єднання з іншими комп'ютерами буде використана телекомунікаційна мережа URAN (Ukrainian Research and Academic Network), створена за підтримкою НАТО, яка має регіональні центри в Дніпропетровську, Донецьку, Львові, Одесі, Сімферополі й Харкові.

1.2.3. Класифікація та архітектурні особливості нейрокомп'ютерів

Нейрочипи: аналіз і порівняльні характеристики

Основні характеристики комерційно доступних нейрочипів наведені в табл. 1.10.

Таблиця 1.10

Характеристики нейрочипів

Найменування	Фірма-виробник	Розрядність, біт	Максимальна кількість синапсів*	Максимальне число шарів**	Примітка
MA16	Siemens	48 (помножувачі й суматори)	-	-	400 ММАС
NNP (Neural Networks Processor)	Accurate Automation	Nx16	-	-	MIMD, N – число процесорів
CNAPS-1064	Adaptive Solutions	16	128 Кбайт	64	

*) – максимальне число синапсів визначає розмір внутрішньокристалічної пам'яті ваг.

**) – максимальне число шарів визначається числом операцій множення з нагромадженням, що виконується за один такт для операндів довжиною 8 біт.

Основною елементною базою перспективних нейрон-рахівників є нейрочипи. Їхнє виробництво ведеться в багатьох країнах світу, причому більшість із них на сьогодні орієнтовані на закрите використання (тобто створювалися для конкретних спеціалізованих керуючих систем).

Перш ніж перейти до розгляду найцікавіших нейрочипів, зупинимося на їхній класифікації.

За способом подання інформації нейрочипи можна розділити на цифрові, аналогові й гібридні.

За типом реалізації нейрон-алгоритмів: нейрочипи з повністю апаратною реалізацією й з апаратною-програмно-апаратної (коли нейрон-алгоритми зберігаються в ПЗП). За можливістю побудови нейрон-мережі: нейрочипи із твердою й змінною нейромережною структурою. Узагальнена класифікація нейрочипів наведена на рис. 1.17.

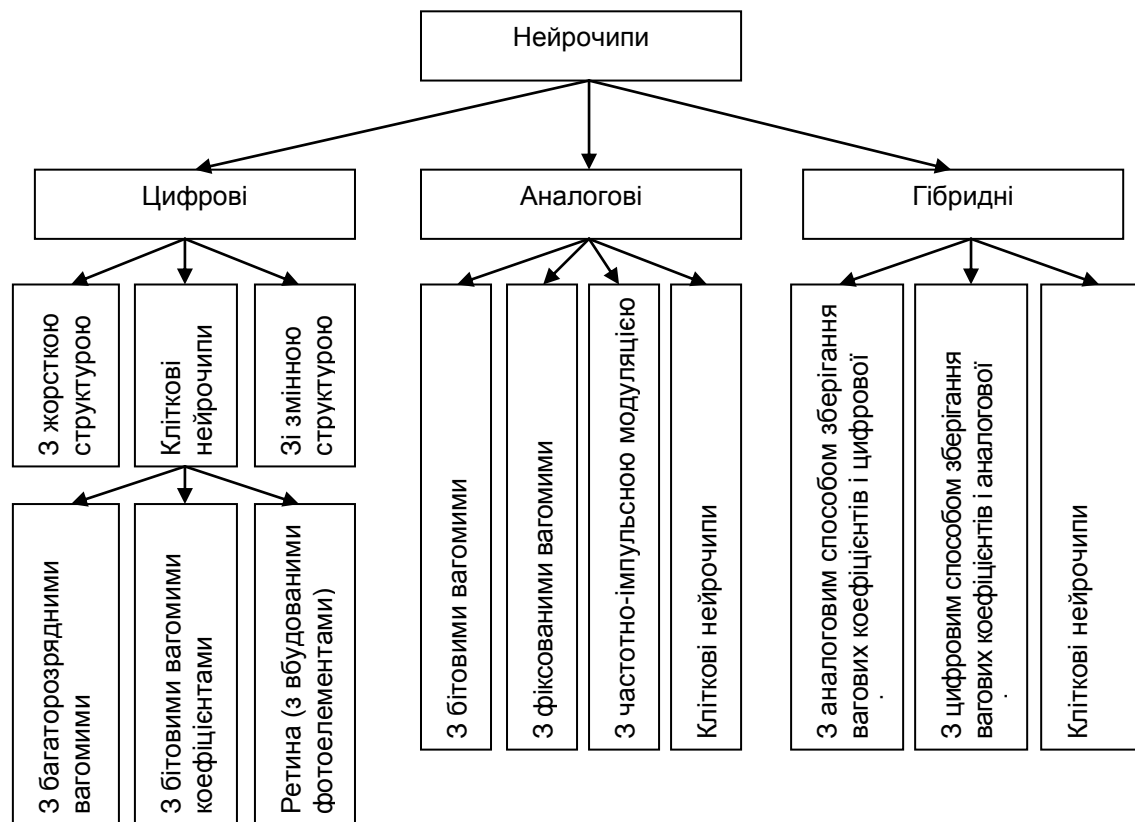


Рис. 1.17. Узагальнена класифікація нейрочипів

За характером реалізації нелінійних перетворень: на нейрочипи із твердою структурою нейронів (апаратно реалізовані) і нейрочипи з набудованою структурою, що має нейрони (перепрограмувальні нейрони).

В окремі класи варто виділити так звані систолітичні й нейронігальні процесори.

Систолітичні процесори (процесорні матриці) – це чипи, як правило, близькі до звичайних RISC-Процесорів і об'єднуючі у своєму складі деяке число процесорних елементів. Вся ж інша логіка, як правило, повинна бути реалізована на базі периферійних схем.

У нейросигнальних процесорів ядро становить типовий сигнальний процесор, а реалізована на кристалі додаткова логіка забезпечує виконання нейромережних операцій (наприклад, додатковий векторний процесор і т. п.).

Розробка нейрочипів ведеться в багатьох країнах Світу. На сьогодні виділяють дві базові лінії розвитку обчислювальних систем з масовим паралелізмом (ОСМП): ОСМП із модифікованими послідовними алгоритмами, характерними для однопроцесорних фоннейманівських алгоритмів і ОСМП на основі принципово нових паралельних нейромережливих алгоритмів рішення різних завдань (на базі нейроматематики).

Розшифровка базових показників продуктивності: CUPS, CPS, CPSPW, CPPS і ММАС – наведена в попередній частині огляду.

Нейросигнальний процесор NEUROMATRIX NM6403 (фірма "Модуль", Росія.

Основою NeuroMatrix NM6403 є процесорне ядро NeuroMatrixCore (NMC), що становить синтез модель високопродуктивного DSP-Процесора з архітектурою VLIM/SIMD (мова Ver ilog). Ядро складається із двох базових блоків: 32-біт RISC-Процесора й 64-бітів векторного процесора, що забезпечує виконання векторних операцій над даними змінної розрядності (патент РФ.N2131145). Є два ідентичних програмувальних інтерфейси для роботи із зовнішньою пам'яттю різного типу й два комунікаційних порти, апаратно сумісних з портами ЦПС TMS320C4x, для можливості побудови багатопроцесорних систем.

NNP (Accurate Automation Corp.)

Процесор NNP (Neural Networks Processor) побудований за MIMD-Архітектурою, тобто складається з декількох мініатюрних процесорів, що працюють паралельно. Кожний з них становить швидкий 16-розрядний обчислювач із пам'яттю для зберігання синаптичних ваг. Процесор має всього 9 простих команд. Процесори на кристалі зв'язані один з одним локальною шиною. NNP створений у комерційних цілях і доступний на ринку.

У комплект поставки процесора включені засоби розробки програм, а також бібліотека підпрограм з реалізованими нейромережними алгоритмами, такими як мережі Хопфілда, мережі Кохенена та ін.

Процесор випускається на платах під шини ISA, VME. Продуктивність: 140 MCPS – для однопроцесорної системи й 1,4 GCPS – для 10-процесорної системи.

1.2.4. Класифікація та архітектурні особливості трансп'ютерів

Для підвищення продуктивності звичайно збільшується швидкість послідовних фоннейманівських архітектур шляхом застосування більш сучасної технології, наприклад, переходів Джозефсона або GaAS (галій-арсенід технології). Однопроцесорна фоннейманівська архітектура має межу, що визначається швидкістю розповсюдження електричного сигналу по фізичних лініях зв'язку між компонентами. Нагадаємо про класифікацію подібних архітектур Фліна (рис.1.18).

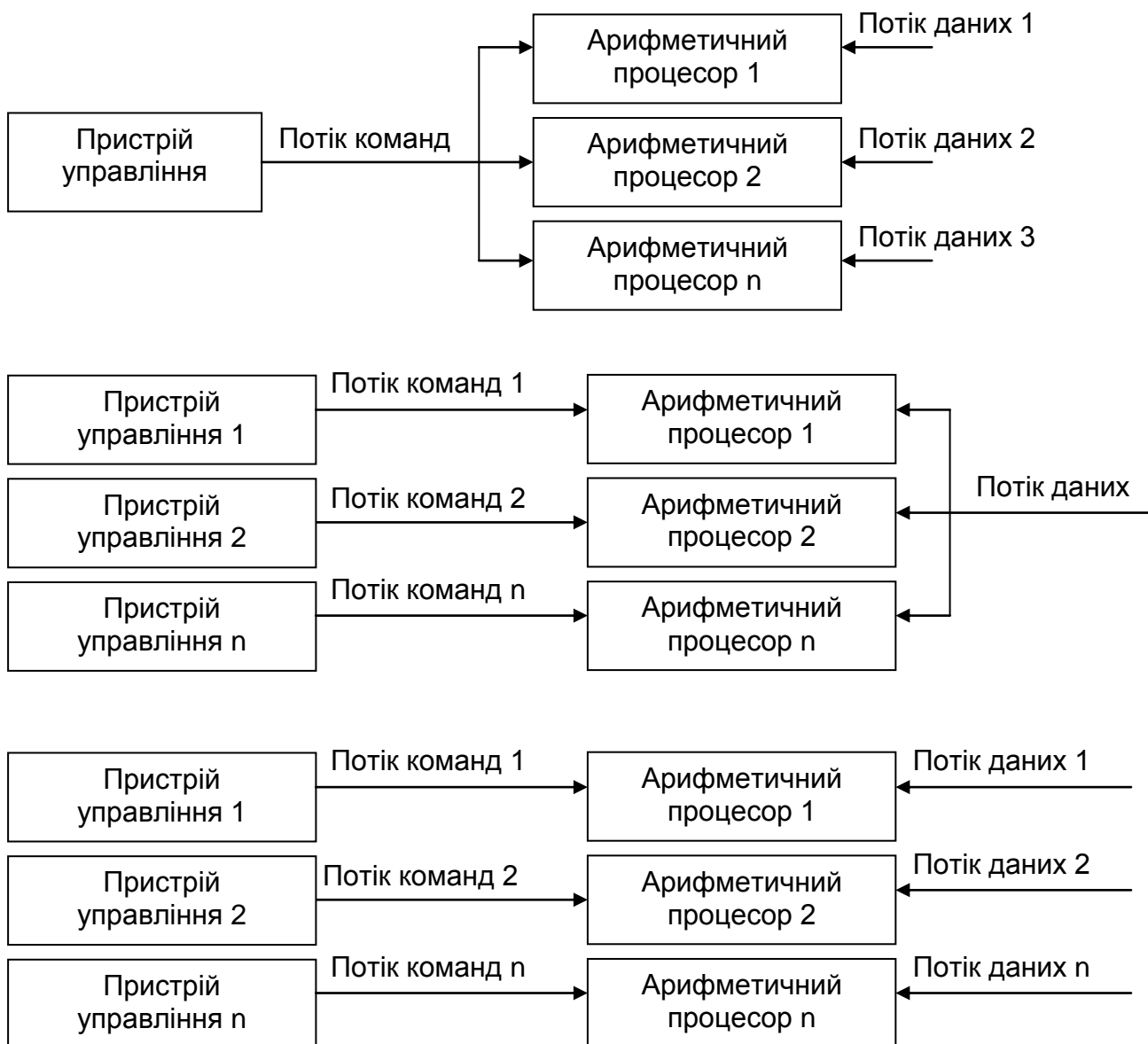


Рис. 1.18. Класифікація Фліна

Альтернативою послідовних процесів є архітектури, розробка яких заснована на паралелізмі: дані на алгоритми розподіляються між процесорами.

Зокрема, до високопаралельних архітектур класу МКМД відносяться трансп'ютери, які розглянемо пізніше більш докладно.

Серія машин, що реалізувалися на базі трансп'ютерних технологій, складається з набору системних компонентів, кожний з яких об'єднує елемент, що обробляє, систему зв'язку і пам'ять в одній мікросхемі, виготовленій за технологією СВІС. Однією з найважливіших властивостей технології СВІС є та, що час обміну між модулями набагато більший, ніж час обміну між компонентами одного модуля. У комп'ютері

при виконанні майже кожної операції процесор звертається до пам'яті, тому трансп'ютер включає і процесор, і пам'ять на одній мікросхемі.

Для забезпечення максимальної швидкості і мінімального монтажу трансп'ютер використовує послідовні двоточкові лінії для прямого зв'язку з іншими трансп'ютерами. Трансп'ютер містить типовий процесор з мікрокодом. У невеликій пам'яті зберігаються 32 інструкції (а в сучасних трансп'ютерах – до 64) і забезпечують виконання простих послідовних програм. Окрім цього, є інші більш спеціалізовані групи інструкцій, що реалізують, наприклад, арифметичні операції з високою точністю, і планувальник.

Процес, що виконується в трансп'ютері, може складатися з ряду паралельних процесів, отже трансп'ютер повинен на апаратному рівні підтримувати модель програмування мови Окам. Таким чином, трансп'ютер має вбудований планувальник, що розподіляє час процесора між паралельними процесами.

Планувальник підтримує два рівня процесів: високопродуктивний процес, якщо він готовий до виконання, і низькопріоритетний процес.

Трансп'ютер складається з блока пам'яті, процесора і системи зв'язку, з'єднаних 32-розрядною шиною. До цієї шини також підключений інтерфейс із зовнішньою пам'яттю, що дозволяє використовувати локальну додаткову пам'ять. Процесор, пам'ять і система зв'язку займають по 25 % всієї площі кремнію; інша площа використовується для відведення тепла, таймерів і зовнішніх з'єднань.

Структурна типова схема трансп'ютера представлена на рис. 1.19.

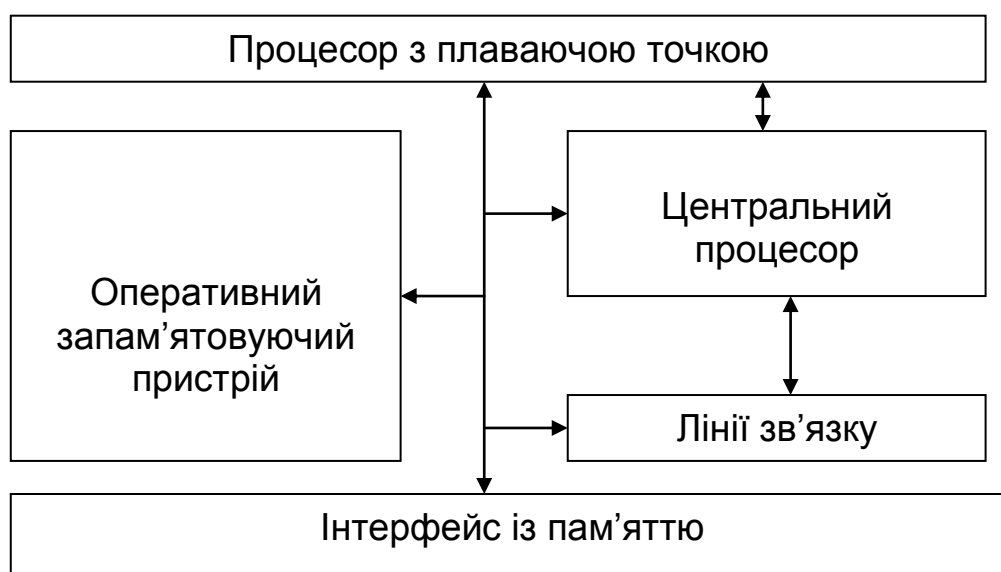


Рис. 1.19. Внутрішня архітектура трансп'ютера

Центральний процесор (ЦП) трансп'ютера містить три регістри (А, В і С) для роботи з цілими числами і адресами, що формують апаратний стек. При запису в стек вміст регістра В записується в регістр С, вміст регістра А – у В, і лише після цього в регістр А заноситься нове значення. При читанні з стека витягається значення регістра А, а вміст регістра С – у регістр В. Відповідно процесор з плаваючою точкою (ППТ) містить трьохрегістровий стек для зберігання проміжних результатів при роботі з числами з плаваючою точкою (обчислювальний стек). Це регістри АF, ВF, СF. Робота з цим стеком аналогічна роботі з регістрами А, В і С.

Адреси значень змінних з плаваючою точкою формуються в стеку ЦП, і ці значення передаються між осередками, що адресуються пам'яті і стеку ППТ під управлінням ЦП. Стек ЦП використовується тільки для зберігання адреси змінних з плаваючою точкою, розрядність ЦП не залежить від розрядності ПКП. Отже, один і той же ПКП може використовуватися як з 32-розрядним, так і з 16-розрядним процесором.

Планувальник трансп'ютера підтримує два рівня пріоритетів. Регістровий стек дублюється для того, щоб при переключенні трансп'ютера з низького пріоритету на високий не зберігати в пам'яті інформацію про стан ППТ. Це дозволило зменшити час реакції на переривання до 3,7 мкс. Більше того, дублювання регістрового стека дозволяє програмі обробки переривань виконувати операції з плаваючою точкою без зниження продуктивності.

Послідовна обробка

Наявність швидкої пам'яті на СВІС трансп'ютера дозволила при проектуванні процесора трансп'ютера обійтися невеликою кількістю регістрів; ЦП містить 6 регістрів, що використовуються при виконанні послідовного процесу. Цими регістрами є (рис. 1.20):

показчик на робоче поле, що вказує на область пам'яті, де зберігаються локальні змінні;

лічильник команд, що вказує на наступну інструкцію, яка виконується;

регістр операнду, що використовується для формування операндів інструкцій.

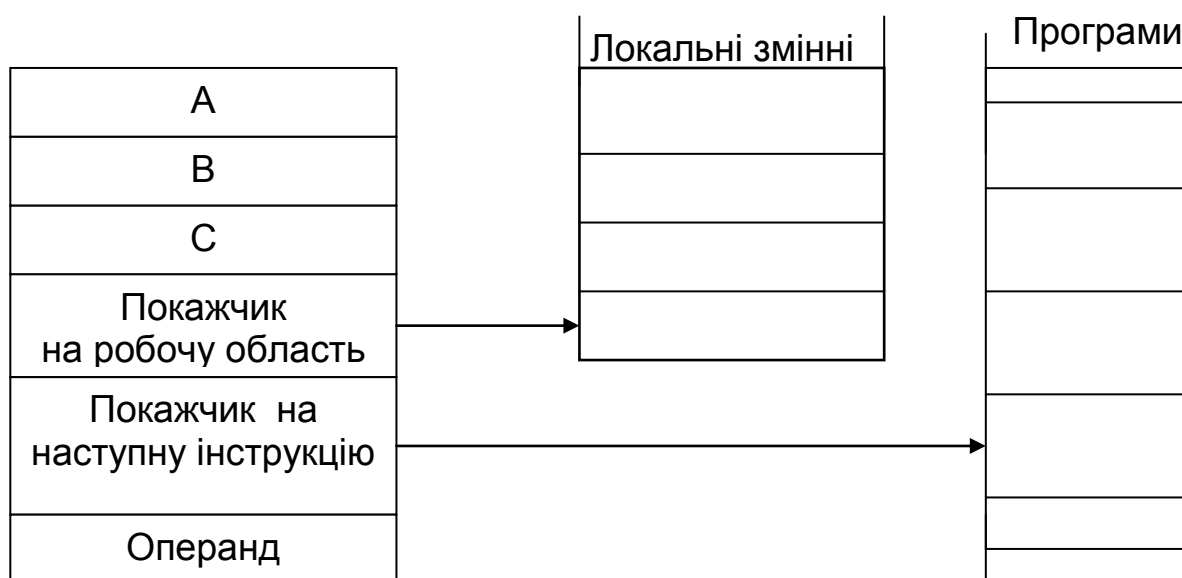


Рис. 1.20. Регістри трансп'ютера

Регістри А, В і С формують обчислювальний стек і є джерелом і приймачем для більшості арифметичних та логічних операцій. Звернення до цього стеку відбуваються в неявному вигляді, наприклад, інструкція add (додавання) складає два верхніх елементи стеку і розміщує результат у гору стеку.

Інструкції

При проектуванні трансп'ютера було враховано те, що трансп'ютер буде програмуватися мовою високого рівня. Тому набір інструкцій був підібраний для простої й ефективної компіляції. Набір інструкцій не залежить від розрядності процесора, що дозволяє один і той же мікрокод використовувати для трансп'ютерів з різноманітною розрядністю. Кожна інструкція займає один байт, що поділений на два чотирьохбітових поля. Чотири старших біти цього байта є кодом функції, а молодші – містять операнд.

Використовуються безпосередні функції (16 функцій, у яких значення операнду знаходиться в межах 0 – 15), префіксні функції (дві, операнд у діапазоні від –256 до +256) і побічні функції (останній код функції інтерпретує свій операнд як операцію над значеннями, що знаходяться в обчислювальному стеку, що дозволяє в однобайтовій інструкції закодувати до 16 таких операцій).

Приклади операційних систем для трансп'ютерів: Express, Linda, Unix, Trolleys, Meikos, Helios.

Характеристики трансп'ютера

1. **Коректне функціонування ПЗ.** Мова програмування Окам має безліч властивостей, що дозволяє застосовувати засоби формального проектування. Зокрема, така властивість, як концепція виконання паралельних процесів, що не поділяють загальну пам'ять і можуть обмінюватися інформацією тільки за допомогою каналів зв'язку, потенційно дозволяє одержувати продукт високої цілісності, бо при цьому підтримується певна форма обмеження розповсюдження помилок. Розподіл процесів можна забезпечити, якщо:

весь код трансп'ютерної програми написаний коректною мовою Окам; жоден процес не виконує операції запису за адресами поза адресного простору робочої області.

Першу вимогу можна задовольнити, якщо ретельно контролювати проектування ПЗ. Другу вимогу можна задовольнити в принципі шляхом обов'язкового безперервного контролю над границями масивів. У зв'язку з тим, що трансп'ютер не має можливості управління пам'яттю, для того, щоб обмежити область роботи процесу його робоніж простором, такий підхід може бути недостатнім, особливо якщо врахувати, що іонізуюча радіація може призвести до ефекту довільного SEU (Single event upset, одинична зміна стану).

2. **Надійність елементів.** Оцінка якості виробництва трансп'ютерів показала, що процес виготовлення відповідає такому високому стандарту, який дозволяє ставити позначку "придатні до використання в космосі".

3. **Радіаційні ефекти.** Радіаційні тести показали, що в трансп'ютерах можна очікувати всі три механізми відмов:

накопичування зарядів. Трансп'ютер витримує досить значну дозу радіації $\sim 50 \text{ Krad/s}$ при інтенсивності $0,5 \text{ Krad/m}$ до настання відмови. Спостерігався також ефект нормалізації, коли накопичений заряд розсіюється, якщо мікросхему виведено із зони радіації;

пробоїві. Для відновлення пробоям необхідно знеструмити уражену мікросхему і роз'єднати її лінії зв'язку з іншими ураженими мікросхемами. Більш пізні екземпляри трансп'ютерів, що виготовлені на епітаксильній кремнієвій шаровій основі, не підвладним пробоям ні за яких умов;

одинична зміна стану (SEU). Виникає з такою ж частотою, що й інші мікросхеми, виготовлені за технологією CMOS. Помилки в одному біті в трансп'ютері можуть відбуватися з частотою в діапазоні від однієї

за місяць, на низьких екваторіальних орбітах і до десятків за день у міжпланетному просторі при сонячній активності.

Області використання трансп'ютерів

Існують декілька важливих областей застосування трансп'ютерів:
плати-прискорювачі для персональних комп'ютерів і робочих станцій – для підвищення продуктивності існуючих комп'ютерів;

вбудовані системи, наприклад, у контролерах лазерного принтера, для обробки зображень і в космічних системах;

комп'ютери загального призначення – окремі паралельні комп'ютери загального призначення;

обробка документів – розпізнання друкованих або рукописних символів і зменшення смуги пропускання при передачі факсимільних зображень;

автоматизація виробництва – автоматичне складання компонентів й контроль;

медицина і біологія – розпізнання образів для комп'ютерної томографії, знаходження пухлин, цитології, радіології й огляду пацієнта;

збір даних із супутників – метеорологія, контроль навколишнього середовища, сільське господарство, використання землі;

засоби масової інформації – кодування цифрового телебачення, зменшення смуги пропускання, підвищення якості;

військове застосування – зобов'язання і контроль над їхнім виконанням, знаходження загублених і запам'ятованих снарядів, моделювання польоту і процесу старіння ядерних боєголовок.

1.2.5. Класифікація та архітектурні особливості кластерних комп'ютерів

При побудові будь-яких досить потужних обчислювальних систем, що підтримують чутливі до збоїв додатка, необхідно вирішити дві основні проблеми: забезпечення високої продуктивності й тривалого функціонування. Це насамперед стосується критичних до будь-якого роду зупинок додатків, пов'язаних з обробкою транзакцій, базами даних і телекомунікаційних сервісів.

Тривалість функціонування системи залежить від трьох факторів: надійності, готовності й ергономічності обслуговування. Ці фактори визначаються стійкістю системи до виникаючих збоїв, здатністю адек-

ватно реагувати на відмову окремих елементів і системи в цілому, здатністю відновлювати свої властивості після збою або відмов у її роботі. Перераховані фактори тісно пов'язані один з одним, і тому оцінювати їх необхідно в комплексі.

Підвищення надійності засноване на принципі зниження до мінімального рівня несправностей, відмов і збоїв. Ця мета досягається за рахунок застосування сучасної елементної бази, а також за рахунок удосконалювання методів складання апаратури.

Готовність системи до використання – показник її надійності для кінцевого користувача – виражається в процентному співвідношенні між працездатним станом системи і її простоїв з будь-якої причини, у тому числі й плановими (до них відноситься профілактичні роботи, реконфігурації, зміна версій програмного забезпечення, модернізація встаткування й т. п.).

Підвищення рівня готовності припускає придушення в певних межах впливу відмов і збоїв на роботу системи за допомогою засобів контролю й корекції позаштатних ситуацій, а також засобів автоматичного відновлення обчислювального процесу після прояву несправності, включаючи апаратну й програмну надмірність, на основі якої реалізуються різні варіанти стійких архітектур.

Основні експлуатаційні характеристики системи серйозно залежать від зручності її обслуговування, зокрема, від ремонтпридатності, контролю придатності й т. д.

Залежно від рівня готовності корпоративної системи до використання виділяють чотири типи надійності у табл. 1.11.

Таблица 1.11

Типи надійності

Рівень готовності, %	Макс. час простою	Тип системи
99,0	3,5 дні за рік	Звичайна (Conventional)
99,9	8,5 годин за рік	Висока надійність (High Availability)
99,99	1 година за рік	Стійка (Fault Resilient)
99,999	5 хвилин за рік	Безвідмовна (Fault Tolerant)

За останнє десятиліття широке поширення одержав термін "системи високої готовності" (High Availability Systems). Весь спектр даних систем має загальну мету – мінімізувати час простою (в основному це стосується позапланових простоїв).

Існує кілька типів систем високої готовності, що розрізняються своїми функціональними можливостями й вартістю. Слід зазначити, що висока готовність не дається безкоштовно. Вартість систем високої готовності набагато перевищує вартість звичайних систем. Саме тому найбільш поширення у світі одержали *кластерні системи*.

Для типового сучасного сервера величина готовності до вико ристання становить 99,0 %. Практика показує, що при ретельному настро юванні операційної системи й продуманому системному адмініструванні надійність звичайного сервера можна довести до рівня 99,5 % і навіть до 99,8 %. Однак при досягненні 99,5 %-вої готовності основну роль серед причин простою системи починають відігравати так звані зовнішні причини (помилки в програмному забезпеченні, некваліфіковані дії пер соналу й т. п.), від яких звичайний сервер ніяк не застрахований. Кластерна технологія дозволяє забезпечити рівень готовності системи до використання в 99,9% і вище, що на практиці означає менше 8 годин простою в рік.

Термін "*кластеризація*" у комп'ютерній області має багато значень. Найбільш загальне визначення могло б звучати так: "Реалізація об'єд нання комп'ютерів, що представляється єдиним цілим для операційної системи, системного програмного забезпечення, прикладних програм і користувачів".

Комп'ютери, що утворюють кластер, – так звані вузли кластера – завжди відносно незалежні, що допускає зупинку або вимикання кожного з них для проведення профілактичних робіт або установки додаткового встаткування без порушення працездатності всього кластера. Крім того, всі вузли кластера виконують корисну роботу – на відміну від систем з реплікацією даних (приміром, Novell SFT III), а також на відміну від FT-Систем (Fault Tolerant), які забезпечують не більш п'яти хвилин простою за рік за рахунок максимальної надмірності – резервування всіх підданих відмова м елементів. При відмові одного з вузлів кластера вузли, що залишилися, можуть взяти на себе завдання, що виконувалися на вузлі, який відмовив, не зупиняючи загальний процес роботи. При цьому збій у роботі кластера виражається лише в деякому зниженні продуктивності

системи або в неприступності додатків на короткий час, необхідний для перемикання на інший вузол.

Продуктивність кластерної системи легко масштабується; це значить, що додавання в систему додаткових процесорів, оперативної й дискової пам'яті й нових вузлів може виконуватися в будь-який час, коли це реально потрібно.

Реалізація від IBM. Виріб, що несе у своїй назві слово "кластер", уперше з'явився в переліку продуктів компанії IBM в 1991 році. Продукт, названий High Availability Cluster Multi-Processing (HACMP), не був кластером у сучасному розумінні цього слова. Він становить лише два вузли RS/6000, один із яких перебував у "гарячому" резерві. Трохи пізніше вузли HACMP "навчилися" функціонувати незалежно, замінюючи один одного у випадку збоїв або відмови. Тоді ж з'явилися згадування про можливість нарощування кластера до восьми вузлів.

Згодом кластер HACMP був значно вдосконалений, поповнившись можливостями перемикання ресурсів, паралельним менеджером ресурсів, розподіленим менеджером блокувань і паралельним менеджером логічних томів. Паралельний менеджер ресурсів забезпечував можливість балансування завантаження на рівні всього кластера. HACMP став розглядатися як альтернатива SMP для підвищення продуктивності системи.

Сьогодні кластер IBM підтримує як однопроцесорні, так і SMP-Вузли, побудовані за унікальною технологією Data Crossbar Switch. При такій побудові системи загальна шина, характерна для більшості SMP-Архітектур, замінюється на свого роду систему комутаційних каналів, що перемикаються. Такий підхід забезпечує істотно більшу лінійність при збільшенні числа процесорів, ніж загальна шина. По суті, число процесорів при цьому обмежено лише характеристиками підтримки SMP в ОС AIX.

Компанія домоглася значної гнучкості в конфігуруванні кластерів. Можлива побудова не простих масштабованих систем, але й систем високої готовності (з надмірністю комунікаційної апаратури й автоматичною нейтралізацією збоїв). Крім кластерних рішень на основі RS/6000, фірма IBM пропонує ще одне рішення, якщо й не цілком кластерне, то цілком орієнтоване на Oracle Parallel Server (OPS). Рішення це – стратегічна лінія IBM "from palmtop to terraFLOPS" – Scalable POWERparallel System SP2. В основу цього рішення покладене нове

покоління архітектури POWER – POWER2. Рішення SP2 у номенклатурі виробів IBM заповнює ту ж нішу, що й продукти таких технологічно-виробничих альянсів, як Cray-Sun і ConvexHP.

"Стандартна" конфігурація може містити від двох до 128 вузлів (у термінології масово-паралельних архітектур), а на замовлення можна одержати й 512. Затверджується, що на SP2 з успіхом виконуються додатки, призначені для RS/6000 під керуванням ОС AIX.

Як і багатопроцесорні RS/6000, SP2 базується не на шинній архітектурі, а на комутаторі. При цьому, щоправда, не використовуються поділювана пам'ять і накопичувачі. Архітектурно SP2 – типова слабо-зв'язана архітектура, де в кожного процесорного модуля є власна пам'ять до 2 Гбайт і свої дискові накопичувачі від 1 до 8 Гбайт.

Реалізація від AT&T. Історія участі AT&T у акції за просування кластерів почалася з покупки компанії NCR з готовими SMP- і MPP-Рішеннями System 3000. При цьому в рамках усього сімейства зберігалася двійкова сумісність. Згодом компанія NCR, перемінивши особу, перетворилася в підрозділ Global Information Systems – GIS.

До кінця 1993 року GIS висунула на ринок продукт за назвою LifeKeeper Resilient Fault Systems, що забезпечує автоматичне виявлення збоїв і відновлення системи. На базі Lifekeeper була створена Кластерна платформа для Oracle Parallel Server.

Платформа базувалася на нових генераціях System 3000; підтримувалося до чотирьох вузлів. Повністю надлишкове між'єднання вузлів через Ethernet, Token Ring, FDDI, багатовхостові SCSI-Диски дозволило створити платформу, стійку до одиночних збоїв, а LifeKeeper забезпечував автоматичне відновлення системи.

Кластери AT&T будуються на базі сімейства багатопроцесорних SMP-Моделей System 3000 (рис. 1.21). Все сімейство базується на процесорах Intel і орієнтовано на висококритичні застосування. Підтримуються такі приємні особливості, як надлишкові блоки живлення, нейтралізація збоїв адаптера локальної мережі й двопортові диски. Приваблива декларована двійкова сумісність усередині сімейства. Крім систем SMP, у сімействі System 3000 є також системи з масовим паралелізмом – 3600 і 3700, однак їхнє використання як платформа для Oracle Parallel Server поки не є предметом комерційної активності компанії. Є дані про ряд угод з постачальниками баз даних по створенню паралельних платформ: імовірно, протягом цього року будуть зроблені відповідні заяви.

Концепція кластерних систем

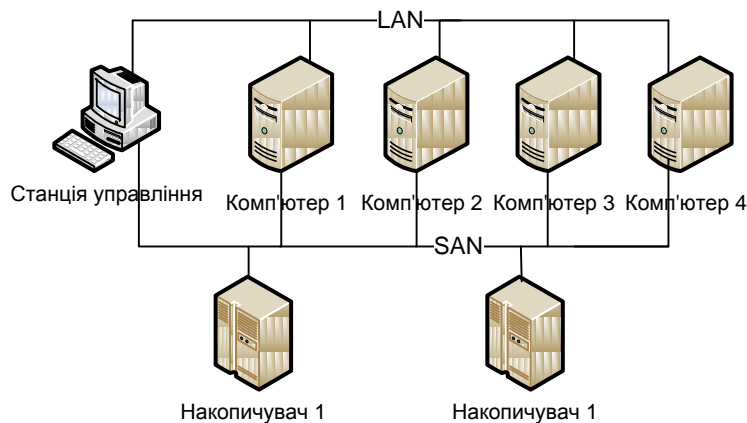


Рис. 1.21. Кластерна система

LAN – Local Area Network, локальна мережа.

SAN – Storage Area Network, мережа зберігання даних.

Уперше в класифікації обчислювальних систем термін "кластер" визначила компанія Digital Equipment Corporation (DEC).

За визначенням DEC, кластер – це група обчислювальних машин, які пов'язані між собою й функціонують як один вузол обробки інформації.

Кластер функціонує як єдина система, тобто для користувача або прикладного завдання вся сукупність обчислювальної техніки виглядає як один комп'ютер. Саме це і є найважливішим при побудові кластерної системи.

Перші кластери компанії Digital були побудовані на машинах VAX. Ці машини вже не виробляються, але усе ще працюють на площадках, де були встановлені багато років тому. І напевно найважливіше те, що загальні принципи, закладені при їхньому проектуванні, залишаються основою при побудові кластерних систем і сьогодні.

До загальних вимог, що пропонуються до кластерних систем, відноситься:

1. Висока готовність.
2. Висока швидкодія.
3. Масштабування.
4. Загальний доступ до ресурсів.
5. Зручність обслуговування.

Природно, що при приватних реалізаціях одні з вимог відносяться на перший план, а інші відходять на другий план. Так, наприклад, при реалізації кластера, для якого найважливішим є швидкодія, для економії ресурсів менше уваги надають високій готовності (рис. 1.22).

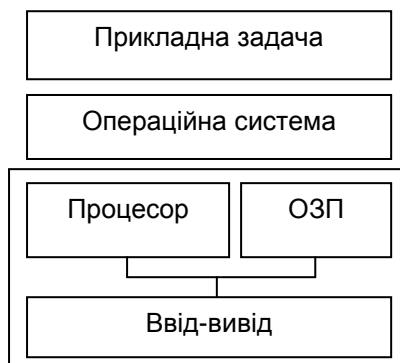


Рис. 1.22. Тісно зв'язана мультипроцесорна система

У загальному випадку кластер функціонує як мультипроцесорна система, тому, важливо розуміти класифікацію таких систем у рамках розподілу програмно-апаратних ресурсів (рис. 1.23, рис. 1.24).

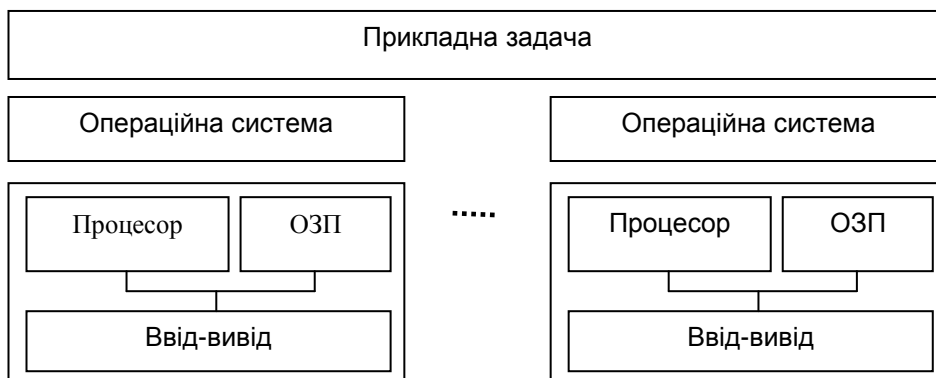


Рис. 1.23. Послідовно зв'язана мультипроцесорна система

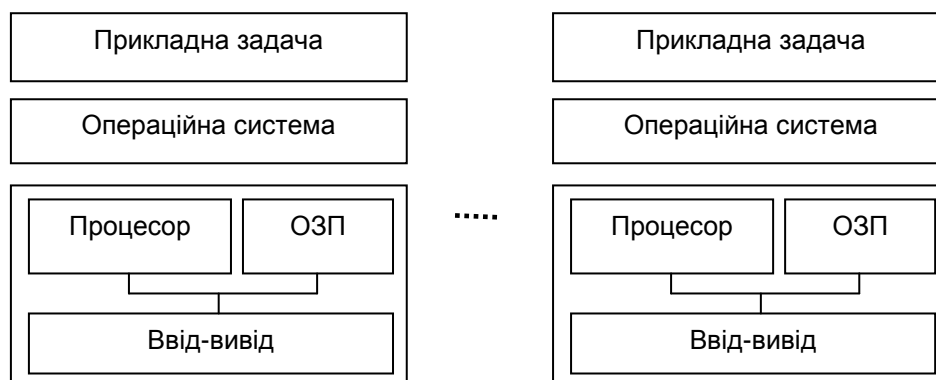


Рис. 1.24. Слабкозв'язана мультипроцесорна система

Звичайно на PC платформах, з якими автору доводиться працювати, використовуються реалізації кластерної системи в моделях тісно зв'язаної й послідовно зв'язаної мультипроцесорних архітектур.

Поділ на High Availability і High Performance системи

У функціональній класифікації кластери можна розділити на "Високошвидкісні" (High Performance, HP), "Системи Високої Готовності" (High Availability, HA), а також "Змішані Системи".

Високошвидкісні кластери використовуються для завдань, які вимагають значної обчислювальної потужності. Класичними областями, у яких використовуються подібні системи, є:

- обробка зображень: рендеринг, розпізнавання образів;
- наукові дослідження: фізика, біоінформатика, біохімія, біофізика;
- промисловість (геоінформаційні завдання, математичне моделювання);
- і багато ін.

Кластери, які відносяться до систем високої готовності, використовуються скрізь, де вартість можливого простою перевищує вартість витрат, необхідних для побудови кластерної системи, наприклад:

- білінгові системи;
- банківські операції;
- електронна комерція;
- керування підприємством, і т. п.

Змішані системи поєднують у собі особливості як перших, так і других. Позиціонуючи їх, слід зазначити, що кластер, який має параметри як High Performance, так і High Availability, обов'язково програє у швидкодії системі, що орієнтована на високошвидкісні обчислення, і в можливому часі простою системі, що орієнтована на роботу в режимі високої готовності.

Проблематика High Performance кластерів

Майже в будь-якій орієнтованій на паралельне обчислення задачі неможливо уникнути необхідності передавати дані від однієї підзадачі іншій.

Таким чином, швидкодія High Performance кластерної системи визначається швидкодією вузлів і зв'язків між ними. Причому вплив швидкісних параметрів цих зв'язків на загальну продуктивність системи залежить від характеру виконуваного завдання. Якщо завдання вимагає частого обміну даними з підзадачами, тоді швидкодії комунікаційного

інтерфейсу варто приділяти максимум уваги. Природно, ніж менше взаємодіють частини паралельного завдання між собою, тим менше часу буде потрібно для його виконання. Це диктує певні вимоги також і на програмування паралельних завдань.

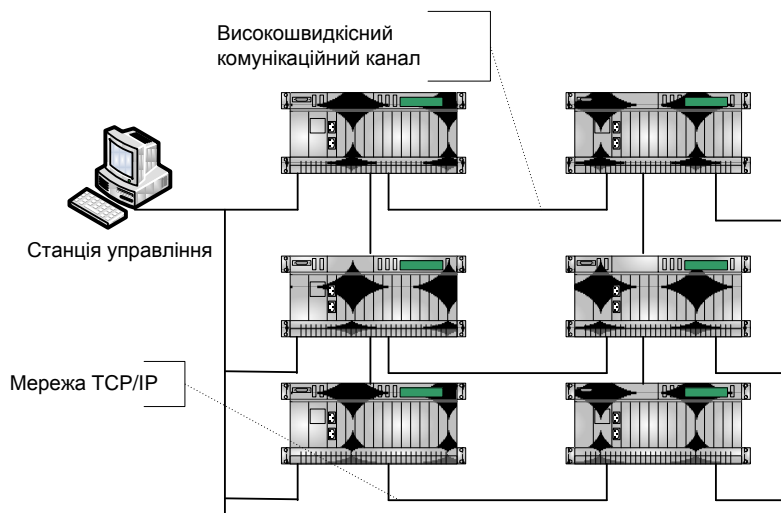


Рис. 1.25. **Високошвидкісний кластер**

Основні проблеми за необхідності обміну даними між підзадачами виникають у зв'язку з тим, що швидкодія передачі даних між центральним процесором і оперативною пам'яттю вузла значно перевищує швидкісні характеристики систем міжкомп'ютерної взаємодії. Крім того, сильно позначається на зміні функціонування системи, у порівняно зі звичними нам SMP системами, різниця у швидкодії кеш-пам'яті процесорів і міжвузлових комунікацій.

Швидкодія інтерфейсів характеризується двома параметрами: пропускною здатністю безперервного потоку даних і максимальною кількістю найбільш маленьких пакетів, які можна передати за одиницю часу. Варіанти реалізацій комунікаційних інтерфейсів розглянемо в пункті "Засоби реалізації High Performance кластерів".

Проблематика High Availability кластерних систем

Сьогодні у світі поширені кілька типів систем високої готовності. Серед них кластерна система є втіленням технологій, які забезпечують високий рівень відмовостійкості при найнижчій вартості. Відмовостійкість кластера забезпечується дублюванням всіх життєво важливих компонентів (рис. 1.26). Максимально відмовостійка система повинна не мати

ні єдиної крапки, тобто активного елемента, відмова якого може призвести до втрати функціональності системи. Таку характеристику, як правило, називають NSPF (No Single Point of Failure, – англ., відсутність єдиної крапки відмови).

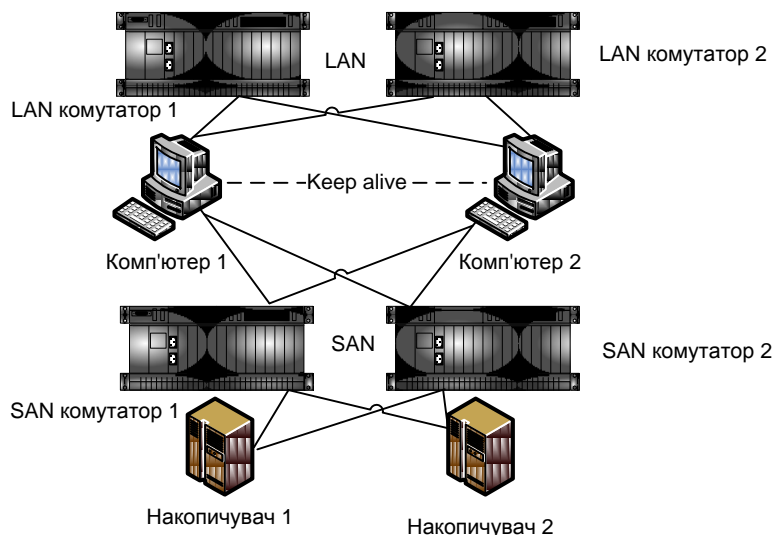


Рис. 1.26. Кластерна система з відсутністю крапок відмов

При побудові систем високої готовності, головна мета – забезпечити мінімальний час простою.

Для того, щоб система мала високі показники готовності, необхідно:
щоб її компоненти були максимально надійними;
щоб вона була відмовостійка, бажано, щоб не мала крапок відмов;
а також важливо, щоб вона була зручна в обслуговуванні й дозволяла проводити заміну компонентів без зупинок.

Зневага кожним із зазначених параметрів, може привести до втрати функціональності системи.

Коротко розглянемо всі три пункти.

Що стосується забезпечення максимальної надійності, то вона здійснюється шляхом використання електронних компонентів високої й надвисокої інтеграції, підтримки нормальних режимів роботи, у тому числі теплових.

Відмовостійкість забезпечується шляхом використання спеціалізованих компонентів (ECC, Chip Kill модулі пам'яті, відмовостійкі блоки

живлення і т. п.), а також за допомогою технологій кластеризації. Завдяки кластеризації досягається така схема функціонування, коли при відмові одного з комп'ютерів завдання перерозподіляються між іншими вузлами кластера, які функціонують правильно. Причому одним з найважливіших завдань виробників кластерного програмного забезпечення є забезпечення мінімального часу відновлення системи у випадку збоїв, тому що відмовостійкість системи потрібна саме для мінімізації так званого позапланового простою.

Багато хто забуває, що зручність в обслуговуванні, яка сприяє зменшенню планових простоїв (наприклад, заміни встаткування, яке вийшло з ладу) є одним з найважливіших параметрів систем високої готовності. І якщо система не дозволяє замінити компоненти без вимикання всього комплексу, то її коефіцієнт готовності зменшується.

Сьогодні часто можна зустріти змішані кластерні архітектури, які одночасно є як системами високої готовності, так і високошвидкісними кластерними архітектурами, у яких прикладні завдання розподіляються по вузлах системи. Наявність відмовостійкого комплексу, збільшення швидкодії якого здійснюється шляхом додавання нового вузла, вважається найбільш оптимальним рішенням при побудові обчислювальної системи. Але сама схема побудови таких змішаних кластерних архітектур приводить до необхідності об'єднання великої кількості дорогих компонентів для забезпечення високої швидкодії й резервування одночасно. Тому що в High Performance кластерної системи найбільш дорогим компонентом є система високошвидкісних комунікацій, її дублювання приведе до значних фінансових витрат. Слід зазначити, що системи високої готовності часто використовуються для OLTP завдань, які оптимально функціонують на симетричних мультипроцесорних системах. Реалізації таких кластерних систем часто обмежуються 2-вузловими варіантами, орієнтованими в першу чергу на забезпечення високої готовності (рис. 1.27). Але останнім часом використання недорогих систем кількістю більш двох як компоненти для побудови змішаних HA/HP кластерних систем стає популярним рішенням.

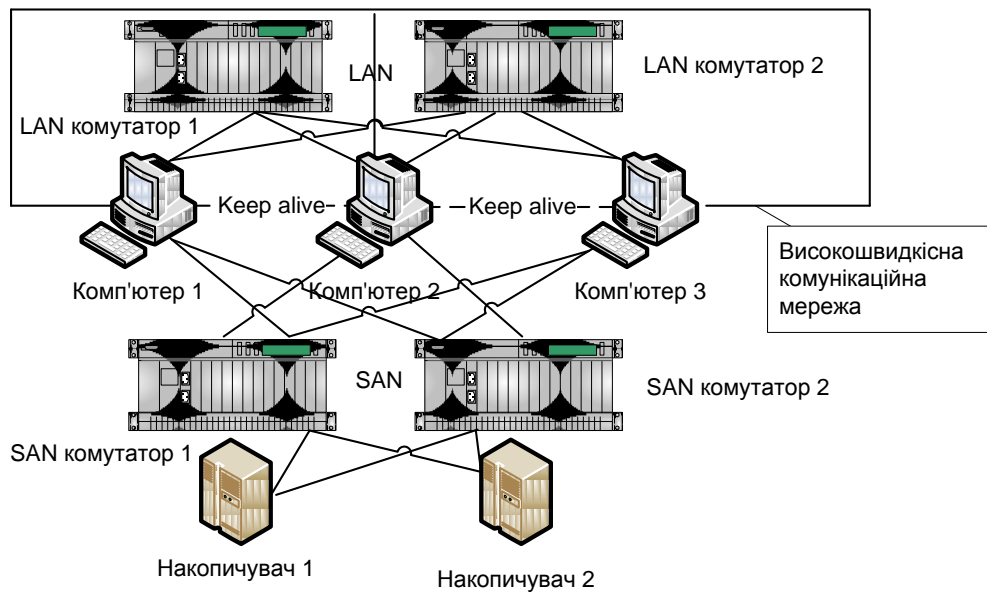


Рис. 1.27. Високошвидкісний відмовостійкий кластер

Що підтверджує, зокрема, інформація агентства The Register, опублікована на його сторінці:

"Голова корпорації Oracle оголосив про те, що найближніш часом три Unix сервери, на яких працює основна маса бізнес-додатків компанії, будуть замінені на блок серверів на базі процесорів Intel під керуванням ОС Linux. Ларрі Елісон наполягає на тому, що введення підтримки кластерів при роботі з додатками й базами даних знижує витрати й підвищує відмовостійкість."

Засоби реалізації High Performance кластерів

Найбільш популярними сьогодні комунікаційними технологіями для побудови суперкомп'ютерів на базі кластерних архітектур є: Myrinet, Virtual Interface Architecture (cLAN компанії Giganet – одна з перших комерційних апаратних реалізацій), SCI (Scalable Coherent Interface), QsNet (Quadrics Supercomputers World), Memory Channel (розробка Compaq Computer і Encore Computer Corp), а також добре всім відомі Fast Ethernet і Gigabit Ethernet діаграми на рис. 1.28 та 1.29.

Діаграми (рис. 1.28 та 1.29) дають можливість побачити швидкодію апаратних реалізацій різних технологій, але варто пам'ятати, що на реальних завданнях і при використанні різноманітних апаратних платформ параметри затримки й швидкості передачі даних виходять на 20 – 40 %, а іноді на всі 100 % гірше, ніж максимально можливі.

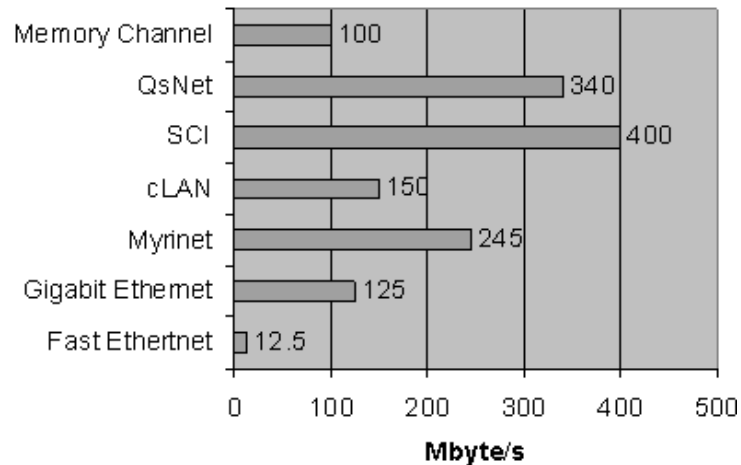


Рис. 1.28. Швидкість передачі безперервного потоку даних

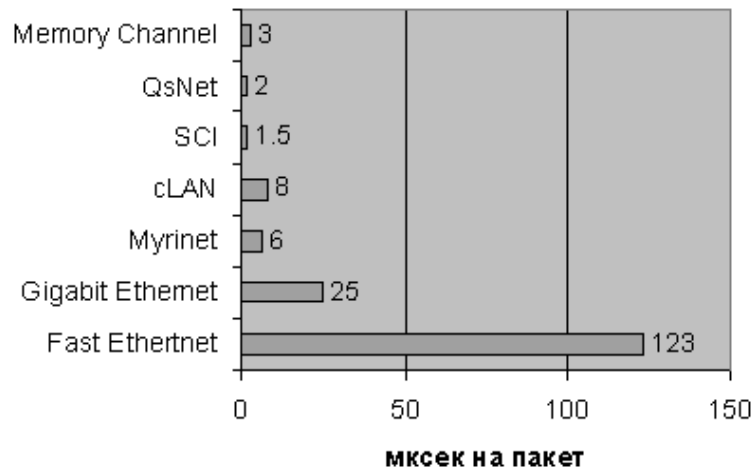


Рис.1.29. Час передачі пакета нульової довжини

Наприклад, при використанні бібліотек MPI для комунікаційних карток cLAN і Intel Based серверів із шиною PCI, реальна пропускна здатність каналу становить 80-100 MByte/sec, затримка – близько 20 мксек.

Однією із проблем, які виникають при використанні швидкісних інтерфейсів, наприклад, таких, як SCI є те, що архітектура PCI не підходить для роботи з високошвидкісними пристроями такого типу. Але якщо перепроектувати PCI Bridge з орієнтацією на один пристрій передачі даних, то ця проблема вирішується. Такі реалізації мають місце в рішеннях деяких виробників, наприклад, компанії SUN Microsystems.

Таким чином, при проектуванні високошвидкісних кластерних систем і розрахунку їхньої швидкодії, варто враховувати втрати швидкодії, пов'язані з обробкою й передачею даних у вузлах кластера табл. 1.12.

Порівняння високошвидкісних комунікаційних інтерфейсів

Технологія	Пропускна здатність MByte/s	Затримка мксек/пакет	Вартість картки/свічка на 8 портів	Підтримка платформ	Коментар
Fast Ethernet	12.5	158	50/200	Linux, UNIX, Windows	Низькі ціни, та популярність
Gigabit Ethernet	125	33	150/3500	Linux, UNIX, Windows	Зручність модернізації
Myrinet	245	6	1500/5000	Linux, UNIX, Windows	Відкритий стандарт, та популярність
VI (cLAN від Giganet)	150	8	800/6500	Linux, Windows	Перша апаратна промислова реалізація VI
SCI	400	1.5	1200/5000*	Linux, UNIX, Windows	Стандартизовано, широко використовується
QsNet	340	2	N/A**	True64 UNIX	AlphaServer SC і системи Quadrics
Memory Channel	100	3	N/A	True64 UNIX	Використовується в Compaq AlphaServer

* апаратура SCI (і програмне забезпечення підтримки) допускає побудову так званих MASH топологій без використання комутаторів

** немає даних

Однією цікавою особливістю комунікаційних інтерфейсів, які забезпечують низькі затримки, є те, що на їхній основі можна будувати системи з архітектурою NUMA, а також системи, які на рівні програмного забезпечення можуть моделювати багатопроцесорні SMP системи. Перевагою такої системи є те, що ви можете використовувати стандартні операційні системи й програмне забезпечення, орієнтоване на використання в SMP рішеннях, але у зв'язку з високою, у кілька разів вищою порівняно з SMP затримкою міжпроцесорної взаємодії, швидкодія такої системи буде малопрогнозна (рис.1.30).

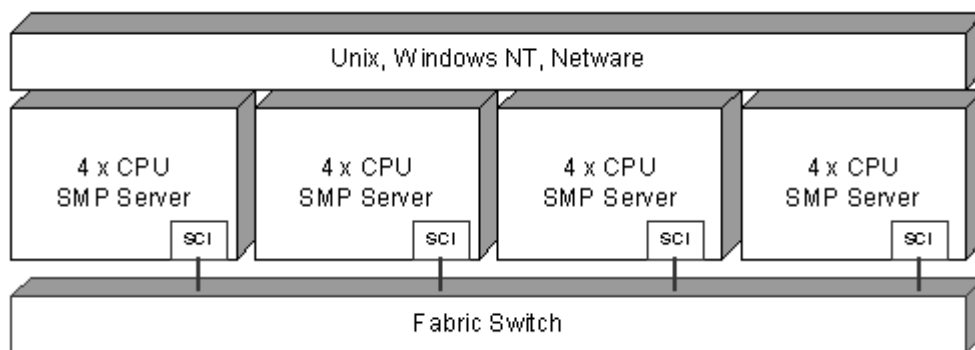


Рис. 1.30. Тісно зв'язана мультипроцесорна система з несиметричним доступом до пам'яті

1.2.6. Тести для оцінювання продуктивності комп'ютерів

Оснoву для порівняння різних типів комп'ютерів та ОС між собою дають стандартні методики вимірювання продуктивності (рис. 1.31). У процесі розвитку обчислювальної техніки з'явилося декілька таких стандартних методик.

Одиницею вимірювання продуктивності ОС є час: система, що виконує такий же об'єм роботи за менший час, є більш швидкою.

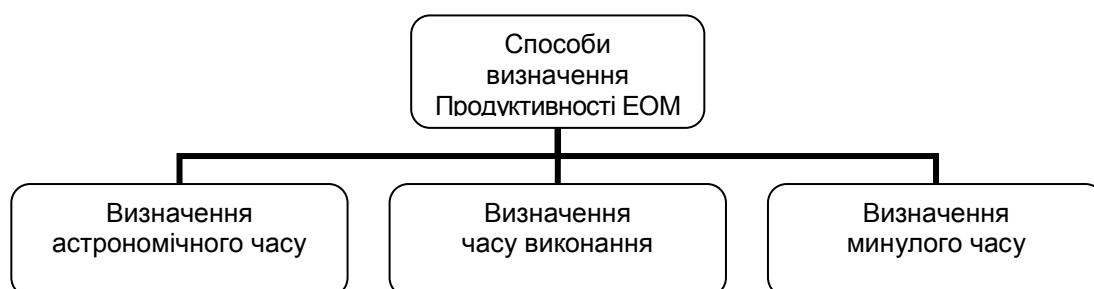


Рис. 1.31. Методики вимірювання продуктивності

Час виконання будь-якої програми вимірюється в секундах. Часто продуктивність вимірюється як швидкість появи деякого числа подій за секунду, так що менший час має на увазі велику продуктивність.

Для вимірювання часу роботи процесора на даній програмі використовується спеціальний параметр – час ЦП (CPU time), який не включає час очікування **вводу-виводу** або час виконання іншої програми. Очевидно, що час відповіді, видимий користувачем, є повним часом виконання програми, а не часом ЦП. Час ЦП може далі поділитися на час, витрачений ЦП безпосередньо на виконання програми користувача і називається призначеним для користувача часом ЦП, і час ЦП, затрачений операційною системою на виконання завдань, що зажадалися програмою, і називається системним часом ЦП.

У більшості сучасних процесорів швидкість протікання процесів взаємодії функціональних внутрішніх пристроїв визначається не природними затримками в цих пристроях, а задається єдиною системою синхросигналів, що виробляються деяким генератором тактових імпульсів, як правило, працююніж з постійною швидкістю.

Дискретні тимчасові події називаються **тактами синхронізації** (clock ticks), просто **тактами** (ticks), **періодами синхронізації** (clock periods), **циклами** (cycles) або **циклами синхронізації** (clock cycles).

Тривалість періоду синхронізації є величина, обернена частоті синхронізації.

Якщо визначити класифікацію сучасних ЕОМ за областями використання, як було показано раніше, то згідно з цією класифікацією можна побудувати методи оцінки або класифікацію одиниць вимірювання продуктивності ЕОМ (рис. 1.32).

Таким чином, *час ЦП для деякої програми може бути виражений двома способами*: кількістю тактів синхронізації для даної програми, помноженою на тривалість такту синхронізації, або кількістю тактів синхронізації для даної програми, поділеною на частоту синхронізації.

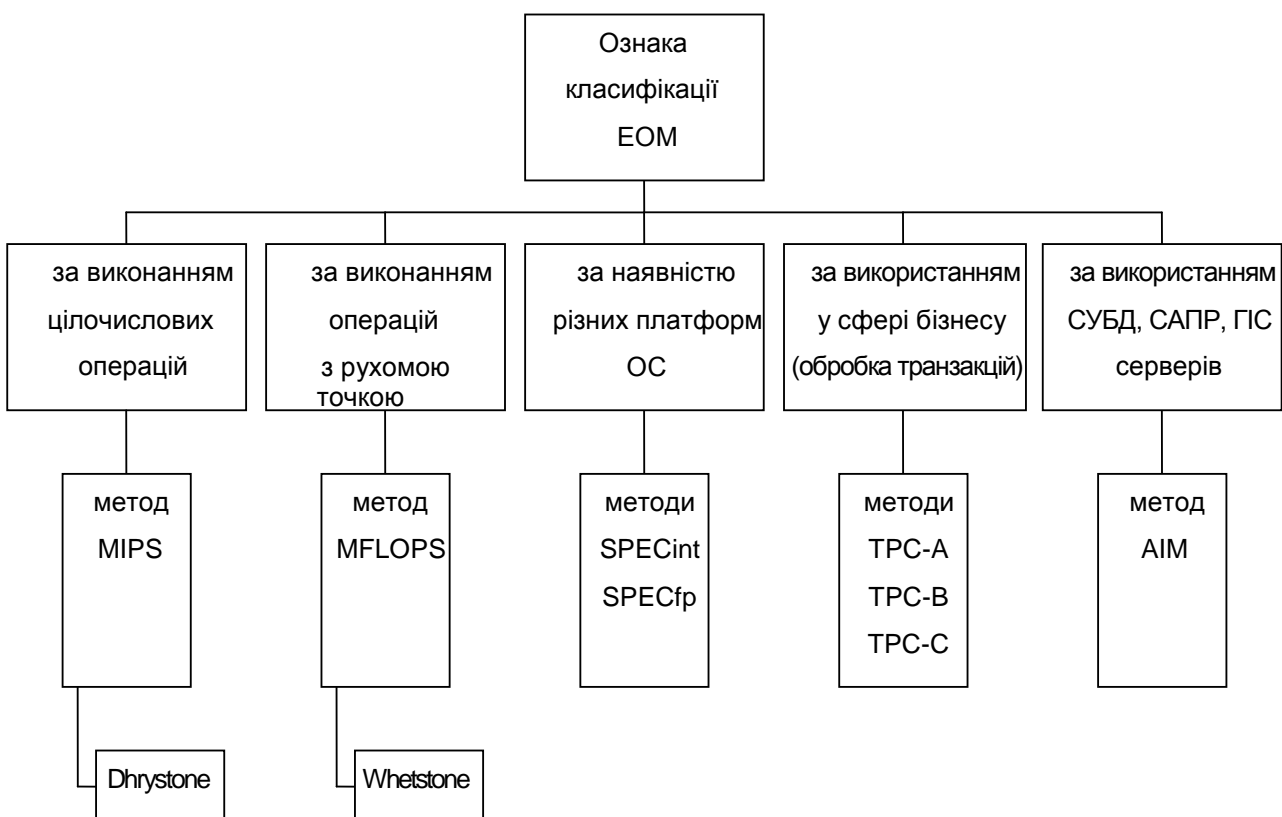


Рис. 1.32. Класифікація одиниць вимірювання продуктивності ЕОМ

Важливою характеристикою, що часто публікується в звітах по процесорах, є середня кількість тактів синхронізації на одну команду – CPI (clock cycles per instruction). При відомій кількості команд, що виконуються в програмі, цей параметр дозволяє швидко оцінити час ЦП для даної програми.

Таким чином, *продуктивність ОС залежить від трьох параметрів*: такту (або частоти) синхронізації, середньої кількості тактів на команду і кількості команд, що виконуються.

MIPS – однією з альтернативних одиниць вимірювання продуктивності процесора (стосовно часу виконання) є **MIPS** (мільйон команд за секунду).

У загальному випадку MIPS є швидкість операцій за одиницю часу, тобто для будь-якої даної програми MIPS є просто відношення кількості команд у програмі до часу її виконання.

Таким чином, продуктивність може бути визначена як обернена до часу виконання величина, причому більш швидкі машини при цьому будуть мати більш високий рейтинг MIPS.

Інше визначення MIPS пов'язане з дуже популярним комп'ютером VAX 11/780 компанії DEC. Саме цей комп'ютер був прийнятий як еталон для порівняння продуктивності різних машин. Вважалося, що продуктивність VAX 11/780 рівна 1MIPS (одному мільйону команд за секунду).

На той час широке поширення отримав синтетичний тест **Dhrystone**, який дозволяв оцінювати ефективність процесорів і компіляторів з мови C для програм нечислової обробки. Він становить тестову суміш (рис. 1.33). Це був дуже короткий тест: загальне число команд дорівнювало 100. Швидкість виконання програми з цих 100 команд вимірювалася в Dhrystone за секунду. Швидкодія VAX 11/780 на цьому синтетичному тесті становила 1757 Dhrystone за секунду. **Таким чином, 1 MIPS рівний 1757 Dhrystone за секунду.**

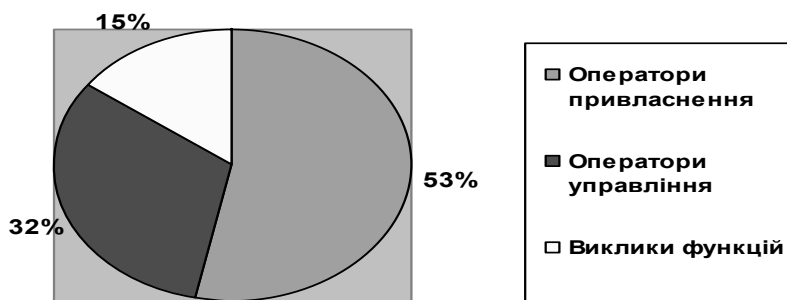


Рис. 1.33. Складові частини синтетичного тесту

Потрібно зазначити, що на даний момент тест Dhrystone практично не застосовується. Мала ємність дозволяє розмістити всі команди тесту в кеш-пам'яті першого рівня сучасного мікропроцесора і не дозволяє навіть оцінити ефект наявності кеш-пам'яті іншого рівня, хоча може добре відображати ефект збільшення тактової частоти.

Третє визначення MIPS пов'язане з IBM RS/6000 MIPS. Справа у тому, що ряд виробників і користувачів (послідовників фірми IBM) вважають за краще порівнювати продуктивність своїх комп'ютерів з продуктивністю сучасних комп'ютерів IBM, а не із старою машиною компанії DEC. Співвідношення між VAX MIPS і RS/6000 MIPS ніколи широко не публікувалися, але 1 RS/6000 MIPS приблизно рівний 1,6 VAX 11/780 MIPS.

MFLOPS

Звичайно для науково-технічних задач продуктивність процесора оцінюється в **MFLOPS** (мільйонах чисел-результатів обчислень з плаваючою точкою за секунду або мільйонах елементарних арифметичних операцій над числами з плаваючою точкою, виконаних за секунду).

У табл. 1.13 показано, яким чином автори тестового пакета "Ліверморські цикли", про який мова піде пізніше, обчислюють для програми кількість нормалізованих операцій з плаваючою точкою відповідно до операцій, що дійсно знаходяться в її початковому тексті. Таким чином, рейтинг реальних MFLOPS відрізняється від рейтингу нормалізованих MFLOPS, який часто приводився в літературі по суперкомп'ютерах.

Таблиця 1.13

Співвідношення між реальними і нормалізованими операціями з плаваючою точкою, яким користуються автори "Ліверморських циклів" для обчислення рейтингу MFLOPS

Реальні операції з плаваючою точкою	Нормалізовані операції з плаваючою точкою
Додавання, віднімання, ділення, множення	1
Ділення, квадратний корінь	4
Експонента, синус,	8

"Ліверморські цикли" – це набір фрагментів фортран-програм, кожний з яких був взятий з реальних програмних систем, що експлуатуються в Ліверморській національній лабораторії ім. Лоуренса (США). Звичайно при проведенні випробувань використовується або малий набір з 14 циклів, або великий набір з 24 циклів. Пакет "Ліверморських циклів" використовується для оцінки продуктивності обчислювальних машин з середини 60-х років. "Ліверморські цикли" вважаються типовими фрагментами програм числових задач.

LINPACK – це пакет фортран-програм для рішення систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Метою створення LINPACK аж ніяк не було вимірювання продуктивності. Алгоритми лінійної алгебри широко використовуються в найрізноманітніших задачах, і тому вимірювання продуктивності на LINPACK представляють інтерес для багатьох користувачів. Зведення про продуктивність різних машин на пакеті LINPACK публікуються співробітником Аргонської національної лабораторії (США) Дж. Донгаррою і періодично оновлюються.

У основі алгоритмів діючого варіанта LINPACK лежить метод декомпозиції. Початкова матриця розміром 100×100 елементів (в останньому варіанті розміром 1000×1000) спочатку представляється у вигляді вироблення двох матриць стандартної структури, над якими потім виконується власне алгоритм знаходження рішення. Підпрограми, що входять у LINPACK, структуровані. У стандартному варіанті LINPACK виділений внутрішній рівень базових підпрограм, кожна з яких виконує елементарну операцію над векторами. Набір базових підпрограм називається **BLAS** (Basic Linear Algebra Subprograms).

Тести SPEC

Важливість створення пакетів тестів, що базуються на реальних прикладних програмах широкого кола користувачів і забезпечують ефективну оцінку продуктивності процесорів, була усвідомлена більшістю найбільших виробників комп'ютерного обладнання, які в 1988 році заснували неприбуткову корпорацію **SPEC** (Standard Performance Evaluation Corporation).

Набір тестів **CINT92**, що вимірює продуктивність процесора при обробці цілих чисел, складається з шести програм, написаних мовою C і вибраних з різних прикладних областей: теорія кіл, інтерпретатор мови Лісп, розробка логічних схем, упакування текстових файлів, електронні таблиці і компіляція програм.

Набір тестів **CFP92**, що вимірює продуктивність процесора при обробці чисел з плаваючою точкою, складається з 14 програм, також вибраних з різних прикладних областей: розробка аналогових схем, моделювання методом Монте-Карло, квантова хімія, оптика, робототехніка, квантова фізика, астрофізика, прогноз погоди та інші наукові й інженерні задачі. Дві програми з цього набору написані мовою C, а інші 12 – Фортрані. У п'яти програмах використовується одинарна, а в інших – подвійна точність.

Як еталонна машина використовується VAX 11/780. SPEC публікує результати прогону кожного окремого тесту, а також двох складових оцінки: SPECint92 – середнє геометричне 6 результатів індивідуальних тестів з набору CINT92 і SPECfp92 – середнє геометричне 14 результатів індивідуальних тестів з набору CFP92. Для більш точного з'ясування можливостей апаратних засобів з середини 1994 року SPEC ввів дві додаткові складові оцінки: SPECbase_int92 і SPECbase_fp92, що накладає певні обмеження на компілятори, які використовуються постачальниками комп'ютерів при проведенні випробувань.

З середини 1994 року SPEC ввела дві додаткові складові оцінки: SPECrate_base_int92 і SPECrate_base_fp92, що накладає обмеження на компілятори, що використовуються. Ці тести задовольняють наступним обмеженням і вимогам:

- розмір коду і даних повинен бути досить великим, щоб він гарантовано не розміщався в цілому у кеш-пам'яті;

- час виконання тестів повинен бути збільшений від секунд до хвилин;

- фрагменти програм, що використовуються, повинні бути реалістичними;

- застосування вдосконаленого способу вимірювання часу;

- реалізація більш зручних інструментальних засобів;

- стандартизація вимог до компіляторів і методів виклику.

Новий комплект тестів складається з 8 цілочислових програм, написаних на мовою C, і 10 програм плаваючої арифметики, написаних Фортрані. Нові екземпляри отримали відповідні назви: SPECint95, SPECfp95, SPECint_base95, SPECfp_base95, SPECrate_int95, SPECrate_fp95, SPECrate_base_int95 і SPECrate_base_fp95.

Тести TPC

У міру розширення використання комп'ютерів при обробці транзакцій у сфері бізнесу все більш важливою стає можливість справедливого по-

рівняння систем між собою. З цією метою в 1988 році був створен комітет з питань обробки транзакцій та їх продуктивності (**TPC** – Transaction Processing Performance Council), яка становить неприбуткову організацію.

TPC визначає і управляє форматом декількох тестів для оцінки продуктивності OLTP (on-line Transaction Processing), включаючи тести TPC-A, TPC-B і TPC-C. Результати тестування представлені в табл. 1.14.

Таблиця 1.14

Результати тестування TPC

Компанія	Система	Значення (tmp)	Співвідношення вартість/ продуктивність (\$/tmp)	Програмне забезпечення бази даних
Compaq	ProLiant 5000 6/1664/Pentium Pro/166MHz	6184,90	\$111	Microsoft SQL Server 6.5
Compaq	ProLiant 5000 6/2004/Pentium Pro/200MHz	6750,53	\$90	Microsoft SQL Server 6.5
Digital	AlphaServer 8400 5/3508/DECchip21164/350MHz	14227,25	\$269	Oracle Rdb7 V7.0
Digital	AlphaServer 4100 5/4004/DECchip21164/400MHz	7598,63	\$152	Sybase SQL Server 11.0
HP	HP 9000 Model D3702/PA-RISC 8000/160MHz	5822,23	\$148	Sybase SQL Server 11.0.3
IBM	RS6000 PowerPC Server J40 8/Power PC 604/112MHz	5774,07	\$243	Sybase SQL Server 11.0.3
SGI	Challenge XL Server 16/R4400/250MHz	6313,78	\$479	Informix OnLine V.7.11.UDI
Sun	Ultra Enterprise 4000 12/UltraSPARC/167MHz	11465,93	\$189	Sybase SQL Server 11.0.2

Тест TPC-A

Випущений у листопаді 1989 року, тест TPC-A призначався для оцінки продуктивності систем, працюючих у середовищі баз даних, що інтенсивно оновляються, типової для програм інтерактивної обробки даних (OLDP – on-line data processing). Таке середовище характеризується:

- безліччю термінальних сесій у режимі on-line;
- значною ємністю вводу-виводу при роботі з дисками;

помірним часом роботи системи і программ;
цілісністю транзакцій.

Практично при виконанні тесту емулюється типове обчислювальне середовище банку, що включає сервер бази даних, термінали і лінії зв'язку. Цей тест використовує одиночні, прості транзакції, інтенсивно оновлюючи базу даних. Одиночна транзакція (подібна звичайній операції оновлення рахунку клієнта) забезпечує просту одиницю роботи, що повторяється, й яка перевіряє ключові компоненти системи OLTP.

Тест TPC-B

У серпні 1990 року TPC схвалив TPC-B, інтенсивний тест бази даних, що характеризується такими елементами:

- значна ємність дискового вводу-виводу;
- помірний час роботи системи і программ;
- цілісність транзакцій.

TPC-B вимірює пропускну спроможність системи в транзакціях за секунду (tps). Оскільки є істотні відмінності між двома тестами TPC-A і TPC-B (зокрема, у TPC-B не виконується емуляція терміналів і ліній зв'язку), їх не можна прямо порівнювати.

Тест TPC-C

Тестовий пакет TPC-C моделює прикладну задачу обробки замовлень. Він моделює досить складну систему OLTP, яка повинна управляти прийомом замовлень, управлінням обліком товарів і поширенням товарів і послуг. Тест TPC-C здійснює тестування всіх основних компонентів системи: терміналів, ліній зв'язку, ЦП, дискового вводу-виводу і бази даних.

TPC-C вимагає, щоб виконувалися п'ять типів транзакцій:

- нове замовлення, що вводиться за допомогою екранної форми;
- просте оновлення бази даних, пов'язане з платежем;
- просте оновлення бази даних, пов'язане з постачанням;
- довідка про стан замовлень;
- довідка щодо обліку товарів.

Серед цих п'яти типів транзакцій, принаймні, 43 % повинні складати платежі. Транзакції, пов'язані з довідками про стан замовлень, стан постачання і обліку, повинні складати по 4 %. Потім вимірюється швидкість транзакцій за новими замовленнями, що обробляються спільно із безліччю інших транзакцій, які виконуються у фоновому режимі.

Тести AIM

Це програмне забезпечення складається з двох основних частин: генератора тестових пакетів (**Benchmark Generator**) і навантажувальних сумішей (**Load Mixes**) прикладних задач.

Генератор тестових пакетів становить програмну систему, яка забезпечує одночасне виконання безлічі програм. Він містить велике число окремих тестів, які споживають певні ресурси системи, і тим самим акцентують увагу на певних компонентах, з яких складається її загальна продуктивність. При кожному запуску генератора можуть виконуватися будь-які окремі або всі доступні тести в будь-якому порядку і при будь-якій кількості проходів, дозволяючи тим самим створювати для системи практично будь-яке необхідне робоче навантаження.

Кожна навантажувальна суміш становить формулу, яка визначає компоненти необхідного навантаження.

До складу цих стандартних сумішей входять:

Універсальна суміш для робочих станцій (**General Workstation Mix**) – моделює роботу робочої станції в середовищі розробки програмного забезпечення.

Суміш для механічного САПР (**Mechanical CAD Mix**) – моделює робочу станцію, що використовується для трьохвимірного моделювання і середовища системи автоматизації проектування в механіці.

Суміш для геоінформаційних систем (**GIS Mix**) – моделює робочу станцію, що використовується для обробки зображень і в прикладеннях геоінформаційних систем.

Суміш ділових універсальних програм (**General Business**) – моделює робочу станцію, що використовується для виконання таких стандартних інструментальних засобів, як електронна пошта, електронні таблиці, база даних, текстовий процесор і т. п.

Багатокористувацька суміш (**Shared/Multi-user Mix**) – моделює багатокористувацьку систему, що забезпечує обслуговування програм для безлічі працюючих у ній користувачів.

Суміш для обчислювального (рахункового) сервера (**ComputeServer Mix**) – моделює систему, що використовується для виконання завдань з великим об'ємом обчислень, таких, як маршрутизація PCB, гідростатичне моделювання, обчислювальна хімія, зламування кодів і т. п.

Суміш для файл-сервера (**File Server Mix**) – моделює запити, що поступають до системи, яка використовується як централізований файловий сервер, включаючи ввід-вивід і обчислювальні потужності для інших послуг за запитом.

Суміш СУБД (**RBMS Mix**) – моделює систему, що виконує відповідальні приклади управління базою даних.

Порівняльний аналіз методів оцінки продуктивності систем представлений в табл. 1.15.

Таблиця 1.15

Порівняльний аналіз розглянутих методів

Метод	Переваги	Недоліки
MIPS	цю характеристику легко зрозуміти, особливо покупцеві; більш швидка машина характеризується великим числом MIPS, що відповідає нашим інтуїтивним уявленням	MIPS залежить від набору команд процесора, що утрудняє порівняння по MIPS комп'ютерів, які мають різні системи команд; MIPS навіть на одному і тому ж комп'ютері змінюється від програми до програми; MIPS може змінюватися стосовно продуктивності в протилежній бік
MFLOPS	призначена для оцінки продуктивності тільки операцій з плаваючою точкою, і тому не може застосовуватись поза цією обмеженою областю	набори операцій з плаваючою точкою несумісні на різних комп'ютерах; рейтинг MFLOPS змінюється не тільки на суміші цілочислових операцій і операцій з плаваючою точкою, але і на суміші швидких і повільних операцій з плаваючою точкою
SPEC	базуються на реальних прикладних програмах широкого кола користувачів і забезпечує ефективну оцінку продуктивності процесорів доступні для широкого кола користувачів за плату, що покриває витрати на розробку і адміністративні витрати; результати прогону кожного індивідуального тесту з цих двох наборів виражаються відношенням часу виконання однієї копії тесту на машині, що тестується до часу її виконання на еталонній машині	результати тестування на наборах CINT92 і CFT92 дуже залежать від якості оптимізуючих компіляторів, що застосовуються

Якістю називається сукупність властивостей, що визначають придатність використання обчислювальної машини чи системи за призначенням.

Якість – визначається **технічними, експлуатаційними, економічними й естетичними** характеристиками машини або системи. Її можна оцінити чисельно за допомогою показників, що повинні мати фізичний сенс, досить повно характеризувати якість, досить просто обчислюватися, бути несуперечливими один одному.

Показники якості можна класифікувати за **придатністю, оптимальністю і перевагою**. Обчислювальні машини чи системи, що задовольняють показники придатності, мають однакову якість; задовольняють показники оптимальності – є найкращими, тобто мають найвищу якість; задовольняють показники переваги вважаються переважаючі за якість інші машини чи системи.

Показники якості зручно також поділяти на інтервальні, інтегральні і точкові (локальні). **Інтервальні** показники дають можливість оцінити зміни якості за часом за визначений його інтервал, **інтегральні** – дозволяють оцінити якість у середньому при функціонуванні обчислювальної системи протягом тривалого часу, **точкові** – характеризують якість на даний момент часу.

При оцінці якості обчислювальної системи в процесі її розробки чи експлуатації зустрічаються з деякими труднощами. У більшості випадків не вдається встановити єдиний узагальнений показник якості, що дозволить би порівняти різні системи і вибрати найкращу. Це пояснюється тим, що якість оцінюється безліччю властивостей.

Інші труднощі полягають у тому, що не існує методики встановлення вимог на показники якості. Це пояснюється тим, що не вдається розробити на всі випадки життя критерій оптимальності системи щодо її якості.

Основними характеристиками обчислювальних машин і систем, що визначають їхню якість, є **надійність, ремонт придатність, готовність, ефективність**.

Показники надійності

Надійністю називається властивість технічного приладу зберігати свої характеристики в даних умовах експлуатації.

Показниками надійності невідновлювальних обчислювальних машин і систем можуть бути:

імовірність безвідмовної роботи, $P(t)$;

середній час безвідмовної роботи, T ;

частота відмов, $f(t)$;

інтенсивність відмов, $\lambda(t)$.

Показниками надійності відновлюваних обчислювальних машин і систем є:

середня частота відмов, $\omega(t)$;

наробіток на відмову, $t_{сер}$.

Показники надійності пов'язані між собою залежностями:

$$P(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt}; \quad (1.1)$$

$$T = \int_0^{\infty} P(t) dt; \quad (1.2)$$

$$f(t) = \lambda(t) \cdot P(t); \quad (1.3)$$

$$\omega(t) = f(t) + \int_0^t f(t - \tau) \omega(\tau) d\tau. \quad (1.4)$$

Залежність (1.4) справедлива для випадку миттєвого відновлення елементів системи, що відмовили.

Наявність великого числа показників зовсім не означає, що завжди необхідно оцінювати надійність обчислювальної системи за всіма показниками.

Найбільш повно характеризує надійність невідновлювальної системи частота відмов. Це пояснюється тим, що вона є щільністю розподілу, а тому несе в собі всю інформацію про випадкове явище – час безвідмовної роботи. Такі характеристики, як імовірність безвідмовної роботи, інтенсивність відмов, середній час безвідмовної роботи є лише характеристиками розподілу і можуть бути отримані завжди, якщо відома частота відмов. Однак оцінювати надійність обчислювальної системи частотою відмов у більшості випадків недоцільно, тому що вона не має достатню наочність і не входить в інші більш загальні характеристики якості ОС.

Інтенсивність і середня частота відмов – найбільш зручні характеристики надійності простих елементів. Це пояснюється тим, що інтен-

сивність відмов багатьох елементів електроніки й обчислювальної техніки є постійними величинами і характеризуються одним числом. Крім того, за цими характеристиками елементів найбільш просто обчислити всі характеристики надійності машини і системи.

Середній час безвідмовної роботи є досить наочною характеристикою надійності невідновлювальних машин і ОС. Однак застосування цього показника доцільно в тих випадках, коли час роботи ОС набагато менше середнього часу безвідмовної роботи, закон розподілу часу безвідмовної роботи не однопараметричний і для досить повної оцінки вимагаються моменти вищих порядків, чи машина ОС резервована, інтенсивність відмов не постійна, елементи ОС працюють неодноразово.

Найбільш доцільним показником надійності невідновлювальних обчислювальних машин і систем є **імовірність безвідмовної роботи**. Це пояснюється наступними її особливостями: імовірність безвідмовної роботи входить як співмножник в інші більш загальні характеристики якості ОС; вона характеризує зміну надійності в часі; імовірність безвідмовної роботи може бути отримана порівняно просто розрахунковим шляхом у процесі проектування системи й оцінена в процесі її випробування.

Найбільш доцільним показником надійності відновлюваних обчислювальних машин і систем тривалого використання є **наробіток на відмову**.

Відмітимо, що імовірність безвідмовної роботи характеризує надійність ОС протягом часу t , а тому вона є інтервальною. Середній час безвідмовної роботи і наробіток на відмову характеризують поведінку системи в цілому, а тому є інтегральними показниками. Частота й інтенсивність відмов є точковими показниками.

Ремонтопридатністю називається здатність технічного приладу до відновлення в процесі експлуатації.

Показниками ремонтпридатності можуть бути:

імовірність відновлення системи завдань за час, $P_B(t)$ – інтервальный показник;

середній час відновлення, t – інтегральний показник;

закон розподілу часу відновлення, $f(t)$ – точковий показник;

інтенсивність відновлення, $\mu(t)$ – точковий показник.

Усі наведені вище показники ремонтпридатності ОС мають один істотний недолік: вони характеризують пристосованість системи до відновлення тільки побічно. Наведені характеристики є фактично характе-

ристиками СМО, що складається з ОС як джерела заявок на обслуговування й обслуговуючого органу, що включає до свого складу обслуговуючий персонал, запасні елементи і технічні засоби виявлення й усунення відмов. З цих причин середній час і інтенсивність відновлення можуть застосовуватися лише для порівняльної оцінки ремонтпридатності різних машин і систем за інших рівних умов їхньої експлуатації і не можуть служити абсолютними показниками ремонтпридатності ОС.

Показники готовності

Готовністю називається здатність технічного пристрою бути готовим до дії на будь-який момент часу.

Вона залежить від надійності і ремонтпридатності ОС. Ніж вище надійність і ремонтпридатність, тим вище готовність. **Показниками готовності** можуть бути: функція готовності, $K_g(t)$ (рис. 1.34); коефіцієнт готовності, K_g .

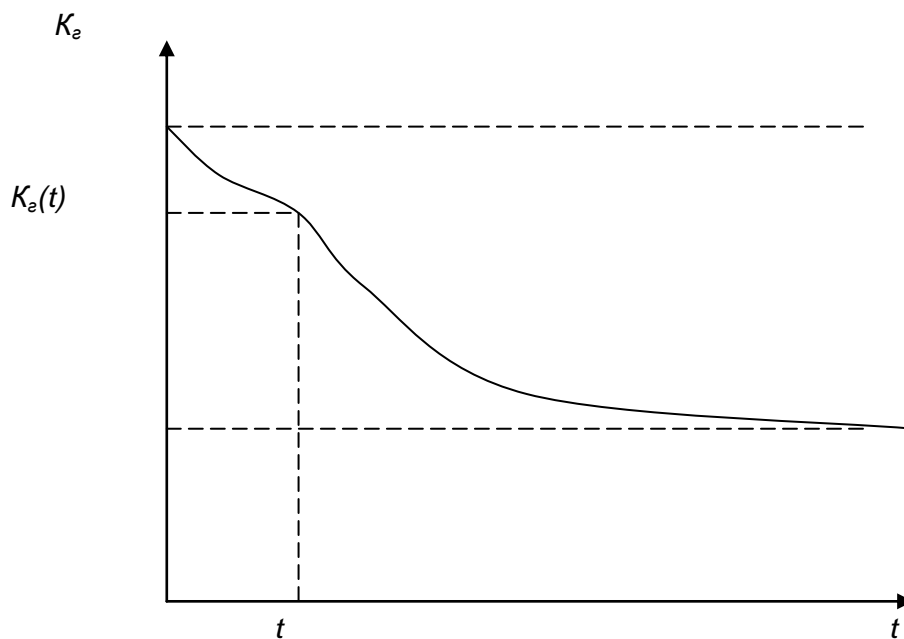


Рис. 1.34. Функція готовності

Функція готовності є імовірністю того, що на будь-який момент часу t система готова до дії. Ця характеристика звичайно має вигляд – рис. 1.34. видно, що $K_g(0) = 1$, тобто вважається, що ОС починає експлуатуватися справною. Із зростанням t $K_g(t)$ убуває і при $t \rightarrow \infty$ функція готовності прямує до постійної, відмінної від нуля величини, що є фінальною імовірністю і називається **коефіцієнтом готовності**.

Таким чином, між функцією і коефіцієнтом готовності існує залежність:

$$K_a = \lim_{t \rightarrow \infty} K_a(t). \quad (1.5)$$

Функція і коефіцієнт готовності є точковими характеристиками. Це означає, що ордината $K_a(t)$ (рис. 1.23) є імовірністю того, що на момент часу t система справна. До моменту часу t вона могла скільки завгодно разів відмовляти і ремонтуватися.

Коефіцієнт готовності легко обчислюється, якщо відомі інтегральні характеристики надійності і ремонтпридатності:

$$K_a = \frac{t_{\text{сеп}}}{t_{\text{сеп}} - t_{\text{в}}}, \quad (1.6)$$

де $t_{\text{сеп}}$ – наробіток на відмову обчислювальної системи;

$t_{\text{в}}$ – середній час відновлення ОС.

Незалежно від виду кривих $K_a(t)$ фінальна імовірність для даної системи постійна і має те саме значення, обумовлене виразом (1.6), тобто коефіцієнт готовності не залежить від початкового стану ОС, з якого починається її експлуатація.

Показники ефективності

Ефективністю будемо називати здатність обчислювальної системи виконувати цільові задачі, для рішення яких вона призначена. Показники ефективності (ПЕ) можна розділити на технічні й економічні.

Найбільш раціональним **показником технічної ефективності** є імовірність $R(t, \tau)$ правильного рішення задачі (задач) за заданий час. Цей показник досить повно характеризує здатність ОС вирішувати задачі і залежить від багатьох технічних характеристик системи і показників якості: від надійності, ремонтпридатності, продуктивності, ємності пам'яті ОС і т. п. Його можна обчислити за співвідношенням:

$$R(t, \tau) = P_1(\tau) \cdot P_2(t, \tau), \quad (1.7)$$

де $P_1(\tau) = S(\tau) \cdot K_a(\tau)$ – імовірність того, що система готова вирішувати задачу на момент її надходження τ ;

$S(\tau)$ – імовірність того, що на момент τ задача надійде на рішення;

$K_a(\tau)$ – функція готовності;

$P_2(t, \tau)$ – імовірність того, що задача, що прийшла на рішення на момент τ , буде вирішена за час $t \leq t_3$;

t_3 – заданий час рішення задачі.

Показник $R(t, \tau)$ технічної ефективності залежить не тільки від технічних характеристик і показників якості обчислювальної системи, але також визначається характеристиками і пріоритетністю потоку задач. Тому він може бути узагальненим показником якості обчислювальної системи лише при заданих потоках заявок і пріоритетності їх обслуговування.

Показник $R(t, \tau)$ має наступні переваги: є узагальненим показником якості, тому що залежить від безлічі інших приватних показників якості; враховує більшість факторів, що впливають на якість системи; є функцією часу.

1.3. Архітектура системного блоку ПК

1.3.1. Аналіз складу системного блоку ПК

Корпус (тут і далі – корпус системного блоку) є одним з найбільш довговічних компонентів комп'ютера, що переживає не один апгрейд, зокрема, зміни "матерів". Раніше вибір компонентів комп'ютера можна було починати з його корпусу. Тепер це не зовсім так: такі процесори, як верхні моделі Pentium 4 і Athlon, диктують вибір шасі, блоку живлення, системної плати й ін. Взагалі, ніж краще користувач представляє призначення свого комп'ютера й прогнозує його еволюцію, тим краще можна зробити вибір корпусу.

Властне *корпус* (*lab55img*, рідше *Housing*) складається з несучі *шасі* (*chassis*), зовнішніх *стінок* або єдиного *чохла* й блоку живлення (*power supply unit, PSU*).

Дорогий чи дешевий корпус?

Усе компоненти комп'ютера (а їх може бути до двох десятків) можна умовно розділити на 2 класи:

повільно старіючі (і морально, і фізично);

швидко старіючі (або морально, або фізично).

Існує універсальний принцип покупця, що годиться для будь-якої речі: повільно старіючі компоненти треба купувати якнайкращі, по можливості, тому що наступний апгрейд буде не скоро. У комп'ютері такими компонентами є дисплей і корпус.

Порада: Не шкодуйте грошей на якісний корпус.

Десктопи й вежі

Корпус звичайно має форму паралелепіпеда, у якого є яскраво виражена мала сторона й дві більших.

Якщо корпус у робочому положенні лежить "пліском", на великій грані, то він відноситься до класу **десктоп** (desktop – настільний) як представлено на рис. 1.35.



Рис. 1.35. **Десктоп настільний**

Помітимо, що підкласом десктопів є тонкі корпуси **слім** (slim), що застосовуються для офісних комп'ютерів.

Якщо корпус у робочому положенні стоїть "на ребрі", то він відноситься до класу **вежа** (tower, тауер).

Десктопи переважали раніше, у часи малих дисплеїв, і використовувалися в ролі підставки для них.

Однак звичайні CRT дисплеї ставали усе більш й важче (на зміну колишнім 14-15" прийшли нинішні 17" і 19", а на обрії вже появилися 21") і найбільш зручним їхнім положенням для очей стало розміщення на столі, без будь-яких підставок. До того ж, не всякий корпус витримає таку вагу, а як неприємно переставляти дисплей, якщо треба відкрити корпус. Тому десктопи використовуються, в основному, як офісні комп'ютери. Але й там їх для економії місця звичайно намагаються поставити на полицю офісного стола. Ніжала частина десктопів виконана в гібридних корпусах.

Вежа, навпаки, займає небагато місця. На її верхній стороні зручно розмістити зовнішній модем, а самим корпусом загородити дисплей від бічного світла. У вежі також легше організувати охолодження.

Є й гібридні корпуси, тобто ті, які можна змонтувати як десктоп або як вежу. У розвинених моделях можна повернути привід компакт-дисків, є дві лицьові панелі й окрема панель для дна з ніжками. Однак, як і все гібридне, це призводить до підвищеної вартості і необхідності зберігати додаткові частини.

Порада: корпуси-вежі представляються більш універсальним рішенням.

Класифікація веж за числом відсіків

Число більших зовнішніх відсіків, як побачимо трохи нижче, є важливим параметром вибору, таблиця нижче. Тому вежі зручно розрізняти за цим числом, дотримуючись наступних назв (у порядку зростання): *мікро (micro)*, *міні (mini)*, *міні-міді*, *міді (midi, middle – середня)* і *повна (big, full)* як представлено у табл. 1.16.

Таблиця 1.16

Класифікація веж

Тип вежі	Число більших відсіків
Повна	більше 4
Міді	4
Міні-міді	3
Міні	2
Мікро	1

Підкреслимо, що дана класифікація не стандартизована (але погодиться з термінологією компанії *Intel*). Наприклад, деякі компанії, що не роблять корпуси з більш ніж 3 відсіками (а таких ніжало), не мають потреби в назві міні-міді, і заміняють його просто на міді (відповідно, "порушується" назва повної вежі). Інші компанії взагалі не користуються даними термінами й тільки вказують, який формфактор системних плат (див. далі на рисунку) підтримує корпус, наприклад, Flex ATX, представлено на рис. 1.36.



Рис. 1.36. Класифікація вей

Нагадаємо, що корпус має деяке число великих (5.25") і малих (3.5") зовнішніх відсіків (*bay*, читається *бей*), що виходять на лицьову сторону. Незаповнені відсіки закриті заглушками. У відсіки звичайно вставляються ті пристрої, до яких потрібен доступ у процесі роботи, наприклад, приводи зйомних дисків (однак можуть вставлятися, наприклад, додаткові вентиляційні блоки).

Число малих зовнішніх відсіків до уваги не беруться, тому що їхнє число дорівнює 1-2 для всіх типів. Можливо, це пояснюється відносно малою розмаїтістю приводів формфактора 3.5": привід звичайних дискет (іноді виконується у вигляді щілини), привід дискет підвищеної ємності (LS-120, ZIP і т.д.) і магнітооптика (від *Sony* і *Fujitsu*).

Недорогі мікровежі в основному використовуються в офісах.

Повні вежі використовуються в основному як сервери, тому що в них міститься велика кількість дисководів і зручно організовуються охолодження. Повні вежі звичайно мають дверцята, що закривають відсіки й

кнопки. Просунуті користувачі також люблять цей тип корпуса за місткість і тримають вежу під столом.

Міні-, міні-міді й міді вежі найбільш широко використовуються для домашніх комп'ютерів і для корпоративних робочих станцій. Міні-міді й міді-вежі переважніше, особливо для мультимедійного комп'ютера, тому що останнім часом зростає кількість претендентів на великий відсік. От тільки деякі з них:

Приводи компакт-дисків. Це тепер обов'язковий компонент. Навіть при використанні комбайна CD/ RW-DVDROM потрібно як мінімум один відсік.

Фрейм (він же *mobile rack*) **для жорсткого диска.** Зручний для резервування даних і обробки мультимедійних файлів. Включається зовнішнім ключем у міру необхідності. Диск міститься в касеті, що легко виймається й може зберігатися окремо.

Модуль портів Drive IR, що входить у комплект звукової карти *Creative SB Live! Platinum 5.1* представлено на рис.1.37.



Рис. 1.37. Drive IR у комплекті звукової карти

Модуль моніторингу й керування Asus iPanel, як доповнення до системної плати, представлено на рис. 1.38.



Рис. 1.38. Доповнення до системної плати

Помітимо, що у великий відсік можна також поміщати малі пристрої через перехідну рамку – "штани".

Крім того, тільки корпусом міні-міді й міді-вежі можна повністю загородити 17" дисплей від яскравого бічного світла, висоти міні вежі для цього недостатньо.

Порада: Для розширюваності й мультимедійності віддавайте перевагу міні-міді й міді-вежам порівняно з міні-вежею.

Формфактор корпуса

Цей параметр прямо пов'язаний із сумісністю корпуса із системними платами.

Поняття формфактора

Первісне значення цього трохи мудрованого терміна – відношення сторін, наприклад, 3:2 для прямокутника. У технічному значенні – це насамперед завдання геометрії пристрою, так, наприклад, говорять про дисководи з формфактором 3.5", тобто містяться в малому відсіку. У повному значенні – це, крім геометрії, ще як мінімум параметри електроживлення (напруга, розподіл по контактах і т. п.), але можуть бути й додаткові параметри. Саме в такому значенні застосовується термін формфактор (далі – ФФ) для корпусів і системних плат.

Існують специфікації на корпуси й системні плати (тому що ці пристрої повинні бути сумісні між собою), де визначаються формфактори цих пристроїв.

У цей час таких специфікацій дві:

АТ. Це досить стара специфікація від *IBM*.

АТХ. Нова специфікація від *Intel*. Постійно обновляється.

Головна відмінність – різне електроживлення, несумісне між собою.

Орієнтуватися треба на АТХ, що має істотні переваги. Нові високочастотні процесори вимагають тільки АТХ.

ФФ корпуса записується так:

ФФ_системної_плати_геометричний_тип

наприклад, **АТХ міні-міді-вежа**. Це означає, що корпус підтримує системні плати ФФ АТХ. Тут тільки треба враховувати, що системна плата вказується максимального розміру з підтримуваним корпусом. Так, якщо корпус підтримує плату із ФФ АТХ, то він підтримує й плати меншого розміру міні-АТХ і microАТХ (що природно з погляду універсальності). Очевидно, що для сумісності із платою значення має тільки перший специфікатор, а плату, скажемо, із ФФ АТХ можна вставити як у десктоп, так і у вежу.

Існують і гібридні корпуси й плати у вмісті підтримки ФФ. Це, зокрема, означає, що вони підтримують обидва типи живлення. Застосовують для апгрейда з максимальним використанням колишніх компонентів. Для гібридного корпуса записують, наприклад, **АТ/АТХ міні-вежа**.

Нижче розглядаються ФФ системних плат і корпусів.

Специфікація АТ

Помітимо, що АТ корпуса в переважній більшості є десктопами.

Для ФФ плат є 3 сімейства розмірів:

Full АТ. Використовувалася винятково в серверних корпусах.

Baby АТ (ВАТ). Нормальний розмір.

Із глибиною 3/4 і 2/3 глибини ВАТ при тій же ширині.

Назва "глибина" говорить про переважне використання в десктопах.

Єдиний плюс корпусів і плат ФФ АТ – дешевина. Втім, абсолютна більшість ВАТ плат мають комбіноване АТ/АТХ живлення. Так що підійдуть і в АТ корпус.

Специфікація АТ

Нарощування тактових частот і викликані цим проблеми охолодження спонукали компанію *Intel* випустити в середині 90-х років специфікацію АТ, що пропонує ряд удосконалень порівняно з АТ. Властиво АТХ розкривається як **АТ Extension**, що означає *розвиток АТ*. Серед примітних удосконалень відзначимо:

Подача на плату вже готової напруги 3,3 У від блока живлення. На плати АТ подається тільки 5 У, а 3,3 У виходить перетворювачем напруги на цій платі. Відмова від цього спрощує системну плату й поліпшує тепловий режим.

Спрощення рознімання живлення

В АТХ від блока живлення йде одне рознімання на плату, причому переплутати його положення при підключенні не можна. В АТ – два рознімання, які в принципі можна вставити неправильно (вставляти треба чорними проводами до середини).

- **Більш раціональне компонування плати**, що дозволяє позбутися від кабелів портів і зменшувати довжину інтерфейсних кабелів. До речі, наявність рознімань портів на самій платі є найбільш простим способом відрізнити корпуси й плати АТХ від АТ, не знімаючи кожуха. Кабелі, що ведуть до портів, відігравали роль прийомних і передавальних антен для електромагнітних випромінювань.

Можливість вимикання комп'ютера з ОС, у тому числі із всіх сучасних версій Windows.

Надалі виходили нові версії специфікації АТ, що відбивали нові рівні розвитку. У цей час відома версія 2.03 (1998 р.). Крім того, існують документи, що описують різні опціональні розширення.

У специфікаціях на корпуси звичайно вказується їхня відповідність тим або іншим документам серії АТ.

Підкреслимо, АТ – комплексна специфікація на системні плати, шасі й блоки живлення. Наприклад регламентовані положення отворів для кріплення системних плат до несучої пластини.

Розглянемо розповсюджені ФФ системних плат, певних у специфікації АТ:

АТХ (ФФ, однойменні специфікації). Досить великий розмір, що дозволяє розмістити цілих 7 слотів карт розширення (PCI, AGP, AMR, CNR, ACR, ISA). Плата сумісна з корпусами десктоп і вежами, починаючи з міні. Саме такі плати рекомендуються для мультимедійних комп'ютерів. Є аналогом Baby АТ.

Mini-АТХ має трохи менші розміри й дозволяє розмістити 6 слотів карт. Плата сумісна з тими ж корпусами, що й плати АТХ.

MicroАТХ становить зменшену АТ: більша сторона прямокутника зменшилася до квадрата. Дозволяє розмістити 4 слоти. Основне застосування – офісні комп'ютери, де велика кількість карт не потрібна. Найбільш бюджетна економія виходить при використанні корпусів мікровежі, які мають ФФ MicroАТХ. Однак плата сумісна й з більшими АТХ корпусами.

Сумісність корпусів і плат представлена в табл. 1.17.

Таблиця 1.17

Сумісність корпусів і плат

ФФ плати	ФФ корпуса-вежі
АТХ	АТХ міні й більш
Mini-АТХ	АТХ міні й більш
MicroАТХ	АТХ мікро й більш

Помітимо, що для надтонких офісних корпусів є ще ФФ системних плат NLX; ФФ корпуса називаються **NLX слім**. Є ще зменшений варіант ФФ MicroATX, що називається FlexATX. Одне з його застосувань – Інтернет-приставки, що виконуються в одному корпусі з дисплеєм.

Блок живлення

Як уже говорилося, блок живлення входить у комплект корпуса. Однак у поставку корпуса одного типу можуть входити різні блоки, зокрема, що відрізняються потужністю.

Потужність

Існує кілька стандартних значень потужності: 200, 230, 235, 250, 300 Вт (бувають і менші). Причому це корисна потужність, тобто видавана в навантаження. Яке значення вибрати?

Для офісних комп'ютерів майже завжди досить потужності 200 Вт.

Для домашнього мультимедійного комп'ютера (з 2–3 більшими відсіками) можна порекомендувати 230 – 250 Вт.

Нарешті, для робочих станцій, які виконують "важкі" додатки протягом багатьох годин і побудовані на верхніх моделях процесорів, досить 300 Вт. Взагалі тут ситуація міняється й корисно або подивитися рекомендації виробника процесорів (якщо комп'ютер проектується самостійно), або довіритися кваліфікованим збирачам (якщо комп'ютер збирається на замовлення).

Як уже говорилося, корпус здобувається не на один рік, а тенденцією останніх років є зростання тактових частот процесорів (відповідно до відомого закону Мура відбувається подвоєння за півтора року), числа оборотів жорстких дисків, потужності графічних 3D прискорювачів. Тому не буде великого лиха, якщо вибирається більша потужність, "на виріст".

Що краще: вимикач або розетка?

На блоці живлення (крім обов'язкового мережного рознімання-вилки) можуть перебувати або розетка для живлення яких-небудь пристроїв, або вимикач (останнє характерно для ATX корпусів), як представлено на рисунку.

В ATX живлення напруга весь час подається на системну плату. Якщо потрібно провести роботи усередині корпуса, наприклад, додати модуль пам'яті, то потрібно знеструмити комп'ютер. Вимикач на блоці живлення дозволяє швидко знеструмити системну плату.

Порада: віддавайте перевагу вимикачу

Дисплей при цьому підключається до окремої розетки його стандартним кабелем. При підключенні через корпус заощаджується розетка, але потрібний перехідник, так що виграш сумнівний. А крім дисплея, жити начебто більше нічого.

У випадку АТ корпусів використання розетки теж небажано, тому що кнопка живлення комп'ютера одночасно включає і його, і дисплей. Це веде до обгорання вимикача, тому що більші CRT дисплеї споживають чималу потужність.

Автотермоконтроль

У таких блоках живлення швидкість обертання їхнього вентилятора управляється термодатчиком, установленим у самому блоці. Таким чином, керування з боку підсистеми моніторингу системної плати не потрібно.

Наявність термоконтролю блока живлення сприятливим чином позначається на зниженні шуму.

Сертифіковані блоки живлення

Від блока живлення потрібно стабільно видавати потрібні номінали й служити довго й безвідмовно. Розвинені блоки також виправляють розброси у вхідному живленні й придушують шуми. Наприклад, блок живлення *Seasonic SR-250FS-Rx* допускає розброси 180-264 V по напрузі й 47-63 Гц по частоті.

Якість блока живлення значною мірою визначає довговічність внутрішніх компонентів. Якщо блок почав давати збої живлення, то, поперше, ніякі зовнішні пристрої живлення (фільтри, стабілізатори й т. п.) не допоможуть. До того ж ці збої важко діагностувати й можна витратити багато часу на перевірку головної плати, пам'яті й т. д. поки не дійде черга до блока живлення.

Строк роботи блока живлення становить 4 – 7 років, а продовжити його можна рідше вимикаючи й включаючи комп'ютер, причому інтервал між послідовним вимиканням і включенням повинен становити не менше 10 секунд. При виході блока живлення з ладу його простіше замінити, ніж ремонтувати. Блоки живлення продаються окремо, але вартість гарних блоків доходить до \$ 35 – 40 (тому гарний корпус у принципі не може коштувати \$40).

Гарантією якості блока живлення є наявність хоча б одного сертифіката авторитетних тестових лабораторій, наприклад: UL, CSA, TUV,

CB, CE, VDE, FCC, FTZ, DEMKO, NEMKO, FIMKO & SEMKO (це вказується в специфікації до блоку). Відповідні наклейки розташовуються на видному місці блоку. Звичайно в пропозиціях продавців обмежуються згадуванням TUV (що, у принципі, досить).

Порада: Вибирайте сертифіковані блоки живлення.

Вентильованість корпусу

Як уже говорилося, ряд сучасних компонентів є "гаряніжи" (процесор, чипсет, графічна карта, високооборотні жорсткі диски й ін.). Тому актуальною є проблема охолодження цих компонентів. Вирішується вона створенням охолодних повітряних потоків у корпусі, як показано на рисунку нижче (а також системою температурного контролю, що відноситься до можливостей системної плати).

Розглянемо рекомендації, більшість із яких належить *Intel*.

Верхнє розташування блоку живлення це дуже зрозуміла рекомендація. Абсолютна більшість блоків живлення видують повітря назовні, що природно, тому що сам блок живлення виділяє пристойну кількість тепла, як представлено на рис. 1.39.

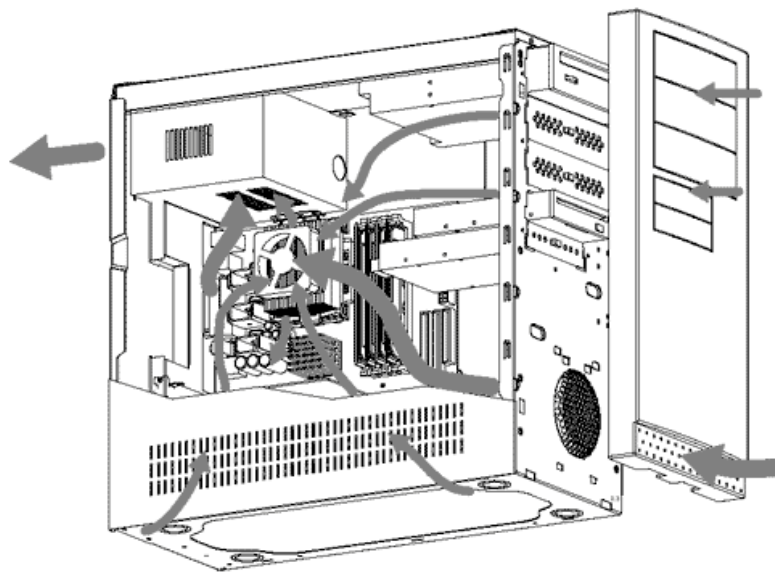


Рис. 1.39. Видув повітря з блоку живлення назовні

Тепле повітря піднімається в корпусі наверх, де його й треба видувати.

Цієї очевидної рекомендації, по-перше, не дотримуються один час, що продавалися, "авангардні" моделі САТ з нижнім розташуванням блоку живлення (і відсіків).

По-друге, корпуси, де блок живлення зміщений вниз, а над ним перебуває "кошик" для 1.3 твердих дисків. Мінусами є непровітрювана зона, довгі інтерфейсні кабелі, перекриття системної плати.

Грати на задній стороні рекомен-дується мати з нікельованого дроту, як на рис. 1.40. Вона має мінімальний опір повітрю й тому менше шумить.

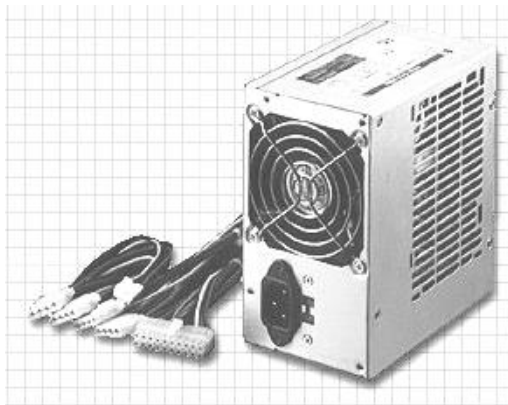


Рис. 1.40. **Вентиляційні грати блока живлення**

Обов'язкові нижні грати, що мають вирішальне значення для вентиляції корпуса. Грати повинні бути шириною як стінка.

Часто є ще додаткові грати, на передніх або бічних стінках.

Відсутність суцільної полиці на шасі

У деяких шасі роблять полку для підвищення твердості й раніше її наявність вважалася перевагою. Тепер з погляду охолодження така полиця небажана, тому що перегороджує повітряний потік. Більшість сучасних корпусів такої полиці не має.

У крайньому випадку полка не повинна перекривати вентиляційні отвори на блоці живлення, як представлено на рисунку зліва.

Передні вентиляційні отвори

Такі отвори обов'язкові. Насамперед вони повинні бути на лицьовій стінці корпуса, у нижній її частині (іноді отвори "дивляться" вниз і бувають не видні).

Ніжки й донні вентиляційні отвори для вентиляції дуже корисні, але не обов'язково, щоб корпус мав ніжки, а дно шасі мало вентиляційні отвори.

Бічні вентиляційні отвори

Такі отвори на лівій бічній стінці шасі рекомендує *Intel*. Ідея в наступному: отвори розташовані саме напроти гарячої графічної карти, як представлено на рис.1.41.

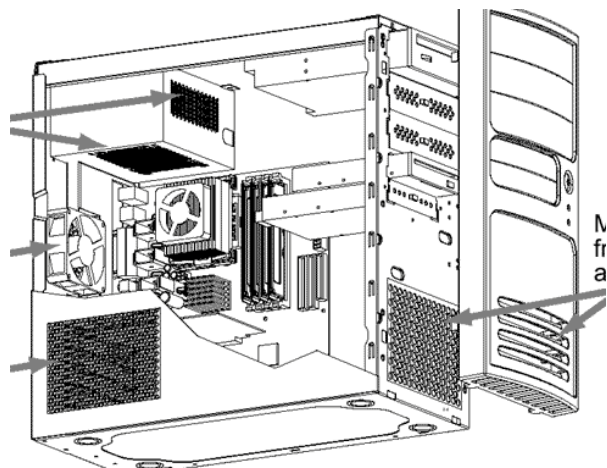


Рис. 1.41. Отвори на лівій бічній стінці корпусу

Це рішення поки що слабо підтримано виробниками, можливо, тому, що, по-перше, гострота проблеми знімається власними радіатором і кулером у графічних карт, по-друге, підвищується рівень шуму.

Місце для заднього вентилятора – наявність такого місця є обов'язковим для сучасних корпусів, а на системних платах є рознімання для підключення вентилятора. Можливість установки означає наявність ґрат у шасі й місць під гвинти. Місце під вентилятор відводять позаду, нижче блока живлення, приблизно навпроти процесора. Працює вентилятор на виду. Його роботу легко представити, якщо припустити, що потужності вентилятора блока живлення недостатньо.

Рекомендується, щоб посадкове місце допускало вентилятор розміром 80 мм (ще бувають вентилятори розміром 60 мм, менш ефективні й більш "голосні").

Небажаність переднього вентилятора

На деяких корпусах передбачене місце для додаткового вентилятора в нижній частині передньої стінки шасі. Більш того, у деяких корпусах такий вентилятор входить у поставку корпуса.

Повітряний потік проходить наскрізь, і, на перший погляд, це оптимально для охолодження. Насправді, по-перше, повітря, що пройшло крізь вентилятор, нагрівається. По-друге, вентилятори створюють основний шум при роботі комп'ютера. Коли ці вентилятори розташовані позаду, це не так помітно, якщо ж спереди – шум різко підвищується.

До речі, керування обертанням вентиляторів (ця можливість повинна бути підтримана як самим вентилятором – наявність тахометра, так і системною платою – наявність підсистеми моніторингу) поряд зі зниженням енергоспоживання покликано також зменшувати шум, знижуючи обороти цих вентиляторів.

Дужки для фіксації кабелів. Добре, якщо до складу комплекту входять дужки й гачки для фіксації кабелів на стінках корпусу. Це особливо важливо, коли є широкий кабель до карти SCSI адаптера. Фіксація кабелів біля стінок звільняє шлях повітряним потокам.

Зручність корпусу. Щілина для дискети. Деякі корпуси мають виконання відсіку для флоповода у вигляді щілини. Це виглядає привабливо, але вимагає, щоб привід флоппі мав потужну пружину, що далеко виштовхує дискету. Інакше її доведеться буквально вискубувати з корпусу. Заштовхується вона теж не просто.

Так що такий дизайн скоріше негативний, ніж позитивний.

Кнопки корпусу

На лицьовій стороні перебувають як мінімум 2 кнопки: включення (**Power**) і перезавантаження (**Reset**, скидання).

Кнопки ці різні за призначенням, і перша вимога до них полягає в тому, що вони повинні розрізнятися формою й/або кольором і розташовуватися далеко один від одного. Непогано, коли поруч із кнопками або на них нанесена символіка.

Кнопка вимикання

натискається частіше, тому повинна бути більш помітною: виділятися кольором, розміром, або ще якимось;

не повинна виступати: так вона менше ушкоджується і її суцужніше випадково нажати.

Помітимо, що для АТ кращим вимикачем є тумблер. Для АТХ корпусів це не застосовується, тому що тут важлива ще тривалість натискання: якщо тримати кнопку **Power** натиснутою більш 4 секунд, то відбувається аварійне вимикання живлення (вимикання неповне й використовується для виводу комп'ютера з важкого зависання).

Кнопка перезавантаження Reset, навпаки, повинна бути дрібною і втопленою, щоб максимально утруднити ненавмисне натискання на неї. Найкращий варіант, коли вона настільки дрібна, що натискається тільки тонким предметом типу кулькової ручки.

На деяких АТХ корпусах ставлять кнопку **Sleep** для того, щоб перевести комп'ютер в енергозберігаючий режим. Її наявність небажана, тому що можна поплутати її з іншими кнопками з усіма негативними наслідками. Тим більш, що в деяких корпусах кнопка ця не відрізняється від **Reset**. **Reset** і **Sleep** (розташовані поруч унизу й не відрізняються один від одного).

Якщо ж кнопка все-таки є, її потрібно не підключати до системної плати й "забути" про неї, тим більш, що в нових *Windows* це ж можна зробити через меню. Є й 107-клавішні клавіатури із клавішами "сну".

Розміри корпуса

Повторимо, що мініатюрний корпус – не кращий варіант в охолодженні, і в розширюваності.

Висота вежі повинна бути достатньою, щоб загородити дисплей від бічного світла. Для 17-дюймових дисплеїв це не менше 42 см. Крім того, це майже гарантує, що блок живлення розташовується без перекриття.

Глибина корпуса буває 42 – 50 см. Глибина від 45 см забезпечує комфортну маніпуляцію зі шлейфами приводів, що розташовуються напроти блока живлення, вентиляцію й можливість установки широких двопроцесорних плат. Зазначена глибина 45 см відноситься до корпуса з "мордочкою" нормальної товщини 2 см (ще бувають різні товсті гнуті лицьові панелі товщиною 4 – 5 см).

Для корпусів глибиною 45 см і більш потрібен стіл глибиною 80-100 см, щоб комфортно розмістити мишу й клавіатуру й залишити не менше 5 см для нормальної вентиляції (і щоб задні кабелі не дуже згиналися, якщо стіл присунуть до стіни). Така глибина стола зафіксована також у гігієнічних нормах роботи за комп'ютером (на великих підприємствах плакат звичайно є у відділі охорони праці).

Ширина корпуса особливої ролі не відіграє й діапазон 17-20 см. цілком нормальний. Якщо корпус ширше, то потрібно перевірити, чи немає перекриття.

Взаємне розташування блока живлення системної плати.

Блок живлення у вежі розташовують звичайно у верхній частині корпуса, а нижче нього розташовується системна плата. У досить високих корпусах блок живлення розташовується повністю над системною платою, так що їхні проекції на бічну стінку не перетинаються. Це звичайне розташування – "без перекриття" – найбільш зручне. Блок живлення розташований "горизонтально", як представлено на рис. 1.42.



Рис. 1.42. Блок живлення розташований "горизонтально"

Для того, щоб знизити висоту корпусу (а також вагу й вартість) блок розташовують "вертикально". У результаті зазначені проекції частково перетинаються, блок "перекриває" плату.

Це створює такі незручності:

процесор закритий блоком живлення, тому для роботи із процесором потрібно спочатку демонтувати блок живлення (або вести роботи наосліп);

блок живлення захищає місце біля процесора, погіршуючи його обдування;

обмежується висота процесорних плат (для використання сокетного процесора в системній платі зі слотовим гніздом). Спеціальні низько-профільні плати (наприклад, від *Asus*) більш дорогі, ніж звичайні.

Порада: Вибирайте корпуси "без перекриття".

Перекриття легко розпізнається без відкриття корпусу оглядом позаду вентиляційних ґрат блока живлення. Крім того, висота таких корпусів не перевищує 39 см, а ширина становить близько 22 см, що більш звичайних 17 – 19 см.

Легкість доступу усередину

бічна стінка, Що Знімається ліва (якщо дивитися з боку особи) забезпечує легкий доступ до внутрішніх компонентів. У даний момент це стандартна можливість (раніше використовувався П-подібних кожух).

У деяких корпусах знімаються обидві стінки.

Для швидкого зняття стінок замість традиційних декількох гвинтів застосовують 2 гвинти з голівкою в насічках (баранчик) або один такий гвинт і засувки, що віджимаються. Все це дозволяє обходитися взагалі без викрутки.

У деяких корпусах застосовують також, що виїжджає раму, на якій розміщується пластина із системною платою. У результаті забезпечується повний доступ до плати. Вставлені карти виймати не треба, однак всі кабелі треба відключати від плати, а також розвертати корпус від стінки. Все це знижує привабливість цього рішення. Та й необхідність такого повного доступу до системної плати з'являється нечасто.

Матеріал шасі

Основним параметром якості корпуса є товщина металу його шасі (несучої рами), а також стінок (кожуха). Якщо шасі зроблено з товстого металу, то практично відсутній шум і вібрація. Тепловідвід від твердих дисків і інших приводів також поліпшується (за рахунок відтоку тепла по шасі). Крім того, такий корпус міцний, що також важливо. Якщо шасі добротне, то такими ж є й стінки (кожух). Навпаки, у дешевих корпусах стінки легко прогинаються, як жерсть.

Товстим вважається шасі з листа товщиною 1 мм. Звичайні шасі роблять із листа 0,8 мм, дешеві – з більш тонкого.

Порада: Вважайте товщину шасі в 1 мм великим плюсом.

Рівне шасі В дешевих корпусах краю шасі не обробляються. Тому при монтажі, якщо самотійно не попрацювати надфілем, можна порізати руку або загнати металеву скалку.

Гарні корпуси мають шасі з обробленими гладкими краями.

Легка заміна жорстких дисків

Мова йде про те, щоб замінити (виймати, вставляти) такі приводи не знімаючи пластину із системною платою, а тільки знявши стінки (або навіть одну стінку). Вся справа в доступі до гвинтів кріплення приводів із правого боку. Ці гвинти закриваються пластиною, що несе системну плату.

Існують корпуси, де зазначена заміна можлива, наприклад, у наступних випадках:

Короб приводів, що зрушується вбік

Він висувається на полозах уліво й знімається. Помітимо тільки, що, якщо такий короб охоплює й привід, вставлений у малий відсік (типу флопповода), то доведеться також знімати й лицьову панель корпуса.

Короб приводів, що зрушується вперед

Не має обмежень попереднього рішення. Лицьова панель корпуса робиться легкоз'ємною.

Отвори напроти гвинтів

На пластині, що несе системну плату, робляться отвори напроти гвинтів, так що магнітною викруткою можна попрацювати із гвинтами.

рама, що зрушується. Пластина, на яку кріпиться системна плата, змонтована на рамі, що висувається назад на полозках. Тоді досить відсунути раму (відсунувши засувку) на 10-15 см і одержати доступ до правих гвинтів. Кабелі приводів при такому малому зрушенні знімати не треба. Звичайно не треба знімати й тонкі проводки світлодіодів, тому що в більшості ATX плат вони перебувають у нижньому ближньому куті плати.

Низьке випромінювання назовні

Гарний корпус повинен бути *екранований*, тобто не випускати назовні радіочастотні перешкоди, які заважають зовнішнім пристроям і побутовій електроніці. Поруч із таким корпусом можна, наприклад, сміло розміщати FM-Тюнер і його звук не покриється тріском і шипінням.

Критерієм є наявність у специфікації відповідності твердому американському стандарту *FCC Class B* на величину випромінювання від офісних і домашніх комп'ютерів. Помітимо, що іноді термін *Class B* у документації опускають.

Екранування виконується за рахунок щільного прилягання стінок до шасі за допомогою спеціальних лапок.

Помітимо, що є спеціальні корпуси, які зсередини покриті *пермалоєм* – матеріалом, що не пропускає низькочастотні електромагнітні випромінювання. Ціна таких корпусів може досягати \$200.

Корпуси для процесора Pentium 4

Цей процесор спроектований "з нуля" і розрахований на надвисокі частоти. Тому, незважаючи на малу літографічну норму (яка часто називається просто *технологією*), він не міг не вийти гаряніж. Тому компанія *Intel* розробила для цього процесора ряд рекомендацій. Зокрема, процесору потрібен спеціальний корпус, а також блок живлення.

Кріплення важкого кулера процесора

Гарячі процесори забезпечуються більшими радіаторами. Якщо радіатор високий (як, наприклад, деякі моделі популярної марки "Golden Orb"), то при вертикальному розташуванні системної плати (як у всіх

вежах) радіатор створює великий важіль. Інтел пропонує кріпити радіатор в остаточному підсумку до пластини, що несе системну плату, через отвори в цій платі.

Тому пластина має додаткові 4 отвори, до яких кріпляться спеціальні порожні ніжки-втулки із внутрішнім різьбленням. Ніжки входять у комплект корпусу.

До цих ніжок уже кріпиться сама системна плата й утримуючий механізм (входить у комплект плати) за допомогою довгих гвинтів (входять у комплект шасі й/або плати).

Підкреслимо, що виконання цієї рекомендації необов'язково і є інші успішні рішення від відомих виробників системних плат.

АТХ12V блок живлення

Специфікація АТХ12V є доповненням до специфікації АТХ 2.03 і пропонує, зокрема, що роблять поліпшення блока живлення:

Підвищену здатність жити пристрої постійного струму, що споживають **+12 У**. Пов'язано з тим, що число таких пристроїв зростає.

Блок живлення має **додатковий 4-контактний (2x2) кабель** для напруги +12 У. На системній платі повинне бути відповідне рознімання. Стандартне 20-контактне рознімання (2x10) не змінилося.

Блок живлення може мати опціональний **додатковий 6-контактний (1x6) кабель** із постійними напругами +3,3 і +5,5 В, які потрібні деяким чипсетам. На системній платі повинне бути відповідне рознімання.

Помітимо, що ця специфікація є опціональною і деякі системні плати допускають і звичайний блок живлення.

Корпуси для процесора Athlon

Помітимо, що в цей час процесори *AMD Athlon* є навіть більш "гаряніжи", ніж *Intel P4* (тому що використовують більшу літографічну норму – 0,18 проти 0,13 в *Intel*). Для тактових частот 1 000..1 400 теплова потужність становить 55 – 70 Вт. Для перших моделей *AMD* навіть рекомендувала блок живлення потужністю 300 Вт.

AMD не вимагає спеціальних корпусів, але рекомендує:

Блок живлення з **передніми вентиляційними отворами** (поряд з даними).

Задній додатковий вентилятор **розміром 80 мм**, що працює на видув, як представлено на рис. 1.43.

Використання **сертифікованих AMD блоків живлення** (на відповідність процесору) потужністю від 250 Вт.

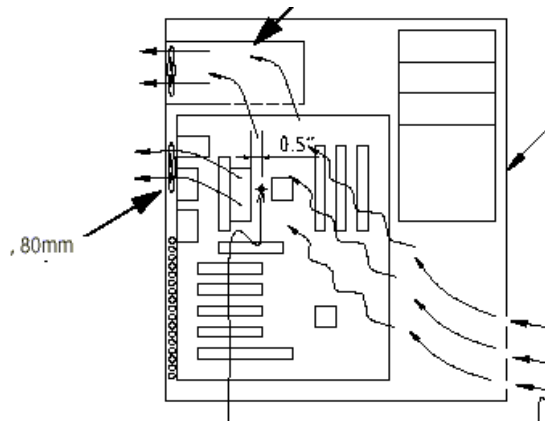


Рис. 1.43. Задній додатковий вентилятор

1.3.2. Схеми підключення пристроїв до ПК

Тлумачний словник по обчислювальних системах визначає поняття **інтерфейс** (*interface*) як границю розділу двох систем, пристроїв або програм; елементи з'єднання й допоміжні схеми керування, що використовуються для з'єднання пристроїв.

За способом передачі інформації інтерфейси підрозділяються на **паралельні й послідовні**. У **паралельному інтерфейсі** всі біти переданого слова (звичайно байта) виставляються й передаються по відповідним паралельних, що йдуть проводам, одночасно. В РС традиційно використовується паралельний інтерфейс *Centronics*, реалізований LPT-Портами. У **послідовному інтерфейсі** біти передаються один за одним, звичайно по одній лінії. Сом-Порти РС забезпечують послідовний інтерфейс відповідно до стандартів RS-232C.

При розгляді інтерфейсів важливим параметром є **пропускна здатність**. Технічний прогрес приводить до неухильного зростання обсягів переданої інформації. Якщо раніше матричні принтери, що друкують у символному режимі, могли обходитися й Сом-Портом з невисокою пропускною здатністю, то сучасним лазерним принтерам при високому дозволі не вистачає й продуктивності найшвидших LPT-Портів. Те ж саме стосується й сканерів. А передача "живого" відео, навіть із застосуванням компресії, вимагає немислимої раніше пропускної здатності.

Цілком очевидно, що при однакових швидкодії прийомо- передаючих ланцюгів і пропускної здатності сполучних ліній за швидкістю передачі паралельний інтерфейс повинен перевершувати послідовний.

Однак підвищення продуктивності за рахунок збільшення тактової частоти передачі даних упирається у хвильові властивості сполучних кабелів. У випадку паралельного інтерфейсу починають позначатися затримки сигналів при їхньому проходженні по лініях кабелю, і, що найбільш неприємне, затримки в різних лініях інтерфейсу можуть бути різними внаслідок неідентичності проводів і контактів рознімань. Для надійної передачі даних тимчасові діаграми обміну будуються з урахуванням можливого розкиду часу проходження сигналів, що є одним з факторів, що стримують зростання пропускної здатності паралельних інтерфейсів. У послідовних інтерфейсах, звичайно ж, є свої проблеми підвищення продуктивності, але, оскільки в них використовується менше число ліній (у межі – одна), підвищення пропускної здатності ліній зв'язку обходиться дешевше. Може, хто-небудь ще пам'ятає інтерфейс каналу ЄС EOM (два пучки коаксіальних кабелів товщиною як рука) і бачив кабель USB – ці інтерфейси (паралельний і послідовний) мають приблизно однакову пропускну здатність.

Для інтерфейсу, що з'єднує (фізично або логічно) два пристрої, розрізняють три можливих режими **обміну: дуплексний, напівдуплексний і симплексний. Дуплексний режим** дозволяє по одному каналу зв'язку одночасно передавати інформацію в обох напрямках. Він може бути асиметричним, якщо пропускна здатність у напрямках "вперед" і "назад" має істотні значення, що розрізняються, або симетричні. **Напівдуплексний режим** дозволяє передавати інформацію "туди" і "назад" по черзі, при цьому інтерфейс має засоби перемикання напрямку каналу. **Симплексний (однобічний) режим** передбачає тільки один напрямок передачі інформації (у зустрічному напрямку передаються тільки допоміжні сигнали інтерфейсу).

Іншим немаловажним параметром інтерфейсу є **припустиме видалення пристроїв, що з'єднуються**. Воно обмежується як частотними властивостями кабелів, так і перешкодозахищеністю інтерфейсів. Частина перешкод виникає від сусідніх ліній інтерфейсу – це перехресні перешкоди, захистом від яких може бути застосування кручених пар проводів для кожної лінії. Інша частина перешкод викликається перекручуванням рівнів сигналів.

З появою шин USB і FireWire як характеристика інтерфейсу стала фігурувати й **топология з'єднання**. Для інтерфейсів RS-232C і **Сен-бронікс** практично завжди застосовувалася **двоточкова топология РС** –

пристрій (або PC – PC). Виключеннями із цього правила є різні пристрої безпеки й захисту даних {*Security devices*}, які підключаються до COM- або LPT-Портів, але мають рознімання для підключення зовнішнього пристрою. Але оскільки ці пристрої для традиційної периферії прозорі, можна вважати, що вони не порушують загального правила. Аналогічна справа й з адаптерами локальних мереж (наприклад, Paraport) і зовнішніх дискових накопичувачів (Iomega Zip), що підключаються до LPT-Портів. Хоча розроблювальні стандарти для паралельного порту (IEEE 1284.3) і передбачають з'єднання пристроїв у ланцюжок {*Daisy Chain*} або через мультиплектори, широкого поширення такі способи підключення поки не одержали. До іншого класу виключень відноситься побудова моноканала на Com-Портах, що кілька років назад застосовувалося в "аматорських" локальних мережах, але було витиснуто істотно більш ефективною технологією, що подешевіла, Ethernet. Інтерфейсні шини USB і FireWire реалізують **деревоподібну топологію**, у якій зовнішні пристрої можуть бути як кінцевими, так і проміжними (розгалужувачами). Ця топологія дозволяє підключати безліч пристроїв до одного порту USB або FireWire.

Важливою властивістю інтерфейсу, на яку часто не звертають уваги, є **гальванічна розв'язка**, а точніше її відсутність. "Схемні землі" пристроїв, що з'єднуються інтерфейсом із COM- або LPT-Портом PC, виявляються зв'язаними зі схемною землею комп'ютера (а через інтерфейсний кабель і між собою). Якщо між ними до підключення інтерфейсу була різниця потенціалів, то по загальному проведенню інтерфейсу потече струм, що зрівнює, що погано за цілим рядом причин. Спадання напруги на загальному проведенні, викликане протіканням цього струму, приводить до зсуву рівнів сигналів, а протікання змінного струму приводить до додавання корисного сигналу зі змінної складової перешкоди. До цих перешкод особливо чутливі Ттл-Інтерфейси; у той же час в RS-232C зсув і перешкоди в межах 2 У поглине зона нечутливості. У випадку обриву загального проведення або поганого контакту, а набагато частіше – при підключенні й відключенні інтерфейсів без вимикання живлення пристроїв різниця потенціалів прикладається до сигнальних ланцюгів, а протікання струмів, що зрівнюють, через них часто приводить до піротехнічних ефектів. Звідки береться ця різниця потенціалів, пояснити неважко. З розглянутих інтерфейсів гальванічну розв'язку пристроїв забезпечують тільки MIDI (однобічну з напругою ізоляції до 100 У) і шина FireWire (повну з напругою ізоляції до 500 У).

2. Шини розширення ПК

Вищенаведені міркування відносилися в основному до *зовнішніх* інтерфейсів – з'єднуючі окремі пристрої, вилучені один від одного на помітну відстань. Але інтерес представляють і *внутрішні* інтерфейси, призначені для швидкого зв'язку на короткі відстані. Стандартизовані **шини розширення вводу-виводу** забезпечують розширюваність РС, що ніколи не замикався на виконанні суто обчислювальних завдань. Ці шини надають більш широкі можливості для взаємодії процесора з апаратурою, не сковані твердими обмеженнями зовнішніх інтерфейсів. Шини розширення вводу-виводу *реалізуються* у вигляді слотів (щілинних рознімачів) на системній платі комп'ютера.

Шини розширення (Expansion Bus) призначені для підключення різних адаптерів ПУ. Інтерфейси шин розширення РС ведуть історію з 8-бітної шини *ISA*. Її відкритість забезпечила появу широкого спектра плат розширень, що дозволили використовувати РС у різних сферах. З появою AT-286 шина була розширена по розрядності й можливостях. Шина *EISA* була покликана зробити обмін ще більш продуктивним і надійним. Вона містила прогресивні ідеї автоматизації конфігурування (прототип РnP), дозволяючи встановлювати й **ISA-Адаптери**. Шина **MCA**, запропонована IBM, не була підтримана виробниками РС, тому що її специфікація була закритою. З появою процесора 486 народилася високошвидкісна локальна шина **VLB**. Однак вона була доповненням до слоту шини ISA/EISA і використовувалася в основному лише для графічних карт і дискових контролерів. Принципова прив'язка до шини процесора 486 не забезпечила їй довголіття. Сучасна швидкісна шина **PCI** є стандартною для комп'ютерів із процесорами x86 всіх поколінь старше четвертого, вона використовується в Power PC і інших платформах. Розвитком шини PCI, націленим на подальше прискорення обміну, з'явився **порт AGP**, призначений для підключення графічних адаптерів. Для блокнотних комп'ютерів, що спочатку мали закриту архітектуру, потреба в підключенні периферії привела до появи стандартизованої шини **PCMCIA**, згодом перейменованої в *PC Card*.

Шини розширення системного рівня дозволяють адаптерам максимально використовувати системні ресурси РС: простору пам'яті й вводу-виводу, переривання, канали прямого доступу до пам'яті. Як наслідок, виготовлювачам модулів розширення доводиться точно додержуватися протоколів шини, витримуючи тверді частотні й навантажувальні пара-

метри, а також тимчасові діаграми. Відхилення приводять до несумісності з деякими системними платами. Якщо при підключенні до зовнішніх інтерфейсів це приведе до непрацездатності тільки самого пристрою, то некоректне підключення до системної шини може блокувати роботу всього комп'ютера. Варто також урахувувати обмеженість ресурсів РС. Найбільш дефіцитні з них – лінії запитів переривань (канали прямого доступу можна замінити на активне керування шиною PCI). Проблеми розподілу ресурсів на шинах вирішуються по-різному, але найчастіше застосовується технологія Pпр.

Шини розширення конструктивно оформляються у вигляді щілинних рознімачів (слотів) на системній платі для установки плат адаптерів. Уніфікація системних плат, корпусів і плат розширення забезпечується:

- стандартизацією розмірів, кількості контактів і електричного інтерфейсу слотів шин розширення;

- фіксованою відстанню від слота до заднього краю плати;

- фіксованим кроком між сусідніми слотами, а також їхньою прив'язкою до кріпильних точок і рознімання клавіатури;

- визначенням максимальних габаритів (довжини й висоти) карт розширення;

- визначенням геометрії нижнього краю плати розширення, форми й розміру фіксуючої дужки.

Типи слотів легко визначити візуально. Реально на системних платах перебуває не більш двох-трьох типів слотів. Розповсюджені сполучення: ISA+PCI, ISA+VLB, EISA+PCI, EISA+VLB. Фірмою ASUSTek застосовується слот "Media BUS", що доповнює слот PCI сигналами шини ISA.

В адаптерів для шини PCI, на відміну від ISA/EISA і VLB, компоненти розташовані на лівій стороні друкованої плати. Для економії місця на системній платі використовують так званий *поділюваний слот* (Shared Slot). Насправді це поділюване вікно на задній стінці корпусу, що може використовуватися або картою ISA, або картою PCI. Таким чином, максимальна сумарна кількість доступних слотів виявляється на одиницю меншою ніж видима кількість.

Для *низькопрофільних корпусів* системні плати мають усього один слот розширення, у який установлюється спеціальна плата-перехідник *Riser Card*. Цей перехідник специфічний для моделі системної плати (корпусу), оскільки на його крайове рознімання заводяться лінії декількох

системних шин. Якщо Riser Card має слоти тільки шини ISA, він звичайно вставляється в стандартний слот ISA-16. З погляду зменшення наведень і паразитних ємностей краще використовувати спеціальні плати з одним розніманням, щоб не перевантажувати шину невикористовуваними провідниками й розніманнями.

Шини розширення допускають конфігурування, що припускає в основному настроювання їхніх тимчасових параметрів:

Для шини VLB застосовується перемичка, що управляє дільником частоти сигналу синхронізації залежно від того, чи перевищує системна частота 33,3 МГц.

Для шини PCI частота синхронізації визначається частотою системної шини процесора. Крім того, режими можуть визначатися в BIOS Setup.

Для шини ISA крім частоти (яка повинна бути порядку 8 МГц) задають час відновлення для 8- і 16-бітних звертань до пам'яті й вводу-виводу. Нестійка робота адаптерів може зажадати вповільнення шини ISA. Зниження її продуктивності не відбивається на загальній продуктивності сучасних комп'ютерів.

Іноді для шин ISA і PCI опціями BIOS Setup доводиться розподіляти системні ресурси (лінії запитів переривань).

До шин розширення відносяться:

ISA-8 і ISA-16 – традиційні універсальні слоти підключення периферійних адаптерів, що не вимагають високих швидкостей обміну (раніше ISA була єдиною шиною розширення).

EISA – дорога (за вартістю й системною платою, і плат розширення) 32-бітна шина середньої продуктивності, що застосовується в основному для підключення контролерів дисків і адаптерів локальних мереж у серверах. У цей час витісняється шиною PCI, хоча й застосовується в серверах, де необхідно встановити безліч плат розширення (системну плату, у якій слотів PCI більш, ніж 4, знайти досить важко, а для шини EISA 6 – 8 слотів – явище звичайне).

MCA – шина комп'ютерів PS/2, дотепер застосовувана й у деяких серверах. Продуктивність – середня. Адаптери для шини MCA не одержали широкого поширення.

VLB – швидкодіюча 32- або 64-бітна локальна шина процесора, що застосовувалася в середньому поколінні системних плат для процесора 486. Використовується для підключення контролерів дисків, графічних

адаптерів і контролерів локальних мереж у парі зі слотом ISA/EISA. Із процесорами наступних поколінь не застосовується.

PCI – найпоширеніша високопродуктивна 32/64-бітна шина, застосовувана в комп'ютерах на процесорах 486 і старше, а також на "не інтеловських" платформах. Використовується для підключення адаптерів дисків, контролерів SCSI, графічних, комунікаційних і інших адаптерів. На системній платі найчастіше встановлюють 3 або 4 слоти PCI.

AGP – магістральний інтерфейс підключення інтелектуальних графічних адаптерів, застосовуваний у нових системних платах для процесорів шостого покоління.

PC Card, він же PCMCIA – слот розширення блокнотних комп'ютерів, що у принципі може бути присутнім і в комп'ютерах настільного виконання (зустрічати на практиці не доводилось).

Призначений для підключення периферії до блокнотних РС. За універсальність і продуктивність внутрішніх шин розширення доводиться розплачуватися більш мудрою реалізацією інтерфейсних схем і складнощами при забезпеченні сумісності з іншим установленим у комп'ютер устаткуванням. Тут помилки можуть приводити до втрати (добре, якщо тимчасової) працездатності комп'ютера.

Недарма серйозні виробники комп'ютерів гарантують працездатність своїх виробів тільки при установці сертифікованих (ними або незалежними лабораторіями) карт розширення. При використанні зовнішніх інтерфейсів неприємності у випадку помилок найчастіше мають відношення тільки до пристрою, що підключається.

Своєрідне положення займає шина SCSI – інтерфейсна шина системного рівня, призначена для підключення широкого спектра ПУ, що вимагають високої швидкості обміну даними. Конструктивно ця шина реалізується стрічковим кабелем-шлейфом, що з'єднує внутрішні й зовнішні пристрої з хост-адаптером комп'ютера. За функціональними можливостями і продуктивністю за цією шиною "женеться" схожа по конструкції шина ATA, що зі спеціалізованого інтерфейсу дискових накопичувачів виросла до цілком універсального інтерфейсу ATAPI, логічно родинного SCSI. Однак, на відміну від SCSI, ATA конструктивно є суто внутрішньою, а за функціональними можливостями (кількістю пристроїв, що підключаються, забезпеченням многозадачності) шину SCSI їй, схоже, не наздогнати.

1.3.3. Конфігурація комп'ютера за допомогою базової системи завантаження (BIOS)

Усього архітектура персонального комп'ютера підтримує 16 апаратних переривань: IRQ0 – IRQ15. Ряд цих переривань зарезервовані за системними пристроями, а деякі вільні для використання додатковими адаптерами. Давайте розглянемо, які ж переривання зафіксовані за певними пристроями:

IRQ0 – системний таймер;

IRQ1 – клавіатура;

IRQ2 – використовує для своїх потреб сам контролер переривань;

IRQ3 – звичайно використовується COM2;

IRQ4 – звичайно використовується COM1;

IRQ5 – звичайно вільний, найчастіше використовується аудіоплатою;

IRQ6 – використовується контролером дисководу;

IRQ7 – звичайно використовується портом принтера LPT1;

IRQ8 – використовується годинниками реального часу;

IRQ9 – каскадом пов'язане з IRQ2, використовується самим контролером переривань;

IRQ10 – звичайно вільний;

IRQ11 – звичайно вільний;

IRQ12 – використовується мишею в порту PS/2;

IRQ13 – використовується математичним співпроцесором;

IRQ14 – використовується першим каналом IDE0;

IRQ15 – використовується другим каналом IDE1;

Як видно з вищенаведеного, вільних переривань у системі всього 3: irq 5,10 і 11. А пристроїв, що вимагають переривання, багато: відеоплата, контролер USB, аудіоплата, мережна плата, різні плати розширення. Але, згадаємо, PCI пристрої можуть спільно використовувати одне переривання, хоча й не будь-яке, навіть PCI пристрій буде "дружити" з іншим. Виникає проблема розподілу переривань. Однак потрібно помітити, що така проблема виникає тільки у випадку, коли в комп'ютері багато плат розширення: відео, аудіо й USB цілком задовольняються трьома вільними перериваннями. Що ж робити, якщо пристроїв багато, а переривань не вистачає?

Розділ BIOS FEATURES SETUP

PS/2 Mouse Function Control (керування функціями порту миші PS/2) – дозвіл цього параметра віддає IRQ12 тільки для порту миші PS/2. У противному випадку, при відсутності підключеної до комп'ютера миші з інтерфейсом PS/2, IRQ12 вільно для інших пристроїв. Рекомендується встановлювати значення Auto. Може приймати значення:

Enabled – дозволено й IRQ12 зайнято.

Auto – BIOS визначає присутність або відсутність PS/2 миші.

64MB OS/2 Onboard Memory > 64MB (вибір значення для OS/2, якщо пам'яті більш, ніж 64 Mb) – вимагає дозволу при виконанні двох умов – у комп'ютері встановлено більш, ніж 64 Mb пам'яті й використовується OS/2 як операційна система. Справа в тому, що операційна система IBM OS/2 вимагає для нормального функціонування при обсязі пам'яті більш 64Mb цього спеціального настроювання. Через те, що в більшості у користувачів не встановлена ця операційна система, то й значення звичайно повинне стояти Disable. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

PCI/VGA Palette Snoop (коректування палітри VGA відеокарти на PCI) – параметр варто дозволяти тільки в тому випадку, якщо на екрані некоректно відображаються кольори. Як правило, цей ефект може виникати при використанні стародавніх відеоплат і нестандартних пристроїв, що працюють разом з відеоплатою. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

Video ROM BIOS Shadow (відео BIOS на згадку) – дозвіл цього параметра приводить до переносу відео BIOS із ПЗП (постійного запам'ятовувального пристрою) на відеокарті в основну пам'ять комп'ютера, що значно прискорює роботу з відео BIOS (це необхідно й видно в DOS). Прискорення пояснюється як тим, що звертання до ПЗП набагато повільніше, ніж до ОЗП, так і тим, що звертання до ПЗП, як правило, виконується в 8-розрядним способом, а до ОЗП – 64-х розрядних. З огляду на те, що сучасні операційні системи практично не користуються BIOS'ом відеоплати, то й параметр практичної цінності сьогодні не має. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

Floppy Disk Access Control (R/W) (керування читанням/записом на гнучкий диск) – дозвіл цього параметра дозволяє записувати інформацію на дискету, у противному випадку дискету можна тільки читати. Параметр варто використовувати для захисту від несанкціонованого копіювання даних з комп'ютера. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

Report No FDD For WIN 95 (повідомлення про відсутність накопичувача на гнучких дисках для Windows 95). Справа в тому, що навіть у тому випадку, коли у вас у комп'ютері немає дисководу, Windows 95 однаково бачить і намагається звертатися до деякого пристрою "А: змінний диск", що не відповідає на запити системи й сильно сповільнює роботу з комп'ютером. Параметр використовується, як правило, у комп'ютерах без флоппі-дисководу. При виборі Yes і одночасному виборі Disable у параметрі Onboard FDC Controller (про цей параметр мова йтиме далі), Windows 95 звільнить IRQ 6, займане контролером флоппі-дисководу, для використання іншими пристроями. Може приймати значення:

Yes – звільнити IRQ 6;

No – не звільняти (незалежно від того, є чи флоппі-дисковід чи ні).

Delay IDE Initial (затримка ініціалізації IDE пристрою) – у даному параметрі встановлюється значення часу (у секундах), у пліні якого IDE пристрій не буде допитується BIOS'ом після включення живлення або скидання. Це необхідно для того, щоб жорсткий диск міг встигнути розкрутитися й ініціалізуватися. Ненульове значення параметра рекомендується встановлювати тільки у випадку застосування яких-небудь старих жорстких дисків або приводів CD-ROM. Параметр приймає значення в діапазоні від 0 до 30 сек., залежно від виробника материнської плати.

Розділ CHIPSET FEATURES SETUP

DRAM RAS# Precharge Time (час попереднього заряду по RAS) Ця функція дозволяє визначити кількість тактів системної шини для формування сигналу RAS. Зменшення цього значення збільшує швидкодію, але надмірне для конкретної пам'яті зменшення може привести до збоїв. Приймає значення:

3

4

DRAM R/W Leadoff Timing (число тактів при підготовці виконання операції читання/запису) – визначає число тактів на шині до виконання будь-яких операцій з DRAM. Знову таки, ніж менше, тим швидше, але може страждати стабільність. Параметр може приймати значення:

8/7 – вісім тактів для читання й сім тактів для запису;

7/5 – сім тактів для читання й п'ять тактів для запису.

DRAM RAS to CAS Delay (затримка між RAS і CAS) – Під час доступу до пам'яті звертання до стовпців і рядків виконуються окремо один від одного. Цей параметр і визначає відставання одного сигналу від іншого. Параметр може приймати значення:

3 – три такти затримки;

2 – два такти затримки.

Зменшення значення збільшує швидкодію, але може принести шкоду стабільності.

DRAM Read Burst Timing (час пакетного читання пам'яті) – Запит на читання й запис генерується процесором у чотири роздільні фази. У першій фазі ініціюється звертання до конкретної області пам'яті, а в що залишилися відбувається властиво читання даних. Параметр може приймати значення:

x2222 – два такти затримки;

x3333 – три такти затримки;

x4444 – чотири такти затримки.

Зменшення сумарної кількості тактів збільшує швидкодію.

Speculative Leadoff (випереджальна видача сигналу читання) – дозвіл цього параметра дозволяє видавати сигнал читання набагато раніше, ніж адреса буде декодована. Цей прийом знижує загальні витрати часу на операцію читання. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

Turn-Around Insertion (затримка між циклами) – Якщо цей параметр дозволений (Enabled), то між двома послідовними циклами звертання до пам'яті включається один додатковий такт. Дозвіл зменшує швидкодію, але збільшує вірогідність при операціях читання/запису. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

Data Integrity (PAR/ECC) (цілісність даних) – дозволяє/забороняє контроль пам'яті на помилки. Вид контролю встановлюється параметром DRAM ECC/PARITY Select. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

DRAM ECC/PARITY Select (режим корекції помилок/перевірка за парністю) – Параметр з'являється тільки в тих материнських платах, у яких chipset підтримує ECC і тільки в тому випадку, якщо встановлені модулі пам'яті із щирою парністю. Може приймати значення:

Parity – у випадку виникнення помилки на монітор видається повідомлення про збій по парності в пам'яті й робота комп'ютера зупиняється;

ECC – Error Control Correction – у випадку виникнення одиночної помилки вона виправляється й робота триває. Якщо має місце не одиночна помилка, то робота комп'ютера також припиняється. Варто тільки врахувати, що за даними Intel, швидкість обміну з пам'яттю при включенні цього режиму зменшується приблизно на 3 %.

Fast RAS# to CAS# Delay (інтервал між RAS і CAS) – При регенерації пам'яті рядка й стовпці адресуються окремо, тому цей параметр установлює інтервал між сигналами RAS і CAS.

SDRAM Configuration (Конфігурація SDRAM) – параметром визначається, чи належна програма BIOS сама визначати тимчасові характеристики доступу до пам'яті на підставі інформації із блоку SPD (невелика область пам'яті на модулі DIMM, де зберігаються необхідні для модуля параметри роботи) або дозволити це зробити користувачеві. Може приймати значення:

By SPD – параметри доступу встановлюються по SPD;

7 ns (143 Mhz) – параметри доступу встановлюються BIOS як для пам'яті із часом доступу 7 ns і частотою шини 143 MHz;

8 ns (125 Mhz) – параметри доступу встановлюються BIOS як для пам'яті із часом доступу 8 ns і частотою шини 125 MHz;

Disabled – установлюються користувачем.

SDRAM RAS Precharge Time (Синхронна пам'ять – час попереднього заряду) – параметр дозволяє визначати швидке або повільне нагромадження заряду по RAS до початку циклу регенерації пам'яті. Установка значення Fast збільшує швидкодію, але Slow підвищує ста-

більність роботи комп'ютера, тому значення Fast варто встановлювати у випадку впевненості як пам'ять. Може приймати значення:

Fast – швидко;

Slow – повільно.

SDRAM (CAS Lat/ RAS-to-CAS) (Синхронна пам'ять – затримка CAS/Від RAS до CAS) – цей параметр дозволяє комбінувати між тривалістю сигналу CAS і затримкою між сигналами RAS і CAS. Значення цього параметра залежить від характеристик SDRAM, застосованої в материнській платі, змінювати цей параметр варто вкрай обережно – ніж менше тактів, тим вище швидкодія, але може страждати стабільність. Може приймати значення:

2/2

3/3

SDRAM CAS to RAS Delay (затримка між CAS і RAS) – параметр визначає значення затримки після видачі сигналу RAS до появи сигналу CAS для синхронної пам'яті. Ніж менше це значення, тим швидше доступ до пам'яті. Проте змінювати його треба обережно. Параметр може приймати значення:

3 – три такти затримки

2 – два такти затримки

SDRAM CAS# Latency (затримка CAS для SDRAM) – Установлює значення затримки видачі сигналу CAS для SDRAM. Менше значення збільшує продуктивність системи. Може приймати значення:

2T

3T

DRAM Idle Timer (Таймер пасивного стану пам'яті) – цим параметром установлюється час (у тактах) до закриття всіх відкритих сторінок пам'яті. Впливає як на EDO, так і на SDRAM пам'ять. Може приймати значення 0, 2, 4, 8, 10, 12, 16, 32.

Snoop Ahead (Передбачення) – дозвіл цього параметра дозволяє потоковий обмін даними між PCI і пам'яттю. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено **Host Bus Fast Data Ready** (Швидка готовність даних на шині) – дозвіл цього параметра дозволить знімати дані із шини одночасно з їхньою вибіркою. У протилежному випадку дані будуть утримуватися на шині один додатковий такт. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

Refresh RAS# Assertion (завдання RAS для регенерації) – Цим параметром установлюється кількість тактів (тобто тривалість RAS) для циклу регенерації. Прийняті значення визначаються якістю пам'яті й набором мікросхем (chipset). Менше значення збільшує продуктивність.

Memory Wait State (такти очікування до читання пам'яті) – параметр дозволяє встановити або зняти додатковий такт очікування до початку читання пам'яті. Для пам'яті типу EDO один такт завжди є за замовчуванням і установкою значення Slow додає ще один такт очікування. Для SDRAM немає такту очікування за замовчуванням і установкою Slow один такт вводу. Може приймати значення:

Slow – додається один такт;

Fast – немає додаткового такту очікування.

SDRAM Speculative Read (SDRAM випереджальне читання) – дозвіл цього параметра дозволяє видавати сигнал читання небагато раніше, ніж адреса буде декодована. Цей прийом знижує загальні витрати часу на операцію читання. Інакше кажучи, процесор буде ініціювати сигнал читання одночасно з генерацією тієї адреси, де перебувають необхідні дані. Сигнал читання сприймається контролером DRAM і, якщо параметр SDRAM Speculative Read дозволений, то контролер видасть сигнал читання до завершення декодування адреси. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

Spread Spectrum Modulated (Спред модульованого спектра) – дозвіл цього параметра дозволяє зменшити електромагнітне випромінювання від комп'ютера за рахунок зменшення значення викидів сигналу тактового генератора. Зменшення може досягати 6 %. Варто помітити, що це може негативно відбитися на роботі чутливих до форми сигналу пристроїв, тому параметр рекомендується дозволяти тільки при випробуваннях комп'ютерів на електромагнітну сумісність. Однак на практиці дозвіл цього параметра може підвищити стабільність системи при розгоні (втім, може й понизити :)). Але проте іноді треба спробувати. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

Graphics Aperture Size (розмір графічної апертури для AGP) – у цьому параметрі вказується максимальний розмір області пам'яті для

використання відеокартою з інтерфейсом AGP. Значення за замовчуванням, установлене по включенню живлення або скидання, 4 MB. Після ініціалізації BIOS'ом приймає значення, обране виробником материнської плати (як правило, 64 MB). Дозволений ряд значень графічної апертури 4 MB, 8 MB, 16 MB, 32 MB, 64 MB, 128 MB і 256 MB.

PCI 2.1 Support (підтримка специфікації шини PCI 2.1) – при дозволі цього параметра підтримуються можливості специфікації 2,1 шини PCI. Специфікація 2,1 має дві основних відмінності від 2,0 – максимальна тактова частота шини збільшена до 66 MHz (спеціальна реалізація, не застосовувана в побутових материнських платах) і вводиться механізм мосту PCI – PCI, що дозволяє зняти обмеження специфікації 2,0, відповідно до якої допускається установка не більш 4-х пристроїв на шині PCI. Забороняти цей параметр має сенс тільки при виникненні проблем після установки PCI плати (як правило, вони виникають тільки з досить старими платами). Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

8 Bit I/O Recovery Time (час відновлення для 8-розрядних пристроїв) – Параметр вимірюється в тактах процесора, і визначає, яку затримку система буде встановлювати після видачі запиту на читання/запис пристрою вводу-виводу. Ця затримка необхідна, тому що цикл читання/запису для пристроїв вводу-виводу істотно довше, ніж для пам'яті. Крім цього 8-розрядні пристрої вводу-виводу самі по собі, як правило, повільніше 16-розрядних пристроїв вводу-виводу. Значення цього параметра за замовчуванням 1 і його варто збільшувати тільки у випадку установки в комп'ютер якого-небудь повільного 8-розрядного пристрою. Може приймати значення від 1 до 8 тактів.

16 Bit I/O Recovery Time (час відновлення для 16-розрядних пристроїв) – Параметр вимірюється в тактах процесора, і визначає, яку затримку система буде встановлювати після видачі запиту на читання/запис пристрою вводу-виводу. Ця затримка необхідна, тому що цикл читання/запису для пристроїв вводу-виводу істотно довше, ніж для пам'яті. Значення цього параметра за замовчуванням 1 і його варто збільшувати тільки у випадку установки в комп'ютер якого-небудь повільного 16-розрядного пристрою. Може приймати значення від 1 до 4 тактів.

Memory Hole At 15 M-16M ("дірка" у пам'яті усередині 15-го мегабайта пам'яті) – Дозвіл цього параметра приводить до того, що в пам'яті утвориться "дірка" між 15-им і 16-им Мегабайтом. Необхідно для дуже старих плат розширення, які користувалися цими адресами пам'яті для своїх цілей не знаючи, що коли-небудь у комп'ютері може бути ТАК багато пам'яті :). Дозволяти цей параметр треба в тому випадку, якщо це потрібно в документації на встановлену в даному комп'ютері плату. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

Peer Concurrancy (паралельна робота) – Цей параметр дозволяє або забороняє одночасну роботу декількох пристроїв на шині PCI. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

PCI Delayed Transaction (затримана транзакція на PCI) – Присутність цього параметра означає, що на материнській платі є убудований 32-бітний буфер для підтримки подовженого циклу обміну на PCI. Якщо цей параметр дозволений, то доступ до шини PCI дозволений під час доступу до 8-розрядних пристроїв на шині ISA. Це істотно збільшує продуктивність, тому що цикл такого обігу на ISA займає 50-60 тактів шини PCI. При установці в комп'ютер плати, що не підтримує специфікації PCI 2.1, цей параметр варто заборонити. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

Parallel Port Mode (ECP+EPP) (режим роботи паралельного порту) – параметр дозволяє задати режими роботи паралельного порту. Варто враховувати, що швидкість обміну для деяких пристроїв може бути істотно збільшена при правильній установці режиму роботи порту принтера, наприклад, для зовнішніх пристроїв зберігання інформації типу Iomega ZIP Drive LPT. Може приймати значення:

Normal – звичайний інтерфейс принтера, також називається SPP;

ECP – порт із розширеними можливостями;

EPP – розширений принтерний порт;

ECP + EPP) – можна використовувати обидва режими.

ECP DMA Select (вибір каналу DMA для режиму ECP) – параметр з'являється тільки при дозволі режиму ECP або ECP+EPP в Parallel Port Mode (ECP+EPP). Для нормальної підтримки режиму ECP потрібно задіяти канал DMA, що вибирається з каналів 1 або 3. Може приймати значення:

1 – канал 1;

3 – канал 3;

Disabled – заборонено використовувати DMA.

Onboard PCI IDE Enable (дозвіл роботи інтегрованого контролера IDE) – Цей параметр управляє дозволом/заборонаю роботи кожного із двох каналів контролера IDE, встановленого на материнській платі. Може приймати значення:

Primary – дозволена робота тільки першого каналу;

Secondary – дозволена робота тільки другого каналу;

Both – дозволена робота обох каналів;

Disable – заборонена робота обох каналів.

Onboard FDC Controller (дозвіл роботи контролера накопичувача на гнучких дисках) – Цей параметр управляє дозволом/заборонаю роботи контролера накопичувача на гнучких дисках, встановленого на материнській платі. Може приймати значення:

Enable – контролер дозволений;

Disable – контролер заборонений.

Вибір режиму роботи кожного диска – Ці чотири параметри дозволяють встановлювати режими роботи кожного диска індивідуально або дозволити BIOS автоматичну установку найбільш високошвидкісного режиму для диска. Для кожного диска припустимі параметри однакові. Наприклад, для IDE 0 Master Mode припустимі значення: 0, 1, 2, 3, 4 і AUTO. Параметр UDMA може мати значення Auto або Disable.

Розділ Pn/PCI Configuration Setup

Resources Controlled By (як управляються ресурси) – якщо обрано AUTO, то BIOS сам автоматично призначить переривання й канали DMA всім пристроям, підключених до шини PCI і ці параметри не будуть з'являтися на екрані. У протилежному випадку всі ці параметри варто встановити вручну. У деяких варіантах BIOS цей параметр може встановлюватися індивідуально для кожного PCI слота й виглядати так: Slot 1 IRQ, Slot 2 IRQ і т. п.

Reset Configuration Data (скидання конфігураційних даних) – Рекомендується встановлювати його в Disabled. При установці Enabled BIOS

буде очищати область Extended System Configuration Data (Позширені дані про конфігурацію системи – ESCD), у якій зберігаються дані про конфігурування BIOS'ом системи, тому можливі апаратні конфлікти в "кинутих" у такий спосіб напризволяще пристроїв.

IRQ n Assigned to (переривання з номером n призначене на...) – Кожному перериванню системи може бути призначений один із наступних типів пристроїв:

Legacy ISA (класичні ISA карти) – звичайні карти для ISA, такі, як модеми або звукові карти без підтримки Plug&Play. Ці карти вимагають призначення переривань відповідно до документації на них.

PCI/ISA Pn (пристрої для шини PCI або пристрої для шини ISA з підтримкою Plug&Play) – цей параметр встановлюється тільки для пристроїв на шині PCI або ISA карт із підтримкою Plug&Play.

DMA n Assigned to (канал DMA з номером n призначений на...) – Кожному каналу DMA системи може бути призначений один із наступних типів пристроїв:

Legacy ISA (класичні ISA карти) – Звичайні карти для ISA, такі, як модеми або звукові карти без підтримки Plug&Play. Ці карти вимагають призначення каналів DMA відповідно до документації на них.

PCI/ISA Pn (пристрої для шини PCI або пристрої для шини ISA з підтримкою Plug&Play) – цей параметр встановлюється тільки для пристроїв на шині PCI або ISA карт із підтримкою Plug&Play.

PCI IDE IRQ Map to (переривання контролера IDE на PCI відображаються на...) – дозволяє звільнити переривання, займані контролером IDE на шині PCI у випадку його відсутності (або заборони) на материнській платі й віддати їхнім пристроям на шині ISA. Стандартні переривання для ISA – IRQ 14 для першого каналу й IRQ 15 для другого каналу. Може приймати значення:

PCI IDE IRQ mapping (використовується для PCI IDE);

PC AT (ISA) (використовується для ISA).

PCI Slot IDE 2nd Channel (2-ий канал контролера PCI IDE) – дозволяє або забороняє 2-ий канал контролера IDE. Заборона параметра використовується для звільнення переривання, зайнятого 2-им каналом у тому випадку, якщо до другого каналу нічого не підключено. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

PCI Latency Timer (таймер затримки на PCI) – Установлює максимальний час (у тактах частоти шини), у пліні якого пристрій на шині PCI може втримувати шину в тому випадку, якщо інший пристрій вимагає доступу до шини. Припустимий діапазон зміни цього параметра – від 16 до 128 із кроком, кратним 8. Значення параметра варто змінювати обережно, тому що воно залежить від конкретної реалізації материнської плати, краще не змінювати зовсім.

USB IRQ (переривання шини USB) – параметр дозволяє або забороняє призначення переривання для контролера шини USB. Оскільки в комп'ютері часто не вистачає переривань, дозволяти цей параметр треба тільки за наявності пристрою на шині USB у системі. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

VGA BIOS Sequence (послідовність завантаження BIOS відеокарт) – визначає, BIOS якої відеокарти буде завантажуватися першим, AGP відеокарта або PCI. Установлювати значення цього параметра має сенс тільки у випадку установки в комп'ютері декількох відеокарт. Може приймати значення:

PCI/AGP – спочатку BIOS PCI відеокарти, потім AGP;

AGP/PCI – спочатку BIOS AGP відеокарти, потім PCI.

USB Keyboard Support Via (підтримка USB клавіатури через ...) – параметр дозволяє встановити, на кого покладає підтримка USB клавіатури – на BIOS або операційну систему. Оскільки не всі операційні системи підтримують USB, рекомендується залишати значення BIOS. Може приймати значення:

OS – підтримка через операційну систему;

BIOS – підтримка через BIOS.

Video Off Option (у якому режимі виключати монітор) – дозволяє встановлювати, на якій стадії "засипання" комп'ютера переводити монітор у режим зниженого енергоспоживання. Може приймати значення:

Susp, Stby -> Off (вимикання в режимі Suspend і Standby) – монітор перейде в режим зниженого енергоспоживання при настанні або режиму Suspend, або Standby.

All modes -> Off (вимикання у всіх режимах) – монітор буде переведений у режим зниженого енергоспоживання в будь-якому режимі.

Always On (завжди включений) – монітор ніколи не буде переведений у режим зниженого енергоспоживання

Suspend -> Off (вимикання в режимі Suspend) – монітор перейде в режим зниженого енергоспоживання при настанні режиму Suspend.

Video Off Method (способи вимикання монітора) – установлюється спосіб переходу монітора в режим зниженого енергоспоживання. Може приймати значення:

DPMS OFF – зниження енергоспоживання монітора до мінімуму

DPMS Reduce ON – монітор включений і може використовуватися

DPMS Standby – монітор у режимі надмалого енергоспоживання

DPMS Suspend – монітор у режимі зверхмалого енергоспоживання

Blank Screen – екран порожній, але монітор споживає повну потужність

V/H SYNC+Blank – знімаються сигнали розгорнень – монітор переходить у режим найменшого енергоспоживання. **Suspend Switch** (перемикач режиму Suspend) – параметр дозволяє або забороняє перехід у режим suspend (тимчасової зупинки) за допомогою кнопки на системному блоці. Для цього необхідно з'єднати джампер SMI на материнській платі із кнопкою на лицьовій панелі. Як правило, для цього використовується або спеціальна кнопка Sleep, або кнопка Turbo. Режим suspend є режимом максимального зниження енергоспоживання комп'ютером. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

Doze Speed (частота процесора в режимі Doze) – визначає коефіцієнт розподілу тактової частоти в режимі Doze (засипання).

Stby Speed (частота процесора в режимі Standby) – визначає коефіцієнт розподілу тактової частоти в режимі Standby (очікування роботи). PM Timers – у цій секції встановлюються часи переходу в різні стадії зниження енергоспоживання.

HDD Power Down (вимикання жорсткого диска) – установлює або час, через який при відсутності обігу жорсткий диск буде виключений, або забороняє таке вимикання взагалі. Автори УКРАЙ рекомендують НЕ використовувати таку можливість НІКОЛИ. Може приймати значення:

Від 1 до 15 хвилин;

Disabled – заборонено.

Doze Mode (режим засипання) – установлює час переходу або забороняє перехід у першу стадію зниження енергоспоживання. Може приймати значення:

30 Sec, 1 Min, 2 Min, 4 min, 8 Min, 20 Min, 30 Min, 40 Min, 1 Hour – час переходу (Sec – секунди, Min – мінути, Hour – година);

Disabled – заборонено.

Standby Mode (режим очікування роботи) – установлює час переходу або забороняє перехід у другу стадію зниження енергоспоживання. Може приймати значення:

30 Sec, 1 Min, 2 Min, 4 min, 8 Min, 20 Min, 30 Min, 40 Min, 1 Hour – час переходу (Sec – секунди, Min – мінути, Hour – година);

Disabled – заборонено.

Suspend Mode (режим тимчасової зупинки) – установлює час переходу або забороняє перехід у третю стадію зниження енергоспоживання. Може приймати значення:

30 Sec, 1 Min, 2 Min, 4 min, 8 Min, 20 Min, 30 Min, 40 Min, 1 Hour – час переходу (Sec – секунди, Min – мінути, Hour – година);

Disabled – заборонено **PM Events** – у цій секції вказуються ті переривання, від звертання до яких комп'ютер повинен "просипатися", якщо до пристроїв, що використовують ці переривання, є обіг.

IRQ 3 (Wake-up) – дозвіл цього параметра приведе до "пробудження" комп'ютера від модему або миші, підключених до COM2. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

IRQ 4 (Wake-up) – дозвіл цього параметра приведе до "пробудження" комп'ютера від модему або миші, підключених до COM1. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

IRQ 8 (Wake-up) – дозвіл цього параметра приведе до "пробудження" комп'ютера від годин реального часу. Рекомендується залишити його забороненим, тому що деякі програми можуть використовувати функцію "будильника" годин комп'ютера для своїх цілей. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

IRQ 12 (Wake-up) – дозвіл цього параметра приведе до "пробудження" комп'ютера від миші, підключеної до порту PS/2. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

У наступній секції вказуються ті пристрої, при активності яких комп'ютер "засипати" не повинен.

IRQ 3 (COM2) – при дозволі цього параметра комп'ютер не "засипає", якщо підключений до порту COM2 пристрій використовується. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

IRQ 4 (COM1) – при дозволі цього параметра комп'ютер не "засипає", якщо підключений до порту COM1 пристрій використовується. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

IRQ 5 (LPT2) – при дозволі цього параметра комп'ютер не "засипає", якщо підключений до порту LPT2 пристрій (як правило, принтер) використовується. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

IRQ 6 (Floppy Disk) – при дозволі цього параметра комп'ютер не "засипає", якщо до накопичувача на гнучких дисках відбувається обіг. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

IRQ 7 (LPT1) – при дозволі цього параметра комп'ютер не "засипає", якщо підключений до порту LPT2 пристрій (як правило, принтер) використовується. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

IRQ 8 (RTC Alarm) – при дозволі цього параметра комп'ютер не "засипає", якщо RTC (годинники реального часу) використовуються як таймер. Рекомендується залишити його забороненим, тому що деякі

програми можуть використовувати функцію "будильника" годин комп'ютера для своїх цілей. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

IRQ 10 (Reserved) – при дозволі цього параметра комп'ютер не "засипає", якщо пристрій, що займає 10 переривання, використовується. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

IRQ 11 (Reserved) – при дозволі цього параметра комп'ютер не "засипає", якщо пристрій, що займає 11 переривання, використовується. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

IRQ 12 (PS/2 Mouse) – при дозволі цього параметра комп'ютер не "засипає", якщо підключений до порту COM2 пристрій використовується. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

IRQ 13 (Coprocessor) – при дозволі цього параметра комп'ютер не "засипає", якщо співпроцесор використовується. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

IRQ 14 (Hard Disk) – при дозволі цього параметра комп'ютер не "засипає", якщо до жорсткого диска на першому каналі IDE є обіг. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

IRQ 15 – при дозволі цього параметра комп'ютер не "засипає", якщо до жорсткого диска або CD-ROM на другому каналі IDE є обіг. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

Power Up Control – параметри в цій секції визначають види керування джерелом живлення й застосовуються для джерел живлення в стандарті ATX і материнських плат, що допускають підключення до такого джерела.

PWR Button < 4 Secs (він же Soft-of By PWR-BTTN) (кнопка живлення натиснута менше 4 секунд) – управляє функціями кнопки Power на системному блоці комп'ютера. Якщо кнопка живлення натиснута більш 4 секунд, то відбувається безумовне вимикання АТХ блока живлення. Може приймати значення:

Soft Off (програмне вимикання) – кнопка працює як звичайна кнопка вмикання/вимикання живлення комп'ютера, але при цьому дозволяється програмне вимикання комп'ютера (наприклад, при виході з Windows 95).

Suspend (тимчасова зупинка) – при натисканні на кнопку живлення на час менше 4 секунд комп'ютер переходить у стадію Suspend зниження енергоспоживання.

No Function (немає функцій) – кнопка Power стає звичайною кнопкою вмикання/вимикання живлення.

PWR Up On Modem Act (він же Resume by Ring) (включення живлення при дзвінку на модем) – дозвіл цього параметра дозволяє включити комп'ютер при дзвінку на модем. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

Wake On LAN (Пробудження від мережі) – при дозволі цього параметра комп'ютер включається за сигналом від локальної мережі. Таке включення можливо тільки при установці в комп'ютер мережної карти, що підтримує цей режим. Може приймати значення:

Enabled – дозволено;

Disabled – заборонено.

AC PWR Loss Restart (включити комп'ютер після провалу живлення) – дозвіл цього параметра дозволяє включити комп'ютер після провалу живлення. У протилежному випадку після відновлення живлення комп'ютер не увімкнеться й необхідно буде знову натиснути кнопку подачі живлення (Power). Може приймати значення:

Enabled – дозволено, комп'ютер увімкнеться після того, як живлення пропало, а потім з'явилося.

Disabled – заборонено, комп'ютер не увімкнеться в такій ситуації.

Буває й третє значення, що по-різному називається в різних BIOS Setup, суть якого зводиться до того, що комп'ютер увімкнеться, якщо в момент провалу живлення був включений, і залишиться виключеним у протилежному випадку.

Automatic Power Up (автоматичне включення) – використовуючи цей параметр, можна включати комп'ютер щодня в зазначений час або включити його в зазначений день і годину. Може приймати значення:

Everday (щодня) – при уведенні часу комп'ютер буде включатися щодня в призначений час. Час уводиться в поле Time (hh:mm:ss) Alarm у порядку години: хвилини: секунди або клавішами PgUp, PgDn, або безпосереднім уведенням чисел.

By Date (по даті) – комп'ютер увімкнеться в заданий день і в заданий час. При виборі цього параметра з'являється поле для уведення часу (таке ж, як і для Everyday) і поле для уведення дня місяця Date of Month Alarm – день місяця – у цьому полі вводиться число в місяці. Це автоматично означає, що запрограмувати включення комп'ютера можна тільки усередині одного місяця.

Disabled – заборонено.

Нижче, у табл. 1.18, представлені коди помилок при старті системи

Таблиця 1.18

Коди помилок при старті системи

Число сигналів	Опис проблеми	Рішення
1	DRAM refresh failure	Вставте пам'ять ще раз. Якщо не допомагає, то це проблема з пам'яттю
2	Parity Circuit Failure	
3	Base 64K RAM failure	
4	System Timer Failure	Материнська плата непрацездатна
5	Processor Failure	
6	Keyboard Controller / Gate A20 Failure	Витягніть й вставте чип контролера клавіатури. Якщо не допомагає, замініть контролер клавіатури. Якщо й це не допомагає, перевірте клавіатуру і її кабель
7	Virtual Mode Exception Error	Материнська плата непрацездатна
8	Display Memory Read/Write Failure	Помилка пам'яті відеоадаптера. Переінсталювати відеокарту й пам'ять на ній. Якщо не допомагає, замініть відеокарту
9	ROM BIOS Checksum Failure	Помилка в мікросхемі BIOS. Спробуйте витягти й вставити заново цей чип. Якщо не допомагає, необхідно перепрошити його вміст або замінити мікросхему
10	CMOS Shutdown Register Read/Write Error	Материнська плата непрацездатна
1 довгий 2 коротких	Video failure	Переінсталюйте відеокарту. Якщо не допомагає, доведеться її замінити
1 довгий 3 коротких	Video failure	Переінсталюйте відеокарту. Якщо не допомагає, доведеться її замінити
вічні короткі гудки	Немає пам'яті	Перевірте установку модулів пам'яті
1 довгий	POST passed.	Все йде за планом

1.4. Усунення помилок та обслуговування комп'ютерів

1.4.1. Класифікація збоїв та відмов

Конфлікт виникає скрізь, де має місце залежність між командами, і вони розташовані відносно один одного досить близько так, що поєднання операцій, ті, що відбуваються при конвеєризації, може привести до зміни порядку звернення до операндів. У нашому прикладі був проілюстрований конфлікт, що відбувається з регістровими операндами, але для пари команд можлива поява залежності при записі або читанні одного і того ж елемента пам'яті. Однак, якщо всі звернення до пам'яті виконуються в суворому порядку, то поява такого типу конфліктів уникається.

Відомі три можливих конфлікти за даними залежно від порядку операцій читання і запису. Розглянемо дві команди i та j , при цьому i передує j . Можливі наступні конфлікти:

Конфлікти за даними, що приводять до припинення конвеєра.

На жаль, не всі потенційні конфлікти за даними можуть оброблятися за допомогою механізму "обходів". Розглянемо наступну послідовність команд (табл. 1.19).

Таблиця 1.19

Послідовність команд з припиненням конвеєра

Команда	IF	ID	EX	MEM	WB					
LW R1,32(R6)		IF	ID	EX	MEM	WB				
ADD R4,R1,R7			IF	ID	Stall	EX	MEM	WB		
SUB R5,R1,R8				IF	Stall	ID	EX	MEM	WB	
AND R6,R1,R7					Stall	IF	ID	EX	MEM	WB

Цей випадок відрізняється від послідовності команд АЛУ, які йдуть підряд. Команда завантаження (LW) регістра R1 з пам'яті має затримку, яка не може бути усунена звичайною "пересилкою". Замість цього нам потрібна додаткова апаратура, яка називається апаратурою внутрішнього блокування конвеєра (pipeline interlock), щоб забезпечити коректне виконання прикладу. Взагалі такого роду апаратура виявляє конфлікти і припиняє конвейєр доти, поки існує конфлікт. У цьому

випадку ця апаратура припиняє конвеєр починаючи з команди, яка хоче використати дані в той час, коли попередня команда, результат якої є операндом для нашої, виробляє цей результат. Ця апаратура викликає припинення конвеєра або появу "пузиря" так само, як і у разі структурних конфліктів.

RAW (читання після запису) – j намагається прочитати операнд-джерело даних перш, ніж i туди запише. Таким чином, j може некоректно набути старого значення. Це найбільш загальний тип конфліктів, спосіб їх подолання за допомогою механізму "обходів" розглянутий раніше.

WAR (запис після читання) – j намагається записати результат в приймач раніше, ніж він прочитується звідти командою i , так що i може некоректно набути нового значення. Цей тип конфліктів як правило не виникає в системах з централізованим управлінням потоком команд, що забезпечують виконання команд у порядку їх надходження, оскільки подальший запис завжди виконується пізніше, ніж передування рахування. Особливо часто конфлікти такого роду можуть виникати в системах, що допускають виконання команд не в порядку їх розташування в програмному коді.

WAW (запис після запису) – j намагається записати операнд раніше, ніж буде записаний результат команди i , тобто записи закінчуються в неправильному порядку, залишаючи в приймачі значення, записане командою i , а не j . Цей тип конфліктів присутній тільки в конвеєрах, які виконують запис з багатьох рівнів (або дозволяють команді виконуватися навіть у випадку, коли попередня припинена).

Методика планування компілятора для усунення конфліктів за даними.

Багато які типи припинень конвеєра можуть відбуватися досить часто. Наприклад, для оператора $A = B + 3$ компілятор швидше всього згенерує наступну послідовність команд (табл. 1.20).

Таблиця 1.20

Конвеєрне виконання оператора $A = B + 3$

LW R1,B	IF	ID	EX	MEM	WB				
LW R2,C		IF	ID	EX	MEM	WB			
ADD R3,R1,R2			IF	ID	Stall	EX	MEM	WB	
SW A,R3				IF	Stall	ID	EX	MEM	WB

Очевидно, виконання команди ADD повинне бути припинене доти, поки не стане доступним поступаючий з пам'яті операнд C. Додаткової затримки виконання команди SW не станеться у разі застосування ланцюгів обходу для пересилки результату операції АЛУ безпосередньо в регістр даних пам'яті для подальшого запису.

Для даного простого прикладу компілятор ніяк не може поліпшити ситуацію, однак у ряді більш загальних випадків він може реорганізувати послідовність команд так, щоб уникнути зупинок конвеєра. Ця техніка, що називається плануванням завантаження конвеєра (pipeline scheduling) або плануванням потоку команд (instruction scheduling), використовувалася починаючи з 60-х років і стала особливою областю інтересу в 80-х роках, коли конвеєрні машини стали більш поширеними.

Нехай, наприклад, є послідовність операторів: $a = b + z$; $d = e - f$.

Як згенерувати код, що не викликає зупинок конвеєра? Передбачається, що затримка завантаження з пам'яті складає один такт. Відповідь очевидна (табл. 1.21).

Таблица 1.21

Приклад усунення конфліктів компілятором

Неоптимізована послідовність команд	Оптимізована послідовність команд
LW Rb, b	LW Rb, b
LW Rc, z	LW Rc, z
ADD Ra, Rb, Rc	LW Re, e
SW a, Ra	ADD Ra, Rb, Rc
LW Re, e	LW Rf, f
LW Rf, f	SW a, Ra
SUB Rd, Re, Rf	SUB Rd, Re, Rf
SW d, Rd	SW d, Rd

У результаті усунені обидва блокування (командою LW Rc, z команди ADD Ra, Rb, Rc і командою LW Rf, f команди SUB Rd, Re, Rf). Є залежність між операцією АЛУ і операцією запису в пам'ять, але структура конвеєра допускає пересилку результату за допомогою ланцюгів "обходу". Помітимо, що використання різних регістрів для першого і другого операторів було досить важливим для реалізації такого правильного планування. Зокрема, якщо змінна e була б завантажена в той же регістр, що b або z, таке планування не було б коректним. У загальному

випадку планування конвеєра може вимагати збільшної кількості реєстрів. Таке збільшення може виявитися особливо істотним для машин, які можуть видавати на виконання декілька команд в одному такті.

Багато сучасних компіляторів використовують техніку планування команд для поліпшення продуктивності конвеєра. У найпростішому алгоритмі компілятор просто планує розподіл команд в одному і тому ж базовому блоці. Базовий блок становить лінійний відрізок послідовності програмного коду, в якій відсутні команди переходу, за винятком початку і кінця відрізка (переходи всередину цього відрізка також повинні бути відсутніми). Планування такої послідовності команд здійснюється досить просто, оскільки компілятор знає, що кожна команда в блоці буде виконуватися, якщо виконується перша з них, і можна просто побудувати граф залежності цих команд і упорядкувати їх так, щоб мінімізувати припинення конвеєра. Для простих конвейерів стратегія планування на основі базових блоків цілком задовільна. Однак коли конвеєризація стає більш інтенсивною і дійсні затримки конвеєра зростають, потрібні більш складні алгоритми планування.

На щастя, існують апаратні методи, що дозволяють змінити порядок виконання команд програми так, щоб мінімізувати припинення конвеєра. Ці методи отримали загальну назву методів динамічної оптимізації (в англійській літературі останнім часом часто застосовуються також терміни "out-of-order execution" – неврегульоване виконання і "out-of-order issue" – неврегульована видача). Основними засобами динамічної оптимізації є:

1. Розміщення схеми виявлення конфліктів в можливо більш низькій точці конвеєра команд так, щоб дозволити команді просуватися по конвеєру доти, поки їй реально не буде потрібний операнд, що є також результатом логічно більш ранньої, але команди, що ще не завершилася. Альтернативним підходом є централізоване виявлення конфліктів на одному з ранніх рівнів конвеєра.

2. Буферизація команд, що чекають вирішення конфлікту, і видача подальших, логічно не пов'язаних команд, в "обхід" буфера. У цьому випадку команди можуть видаватися на виконання не в тому порядку, в якому вони розташовані в програмі, однак апаратура виявлення і усунення конфліктів між логічно пов'язаними командами забезпечує отримання результатів відповідно до заданої програми.

3. Відповідна організація комутуючих магістралей, що забезпечує засилання результату операції безпосередньо в буфер, який зберігає логічно залежну команду, затриману через конфлікт, або безпосередньо на вхід функціонального пристрою до того, як цей результат буде записаний у регістровий файл або в пам'ять (short-circuiting, data forwarding, data bypassing – методи, які були розглянуті раніше).

Ще одним апаратним методом мінімізації конфліктів за даними є метод перейменування регістрів (register renaming). Він отримав свою назву від широкого методу перейменування, що застосовується в компіляторах – методу розміщення даних, що сприяє скороченню числа залежності і тим самим збільшенню продуктивності при відображенні необхідних початковій програмі об'єктів (наприклад, змінних) на апаратні ресурси (наприклад, елементи пам'яті і регістри). При апаратній реалізації методу перейменування регістрів виділяються логічні регістри, звернення до яких виконується за допомогою відповідних полів команди, і фізичні регістри, які розміщуються в апаратному регістровому файлі процесора. Номери логічних регістрів динамічно відображаються на номери фізичних регістрів за допомогою таблиць відображення, які оновлюються після декодування кожної команди. Кожний новий результат записується в новий фізичний регістр. Однак попереднє значення кожного логічного регістра зберігається і може бути відновлене у випадку, якщо виконання команди повинне бути перерване через виникнення виняткової ситуації або неправильний прогноз на пряму умовного переходу. У процесі виконання програми генерується безліч тимчасових регістрових результатів. Ці тимчасові значення записуються в регістрові файли разом з постійними значеннями. Тимчасове значення стає новим постійним значенням, коли завершується виконання команди (фіксується її результат). У свою чергу, завершення виконання команди відбувається, коли всі попередні команди успішно завершилися в заданому програмою порядку. Програміст має справу тільки з логічними регістрами. Реалізація фізичних регістрів від нього прихована. Як вже відмічалось, номери логічних регістрів ставляться у відповідність номерам фізичних регістрів. Відображення реалізовується за допомогою таблиць відображення, які оновлюються після декодування кожної команди. Кожний новий результат записується в фізичний регістр. Однак доти, поки не завершиться виконання відповідної команди, значення в цьому фізичному регістрі розглядається як тимчасове.

Метод перейменування реєстрів спрощує контроль залежності за даними. У машині, яка може виконувати команди не в порядку їх розташування в програмі, номери логічних реєстрів можуть стати двозначними, оскільки один і той же реєстр може бути призначений послідовно для зберігання різних значень. Але оскільки номери фізичних реєстрів унікально ідентифікують кожний результат, вся неоднозначність усувається.

1.4.2. Загальна методика усунення помилок

Комп'ютер не завантажується

Порада на перший погляд здається наївною, проте перевірте, чи підключене живлення до системного блоку й монітора. Так, кабель і рознімання живлення зроблені так, що мимовільне від'єднання начебто виключене. Однак буває всяке, і, перш ніж панікувати, варто усе добре перевірити.

Отже, комп'ютер включається, але завантаження не відбувається, а із системного блоку доносяться дивні звуки. Проблема серйозна – невластиві звуки при роботі комп'ютера звичайно свідчать про серйозні неполадки. Для початку варто встановити джерело звуку.

Якщо це жорсткий диск, то перше, що потрібно зробити, – виключити комп'ютер і від'єднати від диска кабель живлення. Якщо після включення комп'ютера дивних звуків більш не чути, то їхнє джерело визначене. Дана несправність, мабуть, найбільш неприємна. У цьому випадку залишається тільки сподіватися, що ви регулярно робили резервне копіювання інформації. Подальші дії – заміна жорсткого диска й витяг необхідної інформації. У цій ситуації зможуть допомогти тільки компанії, що спеціалізуються на відновленні даних. Самостійні експерименти в даному напрямку й навіть простий запуск диска можуть привести до його остаточного виходу з ладу й безповоротній втраті всієї інформації.

Якщо після відключення живлення від жорсткого диска шум не зникає, то диск швидше за все в порядку. Щоб точно встановити, що саме заважає роботі, удамося до "малої механізації". Згорнемо з паперу трубочку, приставимо її до вуха й за допомогою такого імпровізованого стетоскопа встановимо джерело звуку. У комп'ютері не так багато компонентів, які здатні "звучати". Крім жорсткого диска це вентилятори,

які із часів 486-х процесорів міцно обжили простір усередині ПК. Уповільнення обертання вентилятора або навіть повна його зупинка можуть привести до того, що компоненти комп'ютера перестануть прохолоджуватися належним чином. А новий вентилятор обійдеться набагато дешевше, ніж нова відеокарта або процесор.

Комп'ютер шумить нормально, але не завантажується й видає один або серію гудків. У цьому випадку система намагається повідомити про "погане самопочуття". Якщо все нормально, то при завантаженні чутний тільки один короткий писк, який говорить про те, що процедура початкової перевірки (POST) пройдена успішно. Якщо повідомлення про те, що все добре, однаково для всіх розроблювачів BIOS, то повідомлення про неполадки не стандартизовані й можуть розрізнятися в деталях для одного виробника. Так, наприклад, комбінація "один гудок, пауза, два гудки" для комп'ютерів Dell серії Dimension XPS Dxxx означає, що несправна графічна плата (можливо, вона просто погано вставлена в рознімання).

Переклад з мови BIOS на людський звичайно є в керівництві до системної плати. Також розшифровку сигналів можна знайти на сторінці <http://www.bioscentral.com>.

Крім цього деякі виробники надають додаткові можливості з діагностики несправностей, додаючи спеціальні індикатори (наприклад, той же Dell) або навіть використовуючи мовні повідомлення про помилки. Інформацію про це можна знайти в керівництві до комп'ютера (системній платі) або на сайті виробника.

Найчастіше буває так, що комп'ютер перестає завантажуватися після того, як у нього були додані нові "залозки". У цьому випадку насамперед необхідно переконатися, що знову встановлені плати розширення щільно сидять у розніманнях, а плати пам'яті зафіксовані відповідними засувками. Крім цього варто пам'ятати, що, вставляючи додаткові плати, можна випадково від'єднати кабелі від уже встановлених у систему пристроїв. Переконайтеся, що всі рознімання щільно входять у відповідні гнізда. Якщо все вставлено правильно, є ймовірність того, що несправна оперативна пам'ять. Для діагностики ОЗП підійде утиліта Memtest86 (<http://www.memtest86.com>). Вона стартує із завантажувального диска й робить ретельну діагностику "оперативки", допомагаючи виявити помилки, які пропускає стандартна процедура перевірки BIOS.

Рідко нове обладнання виявляється неробоніж або просто несумісним із уже наявним. Найчастіше це відбувається зі старими комп'ютерами, коли в них вставляються нові комплектуючі. Спробуйте запуснути ПК зі старими компонентами. Якщо завантаження буде успішним – джерело проблем знайдено. У цьому випадку зв'яжіться із продавцем, у якого купували комплектуючі.

Іноді буває так, що комп'ютер мигає індикатором жорсткого диска, з динаміків доноситься звук що стартує Windows, але дисплей залишається темним. Це може бути через несправність відеокарти або монітора. Переконайтеся, що відеокабель щільно приєднаний до відеоплати й монітора. Якщо перед цим він виймався, то від'єднайте його й переконайтеся, що в розніманні немає зламаних або зам'ятих штирків. Спробуйте приєднати монітор до іншого комп'ютера. Якщо він працює нормально, то відкрийте корпус ПК і переконайтеся, що карта щільно вставлена в рознімання розширення. Після цього приєднайте монітор до комп'ютера й знову запустіть його. Якщо знову не працює, то несправна відеокарта. Потрібно: замінити її на більш нову. Якщо відео інтегровано в системну плату, то в такому випадку може знадобитися заміна всієї "материнки".

Коли ви бачите повідомлення BIOS і початкову картинку завантаження Windows, але після цього картинка пропадає або стає нечитаємою (смуги на екрані), це швидше за все свідчить про те, що був включений режим відображення, що не підтримується вашим монітором. Спробуйте завантажитися в безпечному режимі й зробити відкіт системи на попередню точку відновлення.

На екрані з'являється текст, комп'ютер "висне"

Якщо це повідомлення BIOS, що свідчить про помилку процедури самотестування (POST), то необхідно подивитися розшифровку помилки (наприклад, на вже згадуваному ресурсі <http://www.bioscentral.com>).

Якщо на чорному екрані висвічується "Non-System disk or disk error" ("Non bootable disk or disk error"), то це говорить про проблеми із завантажувальним диском. У цьому випадку рекомендації будуть наступними.

Переконайтеся, що диск правильно визначається BIOS. Якщо це не так (або BIOS взагалі не бачить дисків), то перевірте, чи правильно підключені до жорсткого диска кабель живлення і шлейф. Диск як і раніше не визначається? Тоді несправний або він, або контролер, і це прямий привід звернутися в техдопомогу.

Коли диск визначається правильно, а завантаження не відбувається, переконайтеся, що він присутній у списку завантажувальних пристроїв. Заодно перевірте, чи немає дисків в CD-Приводах або дискет у дисководі. Якщо їх там немає, а напис все-таки видається, то несправний завантажувальний сектор диска. У цьому випадку найкраще звернутися в техдопомогу. Хоча й можна спробувати виправити ситуацію самостійно, автор рекомендує це робити, тому що докладний опис процесу відновлення виходить за рамки даної роботи. Якщо на екрані з'являється кілька рядків білих букв на синьому фоні, то це так званий "синій екран смерті". Він говорить про те, що Windows не може стартувати через серйозні проблеми з апаратним або програмним забезпеченням. Запишіть код помилки, що становить рядок із цифр, який починається із символів "0x" (наприклад, 0x0000021). Детальний опис помилки можна подивитися, наприклад, на сторінці <http://find.pcworld.com/52580> або скористатися пошуком в Інтернеті.

Може трапитися так, що XP не зупиняється, показавши "екран смерті", а відразу йде на перезавантаження. Це відбувається тому, що хтось включив опцію автоматичного рестарту у випадку критичних помилок. Завантажте систему в безпечному режимі, зайдіть у властивості "Мій комп'ютер", відкрийте вкладку "Додатково" і в пункті "Завантаження й відновлення" заберіть прапорець у пункті "автоматичне перезавантаження"

ПК "поводиться" дуже дивно

Якщо Windows або додатки часто й без видимих причин зависають, то спробуйте встановити, що саме приводить до зависань. Для цього спробуйте відновити послідовність своїх дій, запам'ятовуючи повідомлення, що видаються програмами. Пам'ятайте, що в журналі додатків записуються дані про роботу системи й програм. Якщо помилки пов'язані з роботою конкретної програми, то зайдіть на сайт розроблювача й перепишіть відновлення. Якщо ж програма більш не підтримується розроблювачем, спробуйте знайти їй заміну. Програм (у тому числі вільно розповсюджуваних) дуже багато, а стабільність у роботі, напевно, дорожче, ніж звичні "осколки минулого".

Браузер завзято показує як початкова сторінка щось непристойне й вас долають раз у раз спливаючі вікна з рекламою? Комп'ютер уражений тією або іншою шкідливою програмою. Переконайтеся, що у вас установлене захисне ПО зі свіжими антивірусними базами. Відключіть комп'ютер

від Мережі й зробіть повну перевірку вмісту дисків. Подбайте про регулярне відновлення антивірусних баз і самої системи.

Периферійні пристрої не працюють

Як правило, це пов'язане з поганим підключенням кабелю. Перевірте, чи надійно приєднані кабелі до комп'ютера й периферійних пристроїв. Якщо використовуються бездротові клавіатура й/або миша – переконайтеся, що встановлені в них батарейки не "сіли". Якщо це принтер, сканер або інше встаткування – перевірте, що драйвери для даних пристроїв присутні в системі (вони могли бути випадково вилучені).

Якщо у вас перестали грати колонки, насамперед перевірте правильність приєднання звукових кабелів. Кабель міг відійти, або його випадково хтось перемістив в інше гніздо. Також перевірте установки мікшера й наявність драйверів звукової плати. Коли все правильно підключено й настроєно, а звуку немає, можна спробувати відновити систему до попереднього записаного стану. Якщо й це не допомогло – на жаль, звукову плату необхідно замінити. Відзначімо, що навіть у випадку інтегрованого рішення швидше за все вам не потрібно буде міняти всю системну плату. Звукові карти використовують рознімання PCI, в обов'язковому порядку присутній на ній, і таке рішення ні в чому не уступає інтегрованому.

Комп'ютер працює повільно

Багато в чому це залежить від віку системи. Сучасні операційні системи й прикладні програми жахливо охоче до апаратних ресурсів, і комп'ютер, що учора працював швидко сьогодні працює дуже повільно. Втім, навіть новий комп'ютер може працювати дуже повільно через достаток фонових завдань і процесів. Подивіться, які значки висвічуються у вас у правому нижньому кутку? Не забудьте, що XP приховує частину з них. Подумайте, чи потрібні вам всі ці працюючі програми? Адже якщо бігуна одягти в смокінг, дати йому в руки візок з морозивом, а на спину повісити рюкзак з телевізором, наметом і запасом води і їжі, те навряд чи він зможе швидко бігати, не говорячи вже про те, щоб показувати гарні результати. Запустіть системну утиліту msconfig або будь-який інший менеджер автозавантаження (наприклад, що входить до складу neoutils, <http://www.neoutils.ru>) і подивіться, скільки програм автоматично стартує при запуску системи. Спробуйте відключити частину з них, залишивши тільки ті, які точно необхідні (типу антивірусу й брандмауера).

Якщо у вас повільно відображається графіка в іграх, то швидше за все графічний адаптер, що використовується у системі, застарів. Приготуйтеся витратитися на нову відеокарту (а у випадку інтегрованого відео – не виключено, що й на нову системну плату) або задовольняйтеся більш скромними налаштуваннями графіки в іграх. Повільне завантаження ігор може бути викликане недоліком оперативної пам'яті, повільним і/або сильно фрагментованим жорстким диском. Рішення: установіть більш пам'яті в систему, купіть новий жорсткий диск замість старого або проведіть дефрагментацію.

Повільна реакція на натискання правої кнопки миші? Не поспішайте переживати й запускати антивірусну перевірку. Це може бути викликано налаштуваннями системи або роботою конкретної програми – замітника стандартної оболонки Windows. У цьому випадку в першу чергу зверніться до налаштувань використовуваної програми-оболонки або використовуйте програму-твікер (наприклад, <http://www.neoutils.ru>) для тонкого налаштування параметрів системи.

Повільна робота (або навіть зависання) при "прожигу" CD або DVD-Дисків може бути викликана перевантаженням системи. Незважаючи на те, що сучасні комп'ютери досить швидкі, завдання по запису CD порівняно ресурсомістка і її паралельна робота з антивірусною програмою можуть привести до зависання системи. Крім цього можна порадити завантажити відновлення програми для запису дисків або взагалі спробувати використовувати інший софт (наприклад, окремі версії Roxio CD Creator погано працювали із процесорами AMD 64).

Неполадки при роботі з мережею

Варто пам'ятати, що всі ці ADSL-Модеми, хаби, маршрутизатори – периферійні пристрої, і перше, що потрібно перевірити, – надійність підключення кабелів (мережних і живлення). Також, якщо використовується ADSL-Модем, може допомогти його перезавантаження.

Якщо мережний принтер не друкує, то потрібно переконатися, що комп'ютер, до якого він приєднаний, включений у мережу. Також можна порадити використовувати замість комп'ютера принт-сервер – він може бути включений постійно, і, таким чином, ви не будете залежати від інших комп'ютерів. Вартість подібних пристроїв варіюється в межах від 1000 – 1500 грн.

Мережа працює хитливо й з'єднання часто пропадає?

Напевно, тут краще все-таки покликати фахівців з локальних мереж. Втім, можна спробувати вирішити проблему самостійно, запустивши утиліту XP "виправлення недоліків при роботі локальної мережі". Після відповіді на ряд питань система запропонує шляхи рішення проблем, але це, напевно, той випадок, коли професіонал розбереться швидше.

Якщо неполадки при роботі бездротової мережі, насамперед перевірте, чи включений адаптер бездротової мережі на вашому ноутбуці. З метою безпеки він, як правило, відключений. Якщо все нормально й бездротову мережу видно, але підключення не відбувається або воно нестійке, це може бути викликано недостатнім рівнем сигналу або перешкодами. Перешкоди виникають через роботу побутових приладів (наприклад, мікрохвильових печей і радіотелефонів) або інших бездротових мереж. Щоб виправити положення, спробуйте використовувати для роботи мережі інший канал. Абсолютно "неконфліктними" для мереж діапазону 2,4 ГГц є канали 1, 6 і 11. Рівень сигналу можна перевірити по індикатору роботи пристрою бездротової мережі, що звичайно перебуває в системному "треє". Його недостатній рівень може бути обумовлений сильним віддаленням від точки доступу або особливостями приміщення (занадто товсті стіни). Спробуйте переміститися ближче до передавача або використовувати додаткові антени й точки доступу.

Із сигналом і підключенням усе в порядку, але мережа працює повільно?

Можливо, хтось скористався вашим підключенням і качає з Інтернету все, що хоче. Що ж, це можна припинити: увімкнути шифрування трафіка, якщо ви не зробили це раніше (або перемініть пароль шифрації). Процедура включення описана в керівництві до точки доступу бездротової мережі.

Проблеми при роботі брандмауера?

Брандмауер може перекривати програмам доступ до Мережі. Тому, якщо, наприклад, ви не можете підключитися до сервера для гри в "Сферу" або World of Warcraft, перевірте налаштування брандмауера. Схоже він просто заблокував для цих програм вихід в Інтернет.

На закінчення – трішки про роботу техпідтримки. Пам'ятайте, що вона ділиться на кілька рівнів. Перший покликаний вирішувати

найпростіше питання. Тому, яким би фахівцем з комп'ютерів ви не були, не дивуйтеся питанням типу: "А ви точно впевнені, що комп'ютер включений у мережу?" Ніж вище рівень, тим компетентніше фахівець, з яким ви спілкуєтеся, але приготуйтеся щораз заново описувати виниклу проблему й симптоми несправностей. І нарешті, пам'ятайте, що на іншому кінці проводу теж перебуває людина. Найчастіше коректність і ввічливість – немаловажні складові успіху.

1.4.3. Самодіагностування комп'ютерів при виконанні процесу завантаження

Діагностичні повідомлення BIOS

Дуже багато хто чув, що в комп'ютері є BIOS (читається як "біос"), що його обновляють, відновлюють; але що це таке, мало хто розуміє, хоча це досить важливо, особливо при самостійному пошуку причини збоїв і неполадок.

BIOS (від англ. Basic Input / Output System, базова система вводу/виводу) – це набір програм невеликого розміру, у функції яких входять початкове тестування встаткування й забезпечення взаємодії компонентів комп'ютера. Програми ці записані в спеціальній мікросхемі, розташованій на материнській платі. Всі вони є невід'ємною частиною апаратного забезпечення й тому завжди входять "у комплект" материнської плати. Є кілька видів BIOS: системна BIOS, розташована на материнській платі, відео- BIOS, що забезпечує роботи відеоплати, починаючи від первісного тестування в момент включення й закінчуючи взаємодією відеоплати із процесором і іншими компонентами ПК, BIOS контролера SCSI, що відіграє роль перекладача між інтерфейсом SCSI і системною шиною. Із всіх перерахованих вище найбільш важливою є системна BIOS, у функції якої входить:

- тестування комп'ютера при включенні живлення;

- пошук і підключення інших BIOS, розташованих на платах розширення;

- розподіл ресурсів між компонентами комп'ютера.

За допомогою базової системи вводу/виводу операційна система й прикладні програми працюють із апаратним забезпеченням комп'ютера. Другими словами, BIOS – це набір програм, які переводять зрозумілі

користувачеві команди Windows мовою, зрозумілою комп'ютеру. Уміст BIOS доступний процесору без звертання до дисків, що дозволяє комп'ютеру працювати навіть при ушкодженні дискової системи. Робота в операційній системі DOS виробляється за допомогою прямого звертання до програм BIOS. Більш зроблені операційні системи (зокрема, сімейство Windows) мають власні функції контролю апаратного забезпечення комп'ютера й при своїй роботі досить рідко використовують BIOS.

Звукові повідомлення BIOS

Діагностика збоїв і неполадок за допомогою звукових сигналів була розроблена й застосована ще в часи перших IBM-сумісних комп'ютерів. Це дозволяло за допомогою одного тільки невеликого динаміка, підключеного до материнської плати, визначити несправний пристрій. Природно, що текстове повідомлення здатне нести більшу кількість інформації про наявну несправність, але для його виводу потрібно, як мінімум, нормально функціонуюча система виводу зображення (відеоплата плюс монітор), а також нормально функціонуюча оперативна пам'ять і центральний процесор. Для діагностики несправностей за допомогою звукових сигналів цілком достатньо мати материнську плату, до якої підключені блок живлення, центральний процесор і системний динамік. Навіть при наявності збійних блоків на материнській платі й у ядрі процесора діагностика за допомогою звуку цілком можлива, чого не скажеш про висновок текстових повідомлень на екран монітора.

Звукові сигнали AWARD BIOS

AWARD BIOS є найбільш відомою торговельною маркою, тому буде цілком достатньо вивчити звукові сигнали, характерні саме для цієї BIOS. Незважаючи на те, що "у народі" поширено кілька версій, наприклад, v 4.51 G або v 6.0, всі вони мають подібні діагностичні можливості, що зроблено в основному для вашої ж зручності. І навіть після придбання компанії Award Software менш відомою компанією Phoenix Technologies Ltd., фахівці останньої залишили ці вже стали привичними комбінації сигналів незмінними (табл. 2.1). До речі, до цієї події в Phoenix BIOS були використані зовсім інші комбінації сигналів, які ми розглянемо небагато пізніше.

Діагностичні сигнали, характерні для більшості версій AWARD BIOS

Комбінація сигналів	Можлива причина несправності, рекомендації з усунення
1	2
Сигналів немає	Можливо, несправний блок живлення системного блоку або сполучні кабелі, що з'єднують основні компоненти ПК. Варто перевірити: 1. Чи підключений мережний шнур до системного блоку. 2. Чи включений вимикач на блоці живлення АТХ. 3. Чи підключений блок живлення до рознімання на материнській платі. 4. Чи підключена кнопка POWER до відповідного рознімання на материнській платі АТХ, іноді важлива також полярність підключення. 5. Чи підключений системний динамік до відповідного рознімання на материнській платі. 6. Перевірте цілісність сполучних кабелів (хоча б візуально). 7. Тимчасово відключіть від відповідного рознімання на материнській платі кнопку RESET на випадок замикання в ній, що може мати місце особливо в дешевих корпусах
Безперервний сигнал	Швидше за все, несправний блок живлення системного блоку. Не ризикуйте й краще відразу ж відключіть живлення й замініть блок живлення, хоча є шанс, що неполадка є в одному з підключених пристроїв, наприклад, жорсткому диску. Спробуйте відключити пристрій, крім центрального процесора й кулера, від материнської плати, після чого включіть комп'ютер (є варіант, що не вистачає потужності блоку живлення на всі встаткування)
Один короткий сигнал	Цей сигнал можна почути при кожному включенні комп'ютера, коли всі компоненти ПК працюють нормально
Один короткий повторюваний сигнал	Помилка регенерації оперативної пам'яті. Спробуйте перезавантажити комп'ютер за допомогою кнопки RESET на системному блоці або на годину виключити його. Перевірте установку модулів у слотах, при необхідності витягніть їх і встановіть заново. "Обнулiть" уміст CMOS-Пам'яті, щоб виключити вплив некоректних установок в CMOS-Пам'яті
Два коротких сигнали	Виявлено якісь незначні помилки. Наприклад, не виявлений один з дисководів або жорстких дисків, параметри яких внесені в CMOS-Пам'ять. Як правило, одночасно на екрані монітора з'являється повідомлення, що пропонує запустити програму CMOS Setup Utility, щоб змінити необхідні параметри на свідомо правильні. Перевірте за необхідності правильність підключення сполучних кабелів
Три довгих сигнали	Помилка при ініціалізації контролера клавіатури. Перезавантажте ПК за допомогою кнопки RESET на системному блоці або виключіть його на годину. Якщо несправність усунути не вдається, швидше за все, доведеться міняти материнську плату
Один довгий плюс один короткий сигнал	Помилка ініціалізації оперативної пам'яті. Перевірте установку модулів у слотах, спробуйте витягнути їх і знову вставити. Якщо усунути в такий спосіб несправність не вдається, швидше за все, доведеться замінити модуль на справний

1	2
Один довгий плюс два коротких сигнали	Помилка ініціалізації відеоплати. Перевірте установку відеоплати в слоті розширення (особливо AGP), чи підключений монітор до системного блоку. Якщо несправність усунути не вдається, швидше за все, доведеться замінити відеоплату. Якщо відео інтегроване й на материнській платі відсутній AGP-слот, тоді доведеться замінити материнську плату або задовольнятися можливостями застарілої PCI відеоплати
Один довгий плюс три коротких сигнали	Помилка ініціалізації контролера клавіатури. Спробуйте виключити комп'ютер на певний час або перезавантажити його за допомогою кнопки RESET на системному блоці. Перевірте, чи підключена взагалі клавіатура до системного блоку, за необхідності перевірте цілісність кабелю і якість пайки клавіатурного роз'єму на материнській платі (особливо на платах AT форм-фактора). Спробуйте підключити свідомо справну клавіатуру. Якщо неполадку усунути не вдається, швидше за все доведеться замінити материнську плату
Один довгий плюс дев'ять коротких сигналів	Помилка читання даних з мікросхеми постійної пам'яті (BIOS). Спочатку просто перезавантажте комп'ютер за допомогою кнопки RESET на системному блоці або на якийсь час виключіть його. Якщо несправність не зникла й на вашій материнській платі використовується технологія Dual-BIOS, то відновіть вміст мікросхеми. Для того щоб дізнатися, як правильно це зробити, прочитайте документацію на материнську плату. У протилежному випадку для відновлення інформації необхідно скористатися програматором. У випадку повторної появи цієї помилки спробуйте замінити акумулятор, що живить мікросхему CMOS-Пам'яті, що є логічною частиною BIOS (при тестуванні програма діагностики POST розглядає її як єдине ціле з основною мікросхемою BIOS)
Один довгий повторюваний	Помилка ініціалізації оперативної пам'яті. Спочатку просто перезавантажте комп'ютер за допомогою кнопки RESET на системному блоці або на якийсь час вимкніть його. Перевірте установку модулів у слотах, за необхідності витягніть їх і встановіть заново. "Обнулiть" вміст CMOS-Пам'яті, щоб відключити якінебудь неприпустимі параметри, наприклад, надмірно підвищену частоту системної шини. Можливо, один з модулів несправний
Один короткий повторюваний	Виявлено якусь помилку в роботі блоку живлення (одна з видаваних напруг не відповідає необхідним вимогам або відсутній взагалі). Причиною проблеми може виявитися те, що нагромадилося в ньому. Перевірте, чи обертається вентилятор, що прохолоджує "внутрішності" блоку живлення, за необхідності розкрийте блок і очистіть від пилу як плату, на якій розташована схема блоку живлення, так і вентилятор, щоб не пошкодити (нехай навіть для профілактики)

Звукові сигнали AMI BIOS

Основна відмінність AMI BIOS від AWARD BIOS – це більш скромна кількість опцій, призначених для тонкого налаштування апаратної частини комп'ютера, але, незважаючи на це, діагностичні можливості тут ви тримали на високому рівні. Непоганою особливістю деяких версій AMI BIOS є те, що "обнулити" вміст CMOS-пам'яті можна натисканням клавіші

Insert на клавіатурі до включення живлення (далі її варто втримувати якийсь час після увімкнення ПК). Найбільш, що зустрічаються часто комбінації сигналів (табл. 1.22), особливо ті, які сигналізують про серйозну поломку, практично повторюють попередню таблицю.

Таблиця 1.22

Діагностичні сигнали, характерні для більшості версій AMI BIOS

Комбінація сигналів	Можлива причина несправності, рекомендації з усунення
1	2
Сигналів немає	Можливо, несправний блок живлення системного блоку або сполучні кабелі, що з'єднують основні компоненти ПК.
Варто перевірити:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Чи підключений мережний шнур до системного блоку. 2. Чи включений вимикач на блоці живлення ATX. 3. Чи підключений блок живлення до рознімання на материнській платі. 4. Чи підключена кнопка POWER до відповідного рознімання на материнській платі ATX, іноді важлива також полярність підключення. 5. Чи підключений системний динамік до відповідного рознімання на материнській платі. 6. Перевірте цілісність сполучних кабелів (хоча б візуально). 7. Тимчасово від'єднати від відповідного рознімання на материнській платі кнопку RESET на випадок замикання, що може мати місце особливо в дешевих корпусах
Один короткий сигнал	Цей сигнал можна почути при кожному включенні комп'ютера, коли всі компоненти ПК працюють нормально
Один короткий повторюваний сигнал	Помилка регенерації оперативної пам'яті. Спробуйте перезавантажити комп'ютер за допомогою кнопки RESET на системному блоці або на деякий час виключити його. Перевірте установку модулів у слотах, за необхідності витягніть їх і встановіть заново. "Обнулити" вміст CMOS-Пам'яті, щоб виключити вплив некоректних установок в BIOS
Два коротких сигнали	Помилка контролю парності оперативної пам'яті. Спробуйте перезавантажити комп'ютер за допомогою кнопки RESET на системному блоці або на час виключити його. Якщо несправність після цього так і не зникла, перевірте установку модулів у слотах, за необхідності витягніть їх і встановіть заново. Перевірте, чи підтримують всі встановлені модулі контроль парності, якщо ні, то відключіть в BIOS відповідну опцію. Якщо не вдається усунути неполадку, швидше за все, доведеться замінити модуль на справний
Три коротких сигнали	Помилка ініціалізації перших 64 Кбайт оперативної пам'яті. Спробуйте перезавантажити комп'ютер за допомогою кнопки RESET на системному блоці або на деякий час виключити його. Також перевірте установку модулів у слотах, за необхідності витягніть їх і встановіть назад. Якщо неполадку не вдається усунути таким чином, тоді, швидше за все, доведеться замінити один з модулів на справний

1	2
Чотири коротких сигнали	Помилка ініціалізації системного таймера. Перезавантажте комп'ютер за допомогою кнопки RESET на системному блоці або вимкніть його на деякий час. Можна спробувати "обнулити" вміст CMOS-Пам'яті за допомогою відповідної цього перемички на материнській платі. Якщо неполадка не зникла після всього цього, швидше за все, доведеться замінити материнську плату
П'ять коротких сигналів	Помилка ініціалізації центрального процесора. Спробуйте вимкнути комп'ютер на якийсь час або перезавантажити його за допомогою кнопки RESET на системному блоці. "Обнулити" вміст CMOS-Пам'яті за допомогою перемички на материнській платі, що дозволить відключити всі неприпустимі режими роботи, наприклад, кеш-пам'яті. Якщо проблема виникла після установки нового процесора, варто оновити версію BIOS для більше коректної підтримки даної моделі процесора
Шість коротких сигналів	Помилка ініціалізації контролера клавіатури. Спробуйте вимкнути комп'ютер на якийсь час або перезавантажити його за допомогою кнопки RESET на системному блоці. Перевірте, чи підключена взагалі клавіатура до системного блоку, за необхідності перевірте цілісність кабелю і якість пайки клавіатурного рознімання на материнській платі (особливо на платах AT форм-фактора). Спробуйте підключити свідомо справну клавіатуру. Якщо неполадку усунути не вдається, швидше за все, доведеться замінити материнську плату
Сім коротких сигналів	Помилка ініціалізації материнської плати. Перезавантажте комп'ютер за допомогою кнопки RESET на системному блоці або вимкніть його взагалі на якийсь час. Можливо, несправний який-небудь із інтегрованих контролерів (IDE, FDD і т. п.), тому за можливості відключіть всі невикористовувані блоки за допомогою перемичок на материнській платі або (якщо є можливість) за допомогою відповідних опцій BIOS. Є шанс, що все буде нормально працювати після апаратного "обнуління" CMOS-Пам'яті
Вісім коротких сигналів	Помилка ініціалізації відеопам'яті. Перезавантажте комп'ютер за допомогою кнопки RESET на системному блоці або вимкніть його взагалі на якийсь час. Перевірте установку відеоплати в слоті розширення, за необхідності витягніть її й установіть знову. "Обнулiть" зміст CMOS-Пам'яті, це допоможе при установці яких-небудь неприпустимих параметрів, наприклад, при розгоні системної шини, від якої може залежати частота роботи відеопам'яті. За необхідності спробуйте встановити на модулі відеопам'яті охолоджувальний радіатор. Якщо в такий спосіб не справність усунути не вдається, швидше за все, доведеться замінити або відеоплату, або (при такій можливості) модулі відеопам'яті. У випадку коли відеоплата інтегрована, все вищесказане відноситься до модулів оперативної пам'яті, частина якої використовується як відеопам'ять

1	2
Дев'ять коротких сигналів	Виявлено помилку при підрахунку контрольної суми вмісту BIOS. Як правило, на екрані монітора з'являється відповідний напис, але якщо вміст мікросхеми ушкоджений занадто сильно, тоді система обмежиться тільки звуковими сигналами. Спочатку просто перезавантажте комп'ютер за допомогою кнопки RESET на системному блоці або на якийсь час виключіть його. Якщо несправність не зникла й на вашій материнській платі використовується так звана технологія Dual-BIOS, то спробуйте відновити вміст мікросхеми. Для того щоб довідатися, як правильно це зробити, прочитайте документацію на материнську плату. У протилежному випадку для відновлення інформації в BIOS вам доведеться скористатися програматором. У випадку повторної появи цієї помилки спробуйте замінити акумулятор, що живить мікросхему CMOS-пам'яті, що є логічною частиною BIOS (при тестуванні програма діагностики POST розглядає її як єдине ціле з основною мікросхемою BIOS)
Десять коротких сигналів	Помилка при записі даних у CMOS-Пам'ять. Спочатку просто перезапустити комп'ютер за допомогою кнопки RESET на системному блоці або на якийсь час виключити його. З повторною появою даної помилки замінити акумулятор, що живить мікросхеми CMOS-Пам'яті, а якщо це не допомогло, то й самій мікросхемі (якщо вона розташована на спеціальній панелі, у протилежному випадку доведеться замінити материнську плату)
Одинадцять коротких сигналів	Помилка ініціалізації кеш-пам'яті (як правило, зовнішньої, установленної у слотах розширення на материнській платі). Спочатку просто перезавантажте комп'ютер за допомогою кнопки RESET на системному блоці або на якийсь час виключіть його. Перевірте установку модулів у слотах, за необхідності витягніть їх і встановити заново. Якщо усунути цю неполадку не вдається, замініть модулі на справні
Один довгий плюс два коротких сигнали	Помилка ініціалізації відеоплати, точніше не вдається ініціювати відео-BIOS. Така ситуація може виникнути, наприклад, при установці нової відеоплати на дуже стару материнську плату, при цьому звичайно допомагає відновлення версії BIOS, для чого варто тимчасово встановити стару відеоплату. Також перевірте установку відеоплати в слоті розширення (особливо AGP), чи підключений монітор до системного блоку. Якщо неполадку усунути не вдається, швидше за все, доведеться замінити відеоплату. Якщо відео інтегроване й на материнській платі відсутній AGP-Слот, тоді доведеться замінити материнську плату, або задовольнитися можливостями старої PCI відеоплати
Один довгий плюс три коротких сигнали або Один довгий плюс вісім коротких сигналів	Помилка ініціалізації відеоплати. Перевірте установку відеоплати в слоті розширення (особливо AGP), чи підключений монітор до системного блоку. Якщо несправність усунути не вдається, швидше за все, доведеться замінити відеоплату. Якщо відео інтегроване й на материнській платі відсутній AGP-Слот, тоді доведеться замінити материнську плату або задовольнитися можливостями старої PCI відеоплати

Текстові повідомлення BIOS:

8042 Gate A20 Error Не вдається проініціалізувати контролер клавіатури (цифра 8042 позначає тип мікросхеми, звичайно використовуваної для даного контролера, A20 позначає номер адресної лінії, що звичайно використовується для організації роботи клавіатури). Перезавантажте комп'ютер за допомогою кнопки RESET на системному блоці або на якийсь час вимкнуті комп'ютер. Якщо несправність після цього не зникла, швидше за все, доведеться замінити материнську плату.

Address Line Short

Виявлене коротке замикання однієї або декількох ліній адресної шини. Уважно огляньте материнську плату, попередньо знявши з неї всі плати розширення й відключивши сполучні шлейфи. За необхідності витягніть її з корпусу, щоб переконатися, що під нею немає металевих предметів, шматків припою, які можуть відпасти від самої ж плати при неякісній пайці. Можна спробувати "прочистити" материнську плату звичайним пілососом, щоб видалити всі можливі шматочки припою (думаю, все-таки краще таким нетрадиційним чином "реанімувати" плату, ніж міняти її).

BIOS ROM Checksum Error – System Halt. У результаті проходження програми діагностики POST виявлена помилка в контрольній сумі вмісту мікросхеми BIOS, робота комп'ютера при цьому була зупинена. Якщо на вашій материнській платі використовується так звана технологія Dual – BIOS, то спробуйте відновити вміст мікросхеми. Для того щоб довідатися, як правильно це зробити, прочитайте документацію на вашу материнську плату. У протилежному випадку для відновлення інформації скористатися програматором. У випадку повторної появи цієї помилки спробуйте замінити акумулятор, що живить мікро-схему CMOS-пам'яті, що є логічною частиною BIOS (при тестуванні програма діагностики POST розглядає її як єдине ціле з основною мікросхемою BIOS). Причиною може послужити деструктивний вплив якого-небудь вірусу (наприклад, WinCIH 95 або I. Worm. Magistr).

BIOS Update For Installed CPU Failed Виникла помилка при спробі відновлення мікрокоду центрального процесора. Це може відбутися через невідповідність версії BIOS материнській платі й конкретної моделі центрального процесора. При цьому спроба BIOS виправити фактично неіснуючі помилки в архітектурі ядра процесора (для чого функція BIOS Update і предназначена) може привести до появи нових, у тому числі й

фатальних помилках. Поверніть колишню версію BIOS або знайдіть в Інтернеті більш нову версію, що "прошито" у цей момент, швидше за все, цей недолік у ній уже виправлений.

Bad Pn Serial ID Checksum

У результаті проходження самодіагностики програмою POST була виявлена помилка в контрольній сумі ідентифікатора одного з пристроїв Plug and Play. Перевірте якість установки всіх плат розширення. Для того щоб переконатися як контакт, витягніть й знову встановіть всі плати. Якщо в такий спосіб невдається усунути поява повідомлення, доведеться замінити "винний" у цьому пристрій.

Boot Error – Press <F1> To Retry

Програма самодіагностики POST не виявила жодного загрузочного диска. Запустіть програму CMOS Setup Utility і перевірте значення всіх параметрів, що відносяться до встановлених у комп'ютері жорстких дисків і дисководів. За необхідності перевірте надійність кріплення всіх сполучних шлейфів і рознімачів живлення жорстких дисків і дисководів.

Bus Time-Out NMI At Slot X

Плата розширення, встановлена в слоті розширення номер X, не реагує на немаскуєме переривання протягом тривалого часу, до речі, що має ніжальний пріоритет серед всіх процесів, що відбуваються усередині комп'ютера. Спробуйте перезавантажити комп'ютер за допомогою кнопки RESET на системному блоці або на якийсь час виключити його. Дійсно для шини EISA .

Cache Memory Bad

Помилка ініціалізації кеш-пам'яті. Якщо на вашому комп'ютері вона виконана у вигляді окремих модулів (кеш-пам'ять 3-го рівня), спробуйте поміняти модулі або хоча б витягніть їх і встановіть назад, попередньо очистивши від пилу всі рознімання. Якщо кеш-пам'ять інтегрована у центральний процесор, тоді вам доведеться, як мінімум, перевірити якість його охолодження (для тих процесорів, які виконані в конструктиві Slot I / A , варто перевіряти рівень нагрівання саме для мікросхем кеш-пам'яті, розташованих на процесорній платі). Якщо перераховані міри не дають ніякої користі, швидше за все, доведеться міняти сам процесор, хоча не виключено, що неполадка зникне після перезавантаження за допомогою кнопки RESET на системному блоці або вимикання комп'ютера на якийсь час.

Cache Memory Bad, Do Not Enable Cache

Помилка ініціалізації кеш-пам'яті, кеш-пам'ять відключена. Якщо на вашому комп'ютері вона виконана у вигляді окремих модулів (кеш-пам'ять 3-го рівня), спробуйте поміняти модулі або хоча б витягніть їх і встановіть назад, попередньо очистивши від пилу всі рознімання. Якщо кеш-пам'ять інтегрована у центральний процесор, тоді вам доведеться, як мінімум, перевірити якість його охолодження (для тих процесорів, які виконані в конструктиві Slot I / A, варто перевіряти рівень нагрівання саме для мікросхем кеш-пам'яті, розташованої на процесорній платі). Якщо перераховані міри не дають ніякої користі, швидше за все, доведеться міняти сам процесор, хоча не виключено, що неполадка зникне після перезавантаження за допомогою кнопки RESET на системному блоці або вимикання комп'ютера на якийсь час.

CH-2 Timer Error

Виникла помилка при ініціалізації другого таймера. Дане повідомлення може з'явитися тільки в тому випадку, якщо на материнській платі встановлено два таймери. Спробуйте на якийсь час виключити комп'ютер або перезавантажити його за допомогою кнопки RESET на системному блоці. Повідомлення може бути викликано некоректною роботою деяких периферійних пристроїв, тому на час діагностики відключіть все "зайве" від системного блоку.

CMOS Battery Failed

Розрядився акумулятор, що живить мікросхему CMOS -пам'яті (є вірогідність, що несправність виникла через поганий контакт у ланцюзі живлення). Установіть новий акумулятор. За необхідності "прозвонити" пробником всі контакти в ланцюзі живлення.

CMOS Battery Has Failed

Розрядився акумулятор, що живить мікросхему CMOS -пам'яті (є вірогідність, що несправність виникла через поганий контакт у ланцюзі живлення). Установіть новий акумулятор. За необхідністю "прозвонити" пробником всі контакти в ланцюзі живлення.

CMOS Battery State Low

Розрядився акумулятор, що живить мікросхему CMOS -пам'яті (є вірогідність того, що несправність виникла через поганий контакт у ланцюзі живлення). Установіть новий акумулятор. За необхідністю "прозвонити" пробником всі контакти в ланцюзі живлення.

CMOS Checksum Bad

При проходженні самодіагностики програмою POST була виявлена помилка в контрольній сумі вмісту CMOS -пам'яті. Швидше за все, несправність виникла через розрядку акумулятора, що живить мікросхему CMOS-пам'яті. Замініть акумулятор, запустіть програму CMOS Setup Utility і потім завантажте оптимальні значення для всіх параметрів. Якщо помилку усунути не вдалося, перевірте всі контакти в ланцюзі живлення. Причиною неполадки може послужити деструктивний вплив якого-небудь вірусу (наприклад, WinCIH 95 або I. Worm. Magistr).

CMOS Checksum Error

При проходженні самодіагностики програмою POST була виявлена помилка в контрольній сумі вмісту CMOS-пам'яті. Швидше за все, несправність виникла через розрядку акумулятора, що живить мікросхему CMOS-пам'яті. Замініть акумулятор, запустіть програму CMOS Setup Utility і потім завантажте оптимальні значення для всіх параметрів. Якщо помилку усунути не вдалося, перевірте всі контакти в ланцюзі живлення. Причиною неполадки може послужити деструктивний вплив якого-небудь вірусу (наприклад, WinCI 95 або I. Worm. Magistr).

CMOS Checksum Failure

При проходженні самодіагностики програмою POST була виявлена помилка в контрольній сумі вмісту CMOS-пам'яті. Швидше за все, несправність виникла через розрядку акумулятора, що живить мікро-схему CMOS-пам'яті. Замініть акумулятор, запустіть програму CMOS Setup Utility і потім завантажте оптимальні значення для всіх параметрів. Якщо помилку усунути не вдалося, перевірте всі контакти в ланцюзі перевірити установку модулів оперативної пам'яті в слотах. Якщо модулі не підтримують контроль парності, запустіть програму CMOS Setup Utility і відключіть всі опції, що дозволяють подібний контроль. Повідомлення може з'являтися при проблемах з роботою пристроїв, інтегрованих у материнську плату або процесор. У цьому випадку несправність усувається заміною або материнською платою, або процесора.

Press A Key To Reboot

Виникла помилка, при якій неможлива нормальна робота комп'ютера. Пропонується нажати будь-яку клавішу для перезавантаження. Якщо дане повідомлення з'являється регулярно, швидше за все, необхідно замінити плату, при роботі якої виникає помилка.

Press Any Key To Continue

Виникла помилка, але продовження роботи можливо. Натисніть будь-яку клавішу.

Press ESC To Skip Memory Test

Повідомлення з'являється на екрані монітора у випадку, коли опція начебто Quick Power On Self Test перебуває у відключеному стані. Пропонується за допомогою натискання клавіші < Esc > пропустити потрібне тестування оперативної пам'яті.

Press F1 To Disable NMI, F2 To Reboot

Відбувся збій у роботі контролера переривань. Швидше за все, система не може ідентифікувати пристрій, що подав запит на немаскуване переривання. Пропонується або заборонити використання переривання NMI невідомим пристроєм (клавіша < F 1>) і продовжити роботу, або перезавантажити комп'ютер (клавіша < F 2>).

Press TAB to Show POST Screen

Деякі виробники заміняють стандартний логотип на свій. Після натискання клавіші TAB ви можете переглянути оригінальний логотип Phoenix BIOS замість відображуваного за замовчуванням логотипа виробника материнської плати.

Primary Boot Device Not Found

Не знайдений перший завантажувальний диск. Дане повідомлення з'являється тільки з BIOS, що дозволяє встановити кілька можливих варіантів завантаження. Наприклад, якщо у ролі першого завантажувального пристрою зазначений дисковод для гнучких дисків, повідомлення може з'явитися при по катуванні завантаження із вставленою несистемною дискетою. Запустіть програму CMOS Setup Utility і встановіть завантаження відразу з жорсткого диска.

Primary Input Device Not Found

Призначений первинний пристрій уведення інформації не виявлено.

Primary Master Hard Disk Fail

Програма тестування виявила збій у роботі жорсткого диска, підключеного до першого каналу IDE (primary) і встановленого як master – диск. Спробуйте перезавантажити комп'ютер за допомогою кнопки RESET на системному блоці. Якщо несправність з'явилася знову, перевірте з'єднальний шлейф і рознімання живлення відповідного твердого диска. У протилежному випадку буде потрібна заміна вінчестера.

Primary Slave Hard Disk Fail

Програма тестування виявила збій у роботі жорсткого диска, підключеного до першого каналу IDE (primary) і встановленого як slave – диск. Спробуйте перезавантажити комп'ютер за допомогою кнопки RESET на системному блоці. Якщо несправність з'явилася знову, перевірте з'єднальний шлейф і рознімання живлення відповідного жорсткого диска. У протилежному випадку буде потрібна заміна вінчестера. Primary / Secondary.

IDE Controller Resource Conflict

Контролер IDE намагається використовувати вже зайняті ресурси комп'ютера. Найчастіше ця проблема виникає після спроби включити другий канал контролера після досить тривалої роботи з відключеним каналом. Запустіть програму CMOS Setup Utility і включіть режим оновлення конфігурації пристроїв. Якщо несправність усунути не вдалося, з'ясуйте, з яким пристроєм конфліктує контролер IDE, і зробіть для нього ручне налаштування розподілу ресурсів.

RAM Parity Error – Checking For Segment

Відбувся серйозний збій при роботі оперативної пам'яті – помилка парності. Перевірте, чи підтримують установлені модулі пам'яті контроль парності. Якщо ні, то запустіть програму CMOS Setup Utility і відключите всі опції, що ставляться до даної функції. Якщо модулі пам'яті підтримують контроль парності, спробуйте перезавантажити комп'ютер за допомогою кнопки RESET на системному блоці. При повторній появі помилки, швидше за все, буде потрібно замінити пошкоджений модуль пам'яті.

Real Time Clock Error

Виникла критична помилка при роботі годин реального часу. Запустіть програму CMOS Setup Utility і встановіть нормальні значення дати й часу. Якщо помилка з'явилася знову, швидше за все, доведеться замінити материнську плату. Real Time Clock Failure.

Виникла критична помилка при роботі годин реального часу. Запустіть програму CMOS Setup Utility і встановіть нормальні значення дати й часу. Якщо помилка з'явилася знову, швидше за все, доведеться замінити материнську плату.

Resuming From Disk, Press TAB to Show POST Screen Дане повідомлення з'являється на ноутбуках з Phoenix BIOS, коли користувач намагається перезавантажити (виключити) комп'ютер, що перебуває в сплячому режимі. Після натискання клавіші <Tab> комп'ютер переходить у нормальний режим роботи, після чого його можна перезавантажити або виключити.

SMART Failure Predicted on Primary Master

Вбудована діагностика жорсткого диска, підключеного до першого каналу IDE як master-диск, говорить про наявність проблем з надійністю його роботи.

SMART Failure Predicted on Primary Slave

Вбудована діагностика жорсткого диска, підключеного до першого каналу IDE як slave-диск, говорить про наявність проблем з надійністю його роботи.

SMART Failure Predicted on Secondary Master

Вбудована діагностика жорсткого диска, підключеного до другого каналу IDE як master-диск, говорить про наявність проблем з надійністю його роботи.

SMART Failure Predicted on Secondary Slave

Вбудована діагностика жорсткого диска, підключеного до другого каналу IDE як slave-диск, говорить про наявність проблем з надійністю його роботи.

Secondary Master Hard Disk Fail

Програма тестування виявила збій у роботі жорсткого диска, підключеного до другого каналу IDE (secondary) і встановленого як master-диск. Спробуйте перезавантажити комп'ютер за допомогою кнопки RESET на системному блоці. Якщо несправність з'явилася знову, перевірте сполучний шлейф і рознімання живлення відповідного жорсткого диска. У протилежному випадку буде потрібно заміна вінчестера.

Secondary Slave Hard Disk Fail

Програма тестування виявила збій у роботі жорсткого диска, підключеного до другого каналу IDE (secondary) і встановленого як slave-диск. Спробуйте перезавантажити комп'ютер за допомогою кнопки RESET на системному блоці. Якщо несправність з'явилася знову, перевірте сполучний шлейф і рознімання живлення відповідного жорсткого диска. У протилежному випадку буде потрібна заміна вінчестера.

I Serial Port I Resource Conflict

Послідовний порт COM1 намагається використовувати вже зайняті іншими пристроями ресурси (переривання, порт вводу-виводу). Запустіть програму CMOS Setup Utility і включіть режим відновлення конфігурації пристроїв. Якщо несправність усунути не вдалося, з'ясуйте, з яким пристроєм конфліктує послідовний порт, і проведіть для нього ручне налаштування розподілу ресурсів.

Serial Port 2 Resource Conflict

Послідовний порт COM2 намагається використовувати вже зайняті іншими пристроями ресурси (переривання, порт вводу-виводу). Запустіть програму CMOS Setup Utility і включіть режим відновлення конфігурації пристроїв. Якщо несправність усунути не вдалося, з'ясуйте, з яким пристроєм конфліктує послідовний порт, і проведіть для нього ручне налаштування розподілу ресурсів.

Service Processor Not Properly Installed

Помилка ініціалізації контролера керування сервером.

Should Be Empty But EISA Board Found

При ідентифікації плати розширення EISA виявлена невідповідність даних, зазначених в BIOS, дійсним характеристикам. Запустіть програму EISA Configuration Utility і перевірте значення всіх параметрів.

Should Have EISA Board But Not Found

Плата розширення EISA не відповідає на запити системи. Запустіть програму EISA Configuration Utility і перевірте значення всіх параметрів. Якщо несправність усунути не вдається, швидше за все доведеться замінити відповідну плату розширення.

Slot Not Empty

Виявлена невідома плата розширення на шині EISA. Запустіть програму EISA Configuration Utility і встановіть правильні параметри плати.

Start Unit Request Failed

BIOS контролера SCSI не може відправити команду Start Unit Command одному із пристроїв, підключених до контролера. В BIOS контролера треба опцію Send Start Unit Command установити в значення "Вимкнено" (No).

Software Port NMI Inoperational

Не працює програмний порт немаскуємого переривання NMI. Спробуйте на якийсь час відключити комп'ютер. Якщо несправність усунути не вдається, швидше за все, доведеться замінити материнську плату.

Software Port NMI

Не працює програмний порт немаскуємого переривання NMI. Спробуйте на якийсь час відключити комп'ютер. Якщо несправність усунути не вдається, швидше за все, доведеться замінити материнську плату.

State Battery CMOS Low

Розрядився акумулятор, що живить мікросхему CMOS-пам'яті (є вірогідність, що несправність виникла через поганий контакт у ланцюзі живлення). Установіть новий акумулятор. Якщо повідомлення однаково, перевірте якість контактів.

Static Device Resource Conflict

Плата розширення на шині ISA, не підтримуючий стандарт Plug and Play, намагається використовувати ресурси, уже зайняті іншим пристроєм. У більшості випадків проблему може вирішити тільки ручними налаштуванням режиму роботи плати розширення.

Storage Extension Group = xy

Configuration Error, x Storage Extensions (s) found, configured are в SE (s) Device List: k1, k2

Виявлена невідповідність установок Server Menu Storage Extension знайденим комунікаційним пристроєм, де:

SE (s) – Storage Extension Units (пристрою зберігання інформації), число не відповідає дійсності;

xy – номер групи;

x – число SE (s), знайдених на комунікаційній шині;

в – число SE (s). введених у конфігурацію;

до 1, до 2 – ідентифікатори пристроїв зберігання.

System Battery Is Dead

Розрядився акумулятор, що живить мікросхему CMOS-пам'яті (є вірогідність того, що несправність виникла через поганий контакт у ланцюзі живлення). Установити новий акумулятор. Якщо повідомлення однаково, перевірте якість контактів.

System Battery Is Dead – Replace And Run Setup

Розрядився акумулятор, що живить мікросхему CMOS-пам'яті (є вірогідність того, що несправність виникла через поганий контакт у ланцюзі живлення). Установіть новий акумулятор. Якщо повідомлення однаково, перевірте якість контактів.

System Cache Error

Помилка ініціалізації кеш-пам'яті. Якщо на вашому комп'ютері вона виконана у вигляді окремих модулів (кеш-пам'ять 3-го рівня), спробуйте поміняти модулі або хоча б витягніть їх і встановіть назад, попередньо очистивши від пилу всі рознімання. Якщо кеш-пам'ять інтегрована в центральний процесор, тоді вам доведеться, як мінімум, перевірити якість його охолодження (для тих процесорів, які виконані в конструктиві Slot I / A, варто перевіряти рівень нагрівання саме для мікросхем кеш-пам'яті, розташованих на процесорній платі). Якщо перераховані міри не дають ніякої користі, швидше за все, доведеться міняти сам процесор, хоча не виключено, що неполадка зникне після перезавантаження за допомогою кнопки RESET на системному блоці або вимикання на якийсь час.

Checksum Bad – Виявлена помилка в контрольній сумі вмісту CMOS-пам'яті. Швидше за все, несправність виникла через розрядку акумулятора, що живить мікросхему CMOS-пам'яті. Замініть акумулятор, запустіть програму CMOS Setup Utility і встановіть правильні значення всіх пари метрів. Якщо помилку усунути не вдалося, перезапишіть уміст BIOS (це можливо тільки у випадку установки Flash-пам'яті).

System Device Resource Conflict

Плата розширення на шині ISA, що не підтримує стандарт Plug and Play, намагається використовувати ресурси, уже зайняті іншим пристроєм. У більшості випадків проблему можна вирішити тільки ручним налаштуванням режиму роботи плати розширення.

System Halted, (Ctrl-Alt-Del) To Reboot

Система зупинила свою роботу. Для перезавантаження комп'ютера пропонується натиснути комбінацію клавіш < Ctrl >+< Alt >+< Del > ("теплий старт"). Повідомлення найчастіше виникає при спробі доступу будь-якої програми до встаткування, минаючи засоби операційної системи. Якщо операційна система не допускає подібних дій, комп'ютер закінчує свою роботу з висновком на екран монітора цього повідомлення.

System RAM Failed At Offset: XXXX

Помилка ініціалізації основної пам'яті. Спробуйте на якийсь час виключити комп'ютер і обов'язково перевірте якість установки модулів пам'яті в слотах. Якщо в такий спосіб несправність усунути не вдається, швидше за все, доведеться замінити модулі пам'яті.

System Time Error – Помилка системного таймера.

Time-Out Failure During

Варто перевірити наявність і правильність підключення термінаторів на SCSI-шині, а також правильність підключення інформаційних кабелів. Можливо, один із пристроїв SCSI несправно.

Type Display CMOS Mismatch

В BIOS правильно зазначений тип системного монітора. Запустіть програму CMOS Setup Utility і введіть правильні характеристики монітора (у старих материнських платах для цього може знадобитися переключення відповідної перемички).

Uncorrectable ECC DRAM Error

При роботі оперативної пам'яті DRAM виникла серйозна помилка, яка не може бути виправлена системою корекції ECC. Повідомлення може виникнути при серйозних проблемах у роботі модулів пам'яті з

підтримкою режиму ECC (корекція одиночних помилок і виявлення множинних). Спробуйте на якийсь час виключити комп'ютер. Якщо несправність усунути не вдається, швидше за все, доведеться замінити модулі пам'яті.

Unknown PCI Error – Виникла невідома помилка при роботі пристроїв на шині PCI. Спробуйте на якийсь час відключити комп'ютер. Другим кроком в усуненні несправності можна порекомендувати послідовну заміну PCI - плат розширення. Якщо локалізувати проблему не вдається, швидше за все, доведеться замінити материнську плату.

Update Failed

Відновлення інформації про конфігурацію пристроїв Plug and Play скінчилося невдачею. Швидше за все, проблема в низькій живильній напрузі мікросхеми. Спробуйте замінити акумулятор. Якщо це не допомогло, ваша материнська плата підлягає заміні.

Update OK !

Відновлення інформації про конфігурацію пристроїв Plug and Play пройшло успішно. Повідомлення звичайно з'являється при установці нового обладнання.

Wrong Board In Slot

Установлена плата EISA некоректно відповідає на запити системи. Запустіть програму EISA Configuration Utility і перевірте значення всіх параметрів. Якщо несправність усунути не вдається, швидше за все, доведеться замінити відповідну плату.

X : Drive Error

Диск x: не відповідає на запити системи. У першу чергу перевірте якість підключення сполучного шлейфа й рознімання живлення. Якщо все підключено нормально, запустіть програму CMOS Setup Utility і перевірте встановлені параметри жорсткого диска (найкраще використати пункт HDD Auto Detection). Іноді помилка з'являється при збоях у таблиці пунктів диска. У цьому випадку досить переформатувати диск.

X : Drive Failure

Диск x: не відповідає на запити системи. У першу чергу перевірте якість підключення сполучного шлейфа й рознімання живлення. Якщо все підключено нормально, запустіть програму CMOS Setup Utility і перевірте встановлені параметри жорсткого диска (найкраще користуватися пунктом HDD Auto Detection). Іноді помилка з'являється при збоях у таблиці пунктів диска. У цьому випадку досить форматувати диск.

Деякі версії BIOS з появою помилки видають на екран монітора повідомлення виду: Error at [code], де code – код помилки (табл. 1.23).

Таблиця 1.23

Розшифровка кодів помилок

Код помилки	Причина помилки
01	Причина помилки не піддається визначенню
02	Проблема в блоці живлення
1	Помилка на материнській платі
2	Помилка в оперативній пам'яті
3	Помилка в клавіатурі
4	Помилка монохромної відеоплати (MDA, Hercules)
5	Помилка відеоплати CGA
6	Помилка при роботі флоппі-дисководу
7	Помилка при роботі математичного співпроцесора
9	Помилка при роботі паралельного порту LPT1
10	Помилка при роботі паралельного порту LPT2
11	Помилка при роботі послідовного порту COM1
12	Помилка при роботі послідовного порту COM2
13	Помилка при роботі ігрового порту (наприклад, розташованого на звуковій платі)
14	Помилка при роботі принтера
17	Помилка при роботі жорсткого диска
18	Помилка при роботі якої-небудь плати розширення
30	Помилка при роботі мережної плати
74	Помилка при роботі відеоплати VGA
85	Помилка при роботі пам'яті в режимі EMS

Паралельно виводу цих кодів помилок з системного динаміка може видаватися комбінація звукових сигналів або на монітор виводиться одне з описаних в середині розділу текстових повідомлень.

Література

1. Абель П. Язык Ассемблер для IBM PC и программирование / пер. с англ. Ю. В. Сальникова. – М. : Высшая школа, 1992. – 496 с.
2. Айден К. Аппаратные средства PC / К. Айден, Х. Фибельман, М. Крамер; [пер. с нем. – СПб. : BHV-Санкт-Петербург, 1996. – 544 с.
3. Англо-український тлумачний словник з обчислювальної техніки, Інтернету і програмування. – 2-ге вид.– К. : Вид. дім "СофтПрес", 2006. – 824 с.
4. Баранов О. А. Інформаційне право України: стан, проблеми, перспективи / О. А. Баранов. – К. : Вид. дім "СофтПрес", 2005. – 316 с.
5. Баскаков С. И. Радиотехнические цепи и сигналы / С. И. Баскаков. – М. : Высшая школа, 1988. – 446 с.
6. Бройдо В. Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации / В. Л. Бройдо, О. П. Ильина. – СПб. : Изд. "Питер", 2008. – 765 с.
7. Бычков Е. А. Архитектура и интерфейсы ПК / Е. А. Бройдо. – М. : Центр "СКС" 1993. – 152 с.
8. Воеводин В. В. Параллельные вычисления / В. В. Воеводин, Вл. В. Воеводин. – СПб. : БХВ-Петербург, 2002. – 608 с.
9. Вудвок Д. Современные информационные технологии совместной работы / Д. Вудвок. – М. : Русская редакция, 1999. – 256 с.
10. Гордеев А. В. Системне програмне забезпечення / А. В. Гордеев, М. Ю. Молчанов. – СПб. : Питер, 2003. – 736 с.
11. Гук М. Аппаратные средства IBM PC. Энциклопедия / М. Гук. – 2-е изд. – СПб. : Питер Ком, 2001. – 928 с.
12. Гук М. Аппаратные средства IBM PC. Энциклопедия / М. Гук. – СПб. : ПитерКом, 1998. – 816 с.
13. Гук М. Интерфейсы ПК : Справочник / М. Гук. – СПб. : ПитерКом, 1999. – 416 с.
14. Джордж Ф. Люгер. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем / Люгер Джордж Ф.; пер. с англ. – 4-е изд.– М. : Изд. дом "Вильямс", 2003. – 864 с.
15. Долин П. А. Основы техники безопасности в электроустановках / П. А. Долин. – М. : Энергоатомиздат, 1984. – 448 с.
16. Європа на шляху до інформаційного суспільства: Збірник документів Європейської комісії 1994 – 1995 рр. / укл. В. М. Павлович, А. В. Цвигун; [за заг. ред. О. М. Гальченка. – К. : Державний комітет зв'язку та інформатизації України, 2000. – 178 с.
17. Ивлиев М. К. Технические средства и сетевые информационные технологии : учебн. пособ. / М. К. Ивлиев. – М. : МУПК, 1999. – 108 с.

18. Информатика : учебник / под ред. проф. Н. В. Макаровой. – М. : Финансы и статистика, 1997. – 768 с.
19. Информационные технологии (для экономиста) : учебн. пособ. / под. общ. ред. А. К. Волкова. – М. : ИНФРА-М, 2001. – 312 с.
20. Йорг Райхертц. Первая помощь при проблемах с ПК / Райхертц Йорг // СНИР. –1998. – № 9. – С. 76–82.
21. Кавун С. В. Системы штучного інтелекту / С. В. Кавун, В. М. Коротченко. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2007. – 320 с.
22. Комп'ютерні системи : навч. посібн. / С. В. Кавун, О. М. Рисований, М. В. Грушенко та ін. – Харків : Вид. ХУПС, 2005. – 328 с.
23. Корнеев В. В. Современные микропроцессоры / В. В. Корнеев, А. В. Киселев. – М. : Нолидж, 2000. – 320 с.
24. Контроль та діагностика комп'ютерних систем : навч. посібн. / Ф. А. Домнін та ін; [під ред. В. О. Кравця. – Харків : ХВУ, 2000. – 274 с.
25. Кравець В. О. Експлуатаційне обслуговування ПЕОМ та їх мереж : навч. посібн. / В. О. Кравець, Ю. М. Колибін. – К. : ІСДО, 1997. – 256 с.
26. Методичні вказівки до лабораторного практикуму з курсу "Архітектура комп'ютерів" для студентів усіх форм навчання спеціальності 8.091501 / С. В. Кавун, В. В. Калачова, Г. А. Кучук, Г. В. Шубіна. – Харків : Вид. ХУПС, 2005. – 36 с.
27. Мікропроцесорні системи. Контроль та діагностика : навч. посібн. / Ю. М. Колибін, В. О. Кравець, О. М. Рисований, С. В. Хуторненко. – Харків : ХВУ, 2000. – 174 с.
28. Микропроцессоры и микропроцессорные системы. Кн. 2: Программирование, разработка устройств и систем : учебн. пособ. / В. А. Кравец, Ф. А. Домнин, В. В. Скороделов и др. – Харьков : ХВУ, 2000. – 350 с.
29. Микропроцессоры и микропроцессорные системы. Кн. 1: Архитектура и функционирование : учебн. пособ. / В. А. Кравець, А. Н. Рысований, Ф. А. Домнин и др. – Харьков : ХВУ, 2000. – 282 с.
30. Минов А. В. Автоматизированные информационные технологии в экономике : учебн. пособ. / А. В. Минов, Н. С. Навоев. – Энгельск : Регион. Инф.-изд. центр ПКИ, 2001. – 118 с.
31. Мюлер С. Модернизация и ремонт ПК : учебн. пособ. / пер. с англ. – 12-е изд. – М. : Изд. дом "Вильямс", 2001. – 1184 с.
32. Новый подход к инженерному образованию: теория и практика открытого доступа к распределенным информационным и техническим ресурсам / [под ред. А. А. Полякова. – М. : Центр-Пресс, 2000. – 238 с.
33. Першиков В. И. Толковый словарь по информатике / В. И. Першиков, В. М. Савинков. – М. : Финансы и статистика, 1991. – 543 с.

34. Рассел С. Искусственный интеллект: современный подход / С. Рассел, П. Норвиг ; пер. с англ. – 2-е изд. – М. : Изд. Дом "Вильямс", 2006. – 1408 с.
35. Робоча програма навчальної дисципліни "Архітектура комп'ютерів" для студентів напряму підготовки "Комп'ютерні науки" всіх форм навчання / укл. С. В. Кавун. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2008. – 64 с.
36. Рорбоу Линда. Модернизация вашего ПК / Линда Рорбоу; пер. с англ. – К. : Диалектика, 1997. – 384 с.
37. Совершенствование и ремонт персональных компьютеров. – М. : ИВК-СОФТ, 1991. – 690 с.
38. Стародубцев В. Н. Элементная база IBM PC AT. От стандартов Intel до сверхбольших чипов / В. Н. Стародубцев. – М. : АО "Звёзды и С", 1992. – 242 с.
39. Таненбаум Э. Современные операционные системы / Э. Таненбаум. – СПб. : Питер, 2002. – 1040 с.
40. Таненбаум Э. Архитектура компьютера. / Э. Таненбаум. – 5-е изд. – СПб. : Питер, 2007. – 844 с.
41. Толковый словарь по вычислительным системам / под ред. В. Иллигорта; [пер. с англ. А. К. Белоцкого. – М. : Машиностроение, 1989. – 568 с.
42. Фролов А. В. Аппаратное обеспечение IBM PC / А. В. Фролов, Г. В. Фролов. – М. : ДИАЛОГ-МИФИ, 1992. – 208 с.
43. Цифрові пристрої та мікропроцесори. Організація та програмування : навч. посібн. / М. І. Главчев, А. М. Клименко, О. М. Рисований, А. М. Філоненко; [під ред. О. М. Рисованого. – Харків : ХВУ, 2001. – 328 с.
44. Цифрові пристрої та мікропроцесори. Організація та функціонування: навч. посібн. / О. М. Рисований, С. О. Соколов, І. С. Зиков, В. В. Скороделов; [під ред. Рисованого О. М. – Харків : ХВУ, 2002. – 328 с.
45. Шмидт В. Системы IBM SP2 / В. Шмидт // Открытые системы. – 1995. – № 6. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.osp.ru/os/1995/06/178759/>.
46. Экономическая информатика : учебник / под ред. В. В. Евдокимова. – СПб. : Питер Паблишинг, 1997. – 592 с.
47. Юров В. ASSEMBLER : учебник / В. Юров. – СПб. : Питер, 2001. – 780 с.
48. Burr D. J. Experiments with a connectionist text reader / D. J. Burr // In Proceedings of the First International on Neural Networks / eds. M. Caudill and C. Butler. – San Diego, CA : SOS Printing. 1987. – Vol. 4. – Pp. 717–724.
49. IBM RS/600 SP Official documents // IBM SP Switch2 technology and architecture. – 2001. – March.

50. Mathis H. M. Ultra Dense Cluster Block for High Performance Computing / Harry M. Mathis, John D. McCalpin, Jacob Thomas // IBM pSeries 655. – 2003. – May 6.
51. Meet the HP superdome servers. A white paper from Hewlett-Packard company. – September. – 2001. – 5980-7679EN.
52. Minsky M. Perceptrons / M. Minsky, S. Papert – Cambridge, MA : MIT Press / Русский перевод: Минский М. Перцептроны / М. Минский, С. Пейпорт. – М. : Мир, 1971. – 247 с.
53. Schultz H. White Paper / Herbert Schultz // IBM eServer pSeries 690 with the HPC Feature. – 2001. – November.
54. Parker D. B. Learning-logic. Invention Report / D. B. Parker // Stanford University : Office of Technology Licensing, 1982. – File 1. – Pp. 81–64.
- 55.– ГОСТ 24.702 – 85. Эффективность АСУ. Основные положения. [Электронный ресурс.] – Режим доступа] : www.egost.ru/gost/?gost=49013.
56. Журнал "Информационные технологии. Аналитические материалы" [Электронный ресурс.] – Режим доступа] : – <http://it.ridne.net>.
57. Віртуальний комп'ютерний музей "Історія розвитку інформаційних технологій в Україні" [Електроний ресурс.] – Режим доступу] : – <http://www.icfcst.kiev.ua/museum>.
58. Матеріали офіційної сторінки лабораторії паралельних інформаційних технологій НІОЦ МДУ [Електроний ресурс.] – Режим доступу]. – www.parallel.ru.
59. Матеріали офіційної сторінки списку найбільших суперкомп'ютерів світу – [Електроний ресурс.] – Режим доступу] : – www.top500.org.
60. Нормативные акты Украины [Электронный ресурс.] – Режим доступа]: – www.nau.kiev.ua.
61. Центр информационных технологий – [Электронный ресурс.] – Режим доступа]. – <http://www.citmgu.ru>.
62. Энциклопедия Кирилла и Мефодия, (с) "Кирилл и Мефодий", 1998–2000. [Электронный ресурс.] – Режим доступа]: – www.km.ru.
63. <http://www.citforum.ru>.
64. <http://ixbt.stack.net>.
65. <http://www.fcenter.ru>.
66. <http://www.ferra.ru>.
67. http://www.icfcst.kiev.ua/MUSEUM/IT_u.html
68. <http://www.ixbt.com>.
69. <http://www.netlib.org/linpack>.
70. <http://www.overclockers.ru>.
71. <http://www.chip.kiev.ua>.

Зміст

Вступ	3
1. Особливості застосування комп'ютерів в ІС	5
1. 1. Організація вводу-виводу в комп'ютерах	5
1.1.1. Призначення та інтерфейси системи вводу-виводу комп'ютерів	5
1.1.2. Файлові системи зберігання інформації	26
1.1.3. Класифікація систем відображення інформації, їх параметри та характеристики	43
1.1.4. Класифікація сканерів, їх параметри та характеристики	53
1.1.5. Класифікація принтерів, їх параметри та характеристики	58
1.1.6. Класифікація звукових приладів, їх параметри та характеристики	72
1.1.7. Класифікація накопичувачів даних, їх параметри та характеристики	79
1.2. Архітектурні особливості комп'ютерів різних типів	127
1.2.1. Класифікація систем комп'ютерів	127
1.2.2. Класифікація та архітектурні особливості суперкомп'ютерів	138
1.2.3. Класифікація та архітектурні особливості нейрокомп'ютерів	139
1.2.4. Класифікація та архітектурні особливості трансп'ютерів	141
1.2.5. Класифікація та архітектурні особливості кластерних комп'ютерів	147
1.2.6. Тести для оцінювання продуктивності комп'ютерів	161
1.3. Архітектура системного блоку ПК	
1.3.1. Аналіз складу системного блоку ПК	176
1.3.2. Схеми підключення пристроїв до ПК	195
1.3.3. Конфігурація комп'ютера за допомогою базової системи завантаження (BIOS)	202
1.4. Усунення помилок та обслуговування комп'ютерів	220
1.4.1. Класифікація збоїв та відмов	220
1.4.2. Загальна методика усунення помилок	225
1.4.3. Самодіагностування комп'ютерів при виконанні процесу завантаження	232
Література	251

Кавун С. В.
Сорбат І. В.

**АРХІТЕКТУРА КОМП'ЮТЕРІВ.
ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ
КОМП'ЮТЕРІВ В ІС**

Навчальний посібник